ЧЕБЫШЕВСКИЙ СБОРНИК

Том 22. Выпуск 2.

УДК 378 (372)

DOI 10.22405/2226-8383-2021-22-2-373-388

Информатика, математика и логика в аспекте межпредметной и метапредметной образовательной связи

М. М. Абдуразаков, О. Ю. Лягинова, О. Н. Цветкова

Абдуразаков Магомед Мусаевич — доктор педагогических наук, доцент, Российская академия образования (г. Москва).

e-mail: abdurazakov@inbox.ru

Лягинова Ольга Юрьевна — кандидат педагогических наук, доцент, Череповецкий государственный университет (г. Череповец).

e-mail: oiuliaginova@chsu.ru

Цветкова Ольга Николаевна — кандидат педагогических наук, Финансовый университет при Правительстве РФ, (г. Москва).

e-mail: OChvetkova@fa.ru

Аннотация

В статье рассматривается проблема обучения информатике, математике и логике в современном образовании, в частности, в средней общеобразовательной школе в качестве наследуемых от проблем сложившихся соотношений наук информатики и математики, а также порождённых сложившимися формами и практикой обучения в системе общего образования.

Рассматриваются методологические аспекты обучения информатике, математике и логике свойственные им и применяемые к ним в дифференцированной форме:

- *содержательный* подход, свойственный информатике и применяемый в математике и логике;

- *формальный* подход, свойственный математике и применяемый в информатике и логике;

- *социокультурный* подход, свойственный триаде "информатика-математика-логика". На фоне имеющегося соответствия выделенных подходов (или меры этого соответствия) каждому локальному и независимому элементу триады предполагается наличие идентификации закономерных отношений предмета и субъекта образования, принципов организации процессов реализации методологических знаний на основании этих закономерностей.

Для нашего исследования важно то, что методология и методика каждой дифференцированной системы триады должна содержать все то, что "необходимо и достаточно" для функционирования образовательной системы соответствующего уровня. В этом аспекте в статье отмечается, что математика изучает форму, информатика – форму и содержание. Изучение объектов только по форме ведет к *формализму* в информационной сфере (что недопустимо), поэтому возможная интеграция должна сочетаться с необходимой *дифференциацией*.

Поскольку процессы развития знаний науки, ее методология и методика обучения взаимосвязаны и взаимообусловлены, то представляет безусловно интересным раскрытие потенциала (возможности) межпредметных и метапредметных связей и отношений рассматриваемой триады как близких, но не однородных образовательных систем, имеющих свою предметную специфику содержания, методов и форм обучения. В этом ракурсе предложены возможные пути решения возникших проблем в условиях изменений в школьных программах содержания информатического и математического образования под влиянием требований новых ФГОС и структура предметного обучения информатике и математике, обеспечивающая их эффективность и результативность.

Ключевые слова: информатика, математика, логика, модальность, обучение, форма, содержание, межпредметные связи и отношения.

Библиография: 24 названий.

Для цитирования:

М. М. Абдуразаков, О. Ю. Лягинова, О. Н. Цветкова. Информатика, математика и логика в аспекте межпредметной и метапредметной образовательной связи // Чебышевский сборник, 2021, т. 22, вып. 2, с. 373–388.

CHEBYSHEVSKII SBORNIK

Vol. 22. No. 2.

UDC 378 (372)

DOI 10.22405/2226-8383-2021-22-2-373-388

Computer science, Mathematics and Logic in the aspect of interdisciplinary and metasubject educational communication

M. M. Abdurazakov, O. Yu. Lyaginova, O. N. Tsvetkova

Abdurazakov Magomed Musaevich — doctor of pedagogical sciences, associate professor, Russian Academy of Education (Moscow).

e-mail: abdurazakov@inbox.ru

Lyaginova Olga Yuiryevna — candidate of pedagogical sciences, Cherepovets State University (Cherepovets).

e-mail: s.agayan@gcras.ru

Tsvetkova Olga Nikolaevna — candidate of pedagogical sciences, Financial University under the Government of the Russian Federation (Moscow).

e-mail: OChvetkova@fa.ru

Abstract

The article discusses the problem of teaching computer science, mathematics and logic in modern education, in particular, in a secondary general education school as inherited from the problems of the existing relationships between the sciences of computer science and mathematics, as well as generated by the prevailing forms and practice of teaching in the system of general education.

The methodological aspects of teaching computer science, mathematics and logic are considered inherent in them and applied to them in a differentiated form:

- a *meaningful* approach inherent in computer science and applied in mathematics and logic;
- a *formal* approach inherent in mathematics and used in computer science and logic;
- a *socio-cultural* approach characteristic of the triad "computer science-mathematics-logic".

Against the background of the existing correspondence of the selected approaches (or the measure of this correspondence) to each local and independent element of the triad, it is assumed that there is an identification of the regular relations between the subject and the subject of education, the principles of organizing the processes of implementing methodological knowledge based on these regularities.

For our study, it is important that the methodology and methodology of each differentiated system of the triad should contain everything that is "*necessary and sufficient*" for the functioning of the educational system of the corresponding level. In this aspect, the article notes that mathematics studies form, computer science - form and content. The study of objects only in form leads to *formalism* in the information sphere (which is unacceptable), therefore, possible integration must be combined with the necessary *differentiation*.

Since the processes of the development of knowledge of science, its methodology and teaching methods are interrelated and interdependent, it is unconditionally interesting to reveal the potential (possibilities) of intersubject and metasubject connections and relations of the triad under consideration as close, but not homogeneous educational systems that have their own subject. specificity of the content, methods and forms of training. In this perspective, possible ways of solving the problems that have arisen are proposed in the context of changes in the school curricula of the content of information and mathematics education under the influence of the requirements of the new federal state educational standards and the structure of subject teaching in computer science and mathematics, ensuring their efficiency and effectiveness.

Keywords: informatics, mathematics, logic, modality, teaching, form, content, intersubject connections and relations.

Bibliography: 24 titles.

For citation:

M. M. Abdurazakov, O. Yu. Lyaginova, O. N. Tsvetkova, 2021, "Computer science, Mathematics and Logic in the aspect of interdisciplinary and metasubject educational communication", *Chebyshevskii sbornik*, vol. 22, no. 2, pp. 373–388.

Введение

Из выступления В. И. Арнольда на Всероссийской конференции "Математика и общество. Математическое образование на рубеже веков" в Дубне 21 сентября 2000 года: "Новое поколение детей приходит, которые ничего не знают: ни таблицы умножения, ни евклидовой геометрии — ничего не знают, не понимают и не хотят знать. Они только хотят нажимать на кнопки компьютера, и больше ничего. Что делать, как тут быть?" [1, с. 5]

Информатика, появившаяся в российских школьных программах 35 лет назад, по выражению Ю. И. Журавлева, "остается наиболее изменчивой образовательной областью [2, с. 192], автор также отмечает "фундаментальную важность информатики как части российского школьного образования".

В чистой математике наиболее радикальное изменение состояло в том, что математика включила в сферу своего изучения информационные объекты и процессы; чрезвычайно расширилась область, относящаяся к изучению математическими средствами человеческого мышления, коммуникации и формализованной деятельности, однако, "цели изучения математики в общем плане не изменились, изменились объекты и методы «взрослой» математики" [3]. Именно такое, «компьютерное», развитие математики должно стать основным направлением развития математического образования в ближайшие годы. По мнению ряда авторитетных ученых Ю. И. Журавлева, А. Л. Семенова, И. Г. Семакин, Е. К. Хеннера и других основные вопросы математики, которые целесообразно включить в курс информатики таковы: полнота формализации вычислимости; универсальная вычислимая функция; невычислимость; время вычисления; сложность объектов; игры; отдельные математические алгоритмы и структуры данных [4].

Труды В. И. Арнольда, И. К. Журавлева, Я. И. Хинчина и других ученых убедительно показывают, что прикладная математика не вовсе предметно-ориентированная математика, а область со своими принципами и методами, отличным и от принципов абстрактной математики. Так, например, В. А. Тестов подчеркивает, что по своему содержанию элементы прикладной математики относятся к другим областям сферы познания, и именно "они являются объектами межпредметных отношений математики, привнося в неё не только новые специфические формы, но и содержание среды вместе с содержательным подходом к исследованию" [5].

Проблемам обучения предметов математики и информатики, как и их межпредметной связи, посвящено много исследований с различными подходами, выражением различных взглядов на сами науки математики и информатики и развитие межпредметных отношений в обучении им. в эпоху *цифровизации* в математике появилось множество прикладных систем, порождающих новые межпредметные связи. При этом в обучении информатике осуществляется применение математических компетентностей, в обучении математике – их развитие. Картина несколько исказилась, когда согласно ФГОС предметы математики и информатики оказались в одной образовательной области: к тому времени эти науки уже стали существенно различными дифференцированными системами с разными объектами исследования и концептуальными подходами к нему. Потребовалась совершенно новая концепция межпредметной связи в обучении информатике и математике в контексте предметной дифференциации и системно выраженной интеграции.

Постановка проблемы исследования

В соответствии с ФГОС математика и информатика оказались в одной образовательной области, тем самым обострив проблему их соответствия по содержанию и формам обучения. На самом деле, информатика и математика действительно имеют много общего, дополняя друг друга в своей предметной и методологической части научного познания, порождая и реализуя множество межпредметных связей. Однако они неоднородны, поэтому взаимосвязь их, и, следовательно, одноимённых предметов обучения не линейная. Тема этой взаимосвязи оказалась малоизученной, соответственно, система общего образования оказалась не готова к такому объединению предметов. Поэтому тема данной статьи представляется актуальной, а предлагаемые обсуждению проблемы – полезными для дискуссии.

Цель исследования

Целью данной работы являются:

- 1) Описание информатики, математики и логики как научных систем, имеющих потенциал межнаучной связи.
- 2) Методологическое и содержательное описание систем обучения информатике, математике и логике в контексте их взаимообусловленности и взаимовыражения, и в аспекте реализации имеющегося в них потенциала межпредметности и метапредметности.

Исследовательская методика

Основными **методологическими** подходами, используемыми в данной работе, являются: *Содержательный подход*, направленный на адекватное выражение содержания образования и структуры межпредметного взаимодействия триады.

Формальный подход, направленный на определение оптимальных формальных и логических средств представления межпредметных связей.

Социокультурный подход, направленный на представление компонентов, развитие личной информационной и математической культуры, знаний в процессе реализации и развитии межпредметных связей.

Основу **теоретической базы** настоящего исследования составила научные положения и выводы, представленные в трудах отечественных ученых, занимавшихся вопросами интеграции и дифференциации образования, проблемой осуществления межпредметных и метапредметных связей в обучении, а также нормативные документы в области образования в средней и высшей школах.

Методами, реализующими данные подходы, являются методы систематизации, логического моделирования, выражения явлений социокультуры.

Результаты исследования

Обучение информатике и математике в современной образовательной среде столкнулось с множеством проблем, в настоящее время не только не решённых, но и, видимо, неразрешимых. Это в значительной степени мешает их нормальному становлению и развитию как одних из самых важных и необходимых образовательных предметов в современной информационно-познавательной сфере. На самом деле, данная проблема ещё шире и глубже, упирается в проблему соответствия, вернее, существующего несоответствия информатики и математики как дифференцированных научных систем. Дело в том, что сложилось несколько искажённое представление об этих науках: с одной стороны, своеобразная *информатизация математики*, а с другой стороны, *математизация информатики*. Нарушился естественный процесс развития каждой из этих систем обучения, а новый не сложился и не складывается. Впрочем, у этих систем и своих внутренних проблем предостаточно, просто их стало больше.

С другой стороны, математика и информатика – родственные науки, и это «родство» должно наследоваться системами обучения им. То есть между ними возможна и, следовательно, необходима определённая взаимосвязь, выражаемая и реализуемая в межпредметных отношениях. Но эта связь должна проявляться не механически на формальном уровне, а дифференцированно на уровне межпредметной связи двух самостоятельных автономных систем.

В математике и информатике в последние десятилетия набирает силу тенденция к междисциплинарному синтезу при полном сохранении статуса отдельных дисциплин. Попытки найти общее основание для понятий информатики и математики не увенчались успехом. По мнению Л. Г. Кузнецовой, возможно выделение нескольких уровней этих связей: на уровне инструментов познания, на понятийном уровне, на уровне научных парадигм, "при котором каждый из этих предметов сохранил бы свое концептуальное ядро, понятийный аппарат и инструментарий. При этом их взаимодействие позволило бы повысить эффективность обучения, как информатике, так и математике" [6, с. 32].

Другими словами, связи математики и информатики в научно-образовательной сфере должны формироваться и развиваться на уровне *межсистемной дифференцированной интеграции*, или *интегрированной дифференциации*. Общий инструмент решения разнообразных задач – компьютер не повод объединить информатику и математику.

Математика – это одна из древнейших наук, изучающая мир и его явления, объекты, процессы формальными средствами (по форме), абстрагируясь от содержания. Её объектом исследования является абстрактная информация, представленная в виде элементов и содержащих их множеств, формальные отношения между ними. Предметом математики являются закономерные отношения, выраженные на языке элементарных отношений, в том числе, алгебраических операций. Математика представляется сбалансированной целостной системой, развиваемой по своим, свойственным ей и только ей, законам.

Математика является универсальным языком аналитического исследования. Базовым методологическим подходом математики является формальный подход, реализующий, как и все другие научные методологические подходы, фундаментальный подход научного познания – системный подход.

Формальный подход позволяет вскрывать устойчивые связи между элементами рассматриваемого процесса или явления [7]. То есть, исследование исходит из формы или опоры на форму, определения и использования знаний о ней. Часто педагоги и другие исследователи придают ему негативный аспект как к проявлению формализма. Однако это не верно: применение формального подхода объективно необходимо. Но, при этом это применение должно

быть дифференцированным, продиктовано прагматической целесообразностью и подчинено принципам системного подхода. Форма не может и не должна быть самодостаточной. Поэтому математике, хотя бы в опосредованной форме свойствен и *содержательный подход*.

Изучение математики в школе, да и в ВУЗе тоже, охватывает лишь малую толику её предмета и знаний. Выбирается то, что представляется самым необходимым для развития обучаемых и адаптации их в научно-образовательной и практической сферах. Ведь по выражению великого М. В. Ломоносова математика не только дает знания, но и *ум в порядок приводит*. Поэтому содержание обучения математики должно удовлетворять соответствующим требованиям: быть последовательным, упорядоченным и способствовать упорядочению мышления и знаний обучаемого, быть доступным его восприятию, соответствовать его возрастному уровню, психологическим признакам.

Необходимо формирование определённого уровня *математической культуры* обучаемого [8, 9], без наличия которой дальнейшее обучение математики становится бессмысленным или малоэффективным. Согласно мнению И. В. Бернатович "формирование математической культуры – это не просто передача определенной порции знаний, умений и навыков, приобретенных человечеством, но и участие в формировании мировоззрения человека" [8]. Например, формирование математической культуры учителя, по мнению М. С. Мирзоева, "предполагает наличие научного мировоззрения, умения с минимальным количеством признаков находить аналогию с другими областями математики, легко усматривать новые формулировки задач, на другом языке находить разные модели задачи, в том числе более простые, более наглядные [10, с. 59].

Исходя из анализа сути принципа культуросообразности применительно к математическому образованию, авторы показывают, что та ступень современной «всечеловеческой» математической культуры, на которой мы находимся в данное время, предъявляет к нам требование, чтобы мы действовали сообразно с ней, если только хотим добиться положительных результатов математического образования [11].

Уместно отметить, что математическая культура содержит элементы этической и эстетической социокультуры [например, см.: Дж. Фон Нейман, Ж. Адамар, В.Г. Болтянский, Е. А. Перминов и др.], получающей отражение в исследовании математики и его результатах.

Личная математическая культура – это личностное выражение общей математической культуры в процессе математического образования и саморазвития личности.

Следовательно, математическая культура – составная часть социокультуры общества, а формирование и развитие личной математической культуры предполагает опору на социокультурный подход.

Нарушение упорядоченности и преемственности в содержании обучения математики может превратить его в хаотическое множество полезного, но не очень понятного материала, нечто вроде "лоскутного одеяла из отдельных" (*выд. авторами*), не очень согласующихся между собой фрагментов. В результате такого подхода к обучению человек не получит полноценных знаний и умений (математической компетентности), а само обучение не решит вторую свою задачу – *ум в порядок приводить*. Следует сосредоточить обучение не на преобразовании математических выражений, которые раньше называли «примерами», а на решении логических задач.

В отличие от безликих «примеров», логические задачи имеют *содержание*, а именно:

1. *семантику*, заключённую в текстовую форму и выражаемую в известных учащимся понятиях и количественных показателях, известных из условия задачи и неизвестных, которые требуется определить;
2. *прагматику*, выражаемую действиями и их результатов, указываемыми в условии задачи.

Для решения такой задачи необходимо установить связи между семантикой и прагматикой, выразив их в математической форме и в уравнениях, если это предусмотрено условием задачи, то есть необходимо достроить *синтаксис* в содержании задачи и применить его для получения искомых результатов.

Следовательно, логическая задача является не только математической, но и *информационной*. Она развивает не только логико-аналитическое мышление, но и *синтетическое* [выделено авт.].

Более того «пример» действительно является конкретным примером действия математического закона (арифметического, алгебраического, геометрического), выраженного в количественной форме, числовой или символьной. То есть решение «примеров» – это работа с *данными*, когда как решение логических задач – это работа со *знанием* и, значит, развитие личных знаний.

Таким образом, предмет математики становится в центре *межпредметной связи* в сфере образования, а сами математические знания и умения приобретают характер *метапредметных и общеобразовательных*.

Как известно, «межпредметные связи в образовательном процессе являются выражением интеграционных процессов, происходящих в науке и в жизни общества» [12], которые играют важную роль в повышении практической и научно-теоретической подготовки обучающихся, способствуют активизации их познавательной деятельности. Поскольку, «процесс обучения математике традиционно включает реализацию связей с различными дисциплинами, а с внедрением ИКТ появляются новые возможности для реализации этих связей» [13], то осуществление межпредметных связей в образовательном процессе накладывает серьёзные требования к педагогам, поскольку перед ними в такой ситуации ставится задача – не только «иметь знания из смежных дисциплин», но и «владеть методологией других дисциплин» [14].

С одной стороны, математическое образование расширяется и углубляется, поскольку получается теперь не только в предмете математики, но и в других образовательных предметах, в частности, в *информатике*. С другой стороны, это накладывает дополнительные требования к обучению математике, к его систематичности, глубине, к *актуальности* содержания. Тогда обучение должно оставаться базовым, применимым ко всему общему образованию и, следовательно, обладать необходимой полнотой.

Информатика – наука молодая, сложившаяся во второй половине прошлого века, ещё не до конца сформировавшаяся и не признанная официально (её нет в номенклатуре наук). До сих пор бытует двойственность её определения, понимания как прикладной системы на стыке теории информации и автоматики и понимания в качестве *научной системы фундаментального исследования информации и информационной сферы*. В настоящее время преобладает второе из них: информатика является именно теоретической наукой об информации и образуемой ею сфере, развивающейся и исследующей своими средствами и методами информационный мир человека.

Информатика является бурно развивающейся наукой, и многие её базовые понятия уже стали *общенаучными концепциями*, переходящими на уровень философских, универсальных понятий познания.

Информатика – это *метаязык* науки, язык выражения содержания информации посредством формы, метапредметных понятий и отношений.

Целью информатики является определение общих закономерностей информационной сферы, образуемой информацией, целенаправленными информационными процессами и взаимодействием, а также определение закономерностей её базовых компонентов – информации, процессов, отношений, информационного взаимодействия.

Образовавшись в качестве раздела математики, фундаментальная информатика наследует её формальные методы в процессах формализации, моделирования, алгоритмизации. Но в своём развитии информатика далеко ушла от количественных понятий *К. Шеннона*, где

информация фактически отождествлялась с её формой. В таком понимании информации количество информации в хаотического множестве знаков и в книге «Война и мир» Л. Н. Толстого могло быть одинаковым. Поэтому предметы исследования информатики и математики являются в настоящее время не только различными, но и разнородными и, следовательно, *не могут составлять ни единую научную сферу, ни единую образовательную область*. Зато, именно по этой причине, они могут дополнять друг друга на научном и образовательном поле, образуя и реализуя великое множество межпредметных связей и отношений на основе продуктивного межсистемного взаимодействия.

В отличие от математики, *информатика изучает свой предмет и по форме, и по содержанию*. Объектом её исследования является информация, определяемая в неразделимом единстве *формы и содержания*.

Авторы статьи исходят из того, что информатика является единственной наукой, для которой одинаково важны форма и содержание. Поэтому информатике действительно свойственны формализация и абстрактное представление, а, следовательно, привлечение математических средств и методов, применение формального методологического подхода.

Однако главной составляющей информации является содержание: форма нужна для его выражения, формализация – для оптимального выражения и, следовательно, информатике, как науке об информации, наряду с наследуемым ею от математики формальным подходом свойствен *содержательный методологический подход*.

Содержательный подход предусматривает исследование содержания явлений, информации, процессов, свойств их элементов и отношений между ними, получения знаний о них посредством абстракции, анализа компонентов содержания и синтеза заключений и выводов [7]. Следовательно, содержательный подход в исследовании реализуется в сочетании с формальным подходом, а *формальный вне связи с содержательным подходом ведет к формализации*:

1. формальный подход позволяет выразить содержательные свойства исследуемого объекта через формальные связи, отношения;
2. содержательный подход позволяет изучать форму исследуемого объекта через проявление выражаемой ею содержания.

Таким образом, информатика изучает информационную сферу в качестве своего объекта исследования *в сочетании формального и содержательного методологических подходов*, которые, несмотря на кажущуюся альтернативность, не противопоставляются друг другу, а являются взаимодополняемыми. В информатике оба подхода предполагают наличие друг друга.

Кроме того, информатике и, соответственно, исследованию информационной сферы свойствен *социокультурный методологический подход*, сущность которого состоит в рассмотрении общества и человека в единстве культуры и социальности, образуемого и преобразуемого их деятельностью.

Социокультурный подход ориентирует не только на социальные аспекты познавательной деятельности, но и на ее *экологические аспекты, аспекты информационной безопасности мира и общества, на сохранение единства с природой*, ориентирует также на противодействие проявлениям формализма в области познания, технологизации мышления человека, негативным информационно-психологическим воздействиям, на развитие общего и личного *мировоззрения*.

Вышеизложенное означает, что однородности дифференцированных наук информатики и математики (в средствах, формах, методах исследования) нет и быть не может. Всякая попытка создания их искусственной однородности ведёт либо к математизации информатики с явным превалированием формализации и формального подхода в области её исследования,

либо к подмене математики как фундаментальной научной системы её проективным образом в информационной сфере. На наш взгляд, это ведет к научному исследованию в интегрированной информационно-математической сфере в условиях фактической неопределенности относительно применяемых методологических подходов. Но должно быть иначе. Здесь речь не идет о каком-либо противостоянии информатики и математики, что они совсем разные научные системы, и у них нет ничего общего.

Еще в 1986 году А. П. Ершов писал: «Как самостоятельная наука информатика вступает в свои права тогда, когда в рамках соответствующей частной науки строится информационная модель того или иного фрагмента действительности, – в информатике рассматриваются методические принципы построения таких моделей и манипулирования ими» [15].

В работе [16] дается определение «Информационная модель – это то сопряжение, через которое информатика вступает в отношение с частными науками, не сливаясь с ними, и в то же время не вбирая их в себя», "...это методологическая и научная значимость изучения понятия «информационная модель» в курсе информатики. Но весьма важен и прагматический аспект» [17]

Информационный объект представляет собой упорядоченное, структурированное множество элементов и отношений, поэтому *универсальная теория математики, алгебры, формальной логики востребована в информатике и её предмете*. Поэтому здесь либо присутствует определённая преемственность в исследовании, либо осуществляется необходимая интеграция методов и средств математики и информации. В любом случае происходит расширение их *межпредметных связей*, межнаучного взаимодействия.

На основании расширяющихся межпредметных связей математики и информатики, их реализации в интегрированной среде возникают новые дифференцированные научные системы, образуемые на стыке этих наук. Одним из примеров таких систем является **компьютерная алгебра** [9, 18], развиваемая в контексте межпредметной связи информатики (теоретической и прикладной) и математики. Компьютерная алгебра является теоретической наукой, осуществляющей прямой выход на практику. Основным предмет её исследования – знания и абстрактные модели. Знания компьютерной алгебры являются универсальными, общенаучными и общеобразовательными, применимыми в различных научных и прикладных сферах.

Все вышеуказанные внутренние и внешние противоречия информатики как научной системы получили отражение в **обучении** информатике и ИКТ, в содержании и формах этого обучения. В первую очередь, это создание так называемой единой образовательной области, включающей обучение математике и информатике. По сути дела, один из самых необходимых в эпоху глобальной информатизации образовательных предметов – информатика и ИКТ - перестал существовать. Эта очень большая ошибка, к сожалению, закреплённая в новом государственном стандарте. Субъекты образования не смогут получать полноценные знания, необходимые для адаптации в современной информационной сфере, не будет системного формирования личной информационной культуры, соответствующей информационному обществу, культуры информационной безопасности, медиакультуры. Любая учебно-образовательная компетентность может быть сформирована только на базе *знания*. Компетентность – это система, для её формирования и развития недостаточно отдельных данных и сведений. Для этого нужна соответствующая информационная система, и, следовательно, нужны личные знания.

Обучение математики, при этом, ничего не выиграло, не получив от объединения с информатикой никаких преимуществ. Изучение теории информации может быть полезно субъекту математического образования только при наличии базовых знаний математики, тогда, когда он может применить эти знания в процессах этого изучения, реализации межпредметных связей. Но это затруднено, ввиду сложности структуры содержания обучения и недостаточности учебного времени.

Перенасыщенная информатизация и компьютеризация математического образования затрудняет решение второй не менее важной задачи обучения математики: *развитие мышления*

субъекта, аналитического, логического, синтетического, формирование личной *математической культуры* в качестве составной части социокультуры субъекта.

а) без компьютера, смартфона, калькулятора обладатель такого математического образования становится беспомощным;

б) если раньше обучение математике и информатике осуществлялось параллельно, но взаимосвязано, дополняя друг друга и составляя взаимную опору, то теперь это две логически не связанные части предметного обучения, не составляющие единое системное целое.

Необходимо возвращение к прежней структуры предметного обучения, восстановление информатики в качестве отдельного дифференцированного образовательного предмета, и, вместе с этим, восстановление в прежнем виде образовательного предмета математики; создать возможность полноценного ее развития в реализации естественных межпредметных связей, учебно-образовательного взаимодействия, взаимовоздействия, взаимопоры. В учебном времени в современном образовании, в частности, в средней школе ощущается явный дефицит, который возрастает и будет дальше возрастать. Однако экономия учебного времени для одного важного предмета за счёт другого ничего хорошего не даст. Экономия следует искать в другом месте, например, необязательно изучать два иностранных языков в школах РФ!

Необходимо очищение содержания образовательных предметов от сравнительно менее важной информации, статистических данных, сведений. Необходима направленность на знания и сведения, *ведущие к этим знаниям*, дающим им непосредственное описание. Требуется не запоминание информации (сведений, данных), а понимание её, знание, где она хранится, как её найти и получить. С другой стороны, хорошо запоминается то, что востребовано, часто используется, т.е. *знания*. Память субъекта обучения должна заполняться базовыми *знаниями*, и *элементами социокультуры*, необходимыми ему для личного развития и саморазвития при умении ориентации в познавательной среде.

В обучении каждому образовательному предмету имеется *теория и практика*. Обычно практика предполагает применение теории и закрепление получаемых в ней знаний на практических примерах и задачах. В предмете информатики они составляют особое сочетание. Практика в обучении информатике и ИКТ – это деятельность в прикладной области информатики как научной системы, т.е. в информационной сфере. Поскольку эта деятельность основана на применении компьютерной техники и информационно-компьютерных технологий, ИКТ, предполагающей наличие эффективности, рациональности, а также безопасности, то необходимо приобретение субъектом обучения соответствующих умений и навыков, формирование предметной компетентности. То есть обучение информатике в общем образовании, в средней школе предусматривает освоение комплекса ИКТ, *необходимого и достаточного* для начала работы и конструктивного взаимодействия в информационной среде. Развивающейся личности субъекта обучения информатике требуются:

1. *информационная компетентность*, интеллектуальные возможности адаптации в информационной среде, сфере информатизации;
2. *информационная субкультура*, определяющая устойчивую (инвариантную) способность субъекта к адаптации в социально-информационной среде, к развитию и саморазвитию, к познанию и самообразованию [19].

ИКТ-компетентность необходима в учёбе, в работе, в быту, в социальном взаимодействии. В информационном обществе она жизненно необходима каждому человеку. Поэтому она более мотивирована на всех уровнях общего образования, включая самих субъектов образования. Видимо, на этом основании посчитали, что практика, освоение ИКТ более необходима субъекту образования, чем теория, по крайней мере, многие её темы. Однако это путь, ведущий в тупик. Полноценная адаптация человека в современной информационной сфере возможна

лишь при наличии сбалансированного сочетания его знаний о ней, информационной компетентности, личной информационной культуры, включающей культуру информационной безопасности, способности к информационно-правовому саморегулированию и саморазвитию как субъекта этой сферы. Приобретаемую в школе информационную компетентность необходимо развивать, наверное, всю жизнь. Необходимое и достаточное сегодня завтра может оказаться и ни тем, и ни другим, физически и морально устаревшим. Поэтому субъекту образования нужны базовая информационная подготовка и готовность к информационному самообразованию.

Поскольку все прикладные системы (информационные средства, технологии, ресурсы) составляют предмет прикладной информатики, то и практика обучения информатике в современном образовании должна рассматриваться *в аспекте прикладной информатики*. То есть практика обучения информатике может получить следующее представление:

1. теоретическая часть данного обучения, содержание которого составляет некоторое проективное представление теории прикладной информатики, её знаний и систематизированных сведений;
2. практическая часть данного обучения как деятельностное представление системы конструктивного (продуктивного, эффективного, безопасного) взаимодействия с информационными системами и технологиями, составляющими предмет прикладной информатики.

Как видим, между их содержаниями обучения математики и информатики есть много общего, хотя они отнюдь не однородны, «взаимосвязь между информатикой и математикой приобретает более сложные формы. Информатика с её методами и средствами позволяет качественно изменить подход к обучению математики» [13]. Оптимальным представляется обучение этим предметам на принципах преемственности и взаимного дополнения:

1. там, где превалирует форма или она имеет больший приоритет, и соответственно, превалирует формальный подход, более естественным является сфера обучения математики.
2. там, где превалирует содержание или оно имеет больший приоритет, и соответственно, превалирует содержательный подход, более естественным является сфера обучения информатики.

Совместное планирование содержания обучения математике и информатике поможет избежать излишнего дублирования и взаимоиспользования временных и прочих затрат. Например, формальная *алгоритмика* более близка математике, тогда как к информатике относится её соответствующая специфика, связанная с программированием.

Поскольку межпредметные связи математики и информатики получают "достаточно хорошее" *выражение в компьютерной алгебре*, в равной степени необходимой каждой из этих научных систем, то и межпредметные связи их систем обучения следует реализовывать опосредовано через включения отдельных тем в основное содержание предметного обучения, введением специальных курсов, спецсеминаров, организацией специальных *интегрированных уроков*: «Интегрированный урок – это специально организованный урок, цель которого может быть достигнута лишь при объединении знаний из разных предметов, направленный на рассмотрение и решение какой-либо пограничной проблемы» [20].

То есть необходимо более активное *включение содержания компьютерной алгебры в содержание информационно-математического образования*. Это в значительной степени может сделать «возможным формирование специалистов качественно нового уровня – людей, способных интегрировать знания математики и информатики» [21].

Логика является связующим звеном между математикой информатикой, помогая им в реализации их межпредметных связей и участвуя сама в межпредметных связях с ними. То есть парадигма *математика – логика – информатика* порождает множество межпредметных связей, реализуемых ими в их различных сочетаниях.

Логика – это *язык логического вывода и логической оценки суждений человека*, который имеет формальные и содержательные элементы, применяемые в зависимости от целей оценки и вывода.

Математике свойственна *формальная логика*, образующая в ней научную подсистему. Это бинарная *булева алгебра* с двумя логическими значениями: «Истина» и «Ложь».

Информатика тоже использует булеву алгебру, но с учётом своей специфики: с опорой не только на форму (формальный вывод), но и на содержание. То есть предполагается использование, реализация всех семантических и прагматических связей между различными логическими суждениями и выражающими их элементами для максимально возможного упрощения логического вывода. Часто решение логической задачи на этом и заканчивается. Более того, многие логические (и не только логические) задачи как раз и рассчитаны на сообразительность, синтетическое восприятие решающих их, на умение увидеть главное, основное звено – достаточно дёрнуть за «ниточку», и «узелок» сам развязывается.

При этом, опора на содержание свойственна и математике. Каждая логическая задача конкретна, имеет вполне определённое семантическое и прагматическое выражение, т.е. является информационной. Поэтому применение только формального подхода здесь не всегда рационально, надо применять и *содержательный*.

Следовательно, в содержании обучения и математике, и информатике должны присутствовать элементы логики и логического вывода, их применение при решении конкретных задач. При этом не должно быть увлечения формальным выводом, следует опираться на содержание, надо учить учащихся использованию существующих семантических и прагматических связей.

По мнению многих исследователей, в частности китайского учёного *Лю Гана* [22], современному киберпространству, в том числе образовательному киберпространству более соответствует *модальная логика* с определённым набором модальностей типа «Необходимо», «Возможно» вместе с их противоположностями. То есть *модальная логика – это логика необходимого и возможного*, где необходимость выражает внутренний потенциал системы, а возможность – условия среды и требования *социокультуры* в аспекте этики и безопасности отношений (устранения «новых опасностей» киберпространства [23].

Поскольку киберпространство и образовательное киберпространство представляют объективную реальность и весьма востребованы, то субъект образования для продуктивного, рационального и безопасного взаимодействия с ними должен иметь определённые представления о их логике, т.е. о модальной логике, модальностях, их семантике. Эти знания, соответствующие умения, медиакультуру учащиеся также могут получить и сформировать за счёт внедрения содержания компьютерной алгебры в обучение математике и информатике. Как отмечено в [24], «медиакультура рассматривается нами как феномен с разновекторной *модальностью*, которая констатирует "... медиакультуру как искусство возможного в поле человеческой субъективности в эпоху медиа».

Математика даёт формальное описание модальной логики. При этом модальная логика по определению является содержательной и, следовательно, *информационной*. То есть модальная логика является также предметом информатики и компьютерной алгебры, стоит *в центре их межпредметных связей*. В этом качестве она может быть и в центре межпредметной и метапредметной связи образовательных предметов математики и информатики.

Заключение

Поскольку математика и информатика имеют различные базовые методологические подходы, то они сами и соответствующие им образовательные предметы не могут быть однородными и составлять части единого целого в общей образовательной области. Это искусственное образование: они могут развиваться только на системной (межсистемной) основе на принципах межпредметной связи. Имеющийся потенциал их межнаучных отношений и межпредметных связей поможет информатике и математике преодолеть возникающие трудности и успешно развиваться в новых условиях. Необходимо наличие соответствующего *методологического обоснования*, педагогического исследования с отражением в методике и содержании предметного обучения на уровне примерных программ. На уровне конкретных систем обучения необходимы методика реализации межпредметных отношений, соответствующие учебно-методическое обеспечение для дидактически обоснованного развития и реализации их межпредметных связей.

Логика стоит в центре межпредметных отношений математики и информатики, участвуя в их реализации и формировании новых. Развитие киберпространства, образовательного киберпространства предполагает переход к модальной логике, *логике необходимого и возможного*, который в системе межпредметного обучения математике и информатике также можно осуществить через посредство компьютерной алгебры, т.е. через внедрение её элементов в межпредметное содержание этого обучения.

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

СПИСОК ЦИТИРОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арнольд В.И. Нужна ли в школе математика? Стенограмма пленарного доклада (Дубна, 21 сентября 2000 г.). М.: МЦНМО, 2004. - 32 с.
2. Журавлев Ю.И. Фундаментально-математический и общекультурный аспекты школьной информатики // Вопросы образования. 2005. №3. С. 192-200.
3. Семенов А.Л. Современный курс математики и информатики в школе. Вопросы образования. 200. № 1. С. 103–118.
4. Информатика в школе: прошлое, настоящее и будущее: материалы Всеросс. науч.-метод. конф. по вопросам применения ИКТ в образовании, 6–7 февраля 2014 г. / отв. за вып. Ю.А. Аляев, И.Г. Семакин; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2014.– 282 с.
5. Тестов В.А. Образование в информационном обществе: переход к новой парадигме [Текст]: монография / В. А. Тестов, О. Б. Голубев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Вологодский гос. пед. ун-т. - Вологда : Вологодский гос. пед. ун-т, 2016. - 175 с.
6. Кузнецова Л.Г. Проблемы теории и практики обучения студентов информатике и математике. // Инновационное образование и экономика. №12(1), 2007. – С. 27-38.
7. Коротенков Ю.Г. Информациология как методология познания мира. – М: «Перо», 2017. – 170 с.
8. Бернатович И.В. Математическая культура. Электронный журнал «Педагогика online». – 2016. <http://aneks.spb.ru/metodicheskie-razrabotki-i-posobiia-po-matematike/matematicheskaia-kultura.html>.

9. Коротенков Ю.Г. Абстрактная компьютерная алгебра. Монография. Учебное пособие. Palmarium Academic Publishing, Searbrücken, Германия, 2012. С. 428.
10. Мирзоев М.С. Формирование математической культуры будущего учителя информатики в условиях реализации школьных образовательных стандартов 2-го поколения : Монография / М. С. Мирзоев. – Москва : МПГУ, 2014. – 252 с.
11. Перминов Е.А., Гаджиев Д.Д., Абдуразаков М.М. Об актуальности фундаментализации математической подготовки студентов педагогических направлений в цифровую эпоху. [Текст]. // *Образование и наука*. 2019. Т. 21, № 5. С. 87–112. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-5-87-112.
12. Дмитрук И.К. Реализация межпредметных связей предметов естественнонаучного цикла, математики и информатики [Электронный ресурс]. URL: <https://refdb.ru/look/1876453.html>. (Дата обращения 28.08.2020).
13. Носков М.В., Попова В.В. Реализация межпредметных связей математики и информатики в современном учебном процессе // *Вестник КГПУ им. В. П. Астафьева*. – 2015. – № 1 (31). – С. 65–68. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_23099043_51232736.pdf.
14. Копров В.М., Сапир Е.В. Интеграционные процессы в инновационной среде высшей школы // *Интеграция образования*. – 2016. – Т. 20. – № 3 (84). – С. 382–392. DOI: 10.15507/1991-9468.084.020.201603.382-392. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_26693436_84120309.pdf
15. Ершов А.П. Информатика: предмет и понятие // *Кибернетика. Становление информатики*. – М.: Наука, 1986. – С. 28–31.
16. Ершов А.П. О предмете информатики // *Извест. АН СССР*. – 1984. – №2. – С. 113.
17. Гейн А.Г. Ожидания информатики. // *Информатика в школе: прошлое, настоящее и будущее: материалы Всеросс. науч.-метод. конф. по вопросам применения ИКТ в образовании, 6–7 февраля 2014 г.* / отв. за вып. Ю. А. Аляев, И. Г. Семакин; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2014. – 282 с. [С. 5-10].
18. Зюзьков В. М. Компьютерная алгебра. Издательство Томского университета 2014. – 121 с.
19. Abdurazakov M.M., Aziyev R.A.S., Muhidinov M.G. The principles of constructing a methodical system for teaching computer science in general educational school. *Espacios*. 2017. Т. 38. № 40. С. 2.
20. ОриентМикс. Межпредметные связи информатики. <https://pandia.ru/text/78/075/42223.php>.
21. Витухновская А.А, Марченко Т.С. Математика и информатика: межпредметные связи. <https://gazeta-licey.ru/flight-scientific-and-pedagogical-gazette/ict-distant-education/czifrovye-resursy-v-obrazovanii/3771-matematika-i-informatika-mezhpredmetnye-svyazi>.
22. Лю Ган. Философия информации и основы будущей китайской философии науки и техники. // *Вопросы философии*. 5 (2007).
23. Шапинская Е.Н. Ескапизм в киберпространстве: безграничные возможности и новые опасности. *Науки о культуре в перспективе «digital humanities»*, Санкт-Петербург. Материалы Международной конференции – СПб: Астерион, 2013.

24. Шайхитдинова С.К. Медиакультура: от «медийной социальности» – к её преодолению. Науки о культуре в перспективе «digital humanities», Санкт-Петербург. Материалы Международной конференции – СПб: Астерион, 2013.

REFERENCES

1. Arnold V.I. Do you need mathematics at school? Transcript of the ple-narrative report (Dubna, September 21, 2000). M., 2004. - 32 p.
2. Zhuravlev Yu.I. Fundamental-mathematical and general cultural aspects of school informatics // Education Issues. 2005. No. 3. p. 192-200.
3. Semenov A.L. Modern course of mathematics and computer science at school. Educational issues. 200. No. 1. p. 103–118.
4. Computer science at school: past, present and future: materials All-Russian. scientific method. conf. on the application of ICT in education, February 6-7, 2014 / otv. for issue. Yu.A. Alyaev, I.G. Semakin; Perm. state nat. issled. un-t. - Perm, 2014. - 282 p.
5. Testov V.A. Education in the information society: transition to a new paradigm [Text]: monograph / V.A. Testov, O.B. Golubev; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Vologda State ped. un-t. - Vologda: Vo-logodsky state. ped. un-t, 2016 . - 175 p.
6. Kuznetsova L.G. Problems of theory and practice of teaching students computer science and mathematics. // Innovative education and economics. No. 12 (1), 2007. p. 27-38.
7. Korotnikov Yu.G. Informationology as a methodology for understanding the world. -M: "Pero", 2017. - 170 p.
8. Bernatovich I.V. Mathematical culture. Electronic journal "Pedagogy online" - 2016. <http://aneks.spb.ru/metodicheskie-razrabotki-i-posobiia-po-matematike/matematicheskaia-kultura.html>.
9. Korotnikov Yu.G. Abstract computer algebra. Monograph. Tutorial. Palmarium Academic Publishing, Searbrücken, Germany, 2012. p. 428.
10. Mirzoev M.S. Formation of the mathematical culture of the future teacher of informatics in the context of the implementation of school educational standards of the 2nd generation: Monograph / M.S. Mirzoev. - Moscow: Moscow State Pedagogical University, 2014. - 252 p.
11. Perminov E.A., Gadzhiev D.D., Abdurazakov M.M. On the relevance of the fundamentalization of the mathematical training of students in pedagogical areas in the digital era. // Education and Science. 2019. Vol. 21, No. 5. P. 87–112. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-5-87-112.
12. Dmitruk I.K. Realization of intersubject connections of subjects of natural science cycle, mathematics and informatics [Electronic resource]. URL: <https://refdb.ru/look/1876453.html>. (Date of treatment 08/28/2020).
13. Noskov M.V., Popova V.V. Implementation of interdisciplinary connections of mathematics and informatics in the modern educational process. Bulletin of KSPU im. V.P. Astafieva. 2015. No. 1 (31). p. 65–68. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_23099043_51232736.pdf.

14. Koprov V.M., Sapir E.V. Integration processes in the innovative environment of higher education // Integration of education. - 2016. T. 20. - No. 3 (84). p. 382–392. DOI: 10.15507/1991-9468.084.020.201603.382-392. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_26693436_84120309.pdf
15. Ershov A.P. Informatics: subject and concept // Cybernetics. Formation of informatics. - Moscow: Nauka, 1986. p. 28–31.
16. Ershov A.P. On the subject of informatics // Izvestiya. Academy of Sciences of the USSR. - 1984. - No. 2. p. 113.
17. Gein A.G. Informatics expectations. // Computer science at school: past, present and future: materials of the All-Russian. scientific method. conf. on the application of ICT in education, February 6-7, 2014 / otv. for issue. Yu. A. Alyaev, I. G. Semakin; Perm. state nat. issled. un-t. - Perm, 2014. p. 5-10.
18. Zyuzkov V.M. Computer algebra. Tomsk University Publishing House 2014. - 121 p.
19. Abdurazakov M.M., Aziyev R.A-S., Muhidinov M.G. The principles of constructing a methodical system for teaching computer science in general educational school. Espacios. 2017. Vol. 38. No. 40. P. 2.
20. OrientMix. Interdisciplinary communication of informatics. <https://pandia.ru/text/78/075/42223.php>.
21. Vitukhnovskaya A.A., Marchenko T.S. Mathematics and computer science: interdisciplinary connections. <https://gazeta-licey.ru/flight-scientific-and-pedagogical-gazette/ict-distant-education/czifrovye-resursy-v-obrazovanii/3771-matematika-i-informatika-mezhpredmetnye-svyazi>.
22. Liu Gang. Philosophy of information and the foundations of the future Chinese philosophy of science and technology. // Questions of philosophy. 5 (2007).
23. Shapinskaya E.N. Aescapism in Cyberspace: Endless Possibilities and New Dangers. Cultural sciences in perspective "digital humanites", St. Petersburg. Materials of the International Conference - St. Petersburg: Asterion, 2013.
24. Shaikhidinova S.K. Media culture: from "media sociality" to overcoming it. Cultural sciences in perspective "digital humanites", St. Petersburg. Materials of the International Conference - St. Petersburg: Asterion, 2013.