

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
 Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
 ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.



<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

Прохоров Д.И. Распределение содержания обучения математике по информационным слоям в информационно-обучающих ресурсах. Фізико-математична освіта. 2018. Випуск 1(15). С. 276-280.

Prokhorov D. Distribution Of Content Of Training Mathematics On Information Layers In Information And Training Resources. Physical and Mathematical Education. 2018. Issue 1(15). P. 276-280.

УДК 51 (072)

Д.И. Прохоров

Минский городской институт развития образования, Республика Беларусь

prokhorov70@gmail.com

DOI 10.31110/2413-1571-2018-015-1-052

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ СЛОЯМ В ИНФОРМАЦИОННО-ОБУЧАЮЩИХ РЕСУРСАХ

Аннотация. В статье рассматриваются особенности дифференциации содержательного аспекта авторской методики взаимосвязанного обучения математике на уроках и внеурочных занятиях. Описано распределение содержания обучения по трем информационным слоям с нарастающей степенью насыщенности на примере разработанных апплетов информационно-обучающего ресурса. Содержание первого информационного слоя направлено для изучения и закрепления основных математических объектов, их свойств, второй слой позволяет обобщить и углубить знания учащихся путем установления и исследования взаимосвязей изучаемых объектов, информационная компонента третьего слоя способствует обогащению связей между ближайшими и отдаленными математическими понятиями, а также введению понятий и связей, выходящих за пределы учебной программы. Организация учебной информации дифференцированной по степени сложности позволяет опираться на взаимное дополнение и активизацию различных аспектов мыслительной деятельности учащихся: логического, наглядно-графического, аналитического. Апплеты сконструированы с учетом требований эргономики, закономерностей визуального восприятия математических объектов и индивидуальных мыслительных особенностей учащихся. Описано содержание и особенности использования в процессе обучения математике учащихся апплетов трех видов: информационные, позволяют ввести для изучения математические объекты на основе динамических моделей, содержат краткие теоретические сведения о свойствах, признаках и взаимосвязях объектов; диагностические апплеты своей дидактической целью имеют диагностику, контроль усвоения учебного материала, а также коррекцию знаний учащихся, ликвидацию пробелов в знаниях и предотвращения типичных ошибок; комбинированные апплеты предусматривают изучение теоретического материала посредством работы с динамическими визуальными моделями объектов, выполнение учащимися тестовых заданий, получение сведений о полноте усвоенных ими знаний по данной теме. Автор уделяет особое внимание необходимости учета принципа оптимальной информационной насыщенности учебного материала при проектировании содержания апплетов с целью предотвращения избытка содержательной и визуальной емкости ресурса.

Ключевые слова: методика обучения математике, информационный слой, информационно-обучающий ресурс, апплет.

Постановка проблемы. В связи с реформированием образования, активно происходит модернизация содержания, форм и методов проведения уроков и внеурочных занятий, направленных на приобретение учащимися конкретных и общеучебных умений и навыков, позволяющих эффективно участвовать во всех видах работы с информацией: получении, накоплении, переработке, в создании новой информации, ее передаче и практическом использовании. Для всех этих видов деятельности необходимы умения и навыки работы с информацией, которые формируются в процессе обучения математике на основе использования информационно-обучающих ресурсов (далее – ИОР).

Анализ путей решения проблемы. Изучение программ факультативных занятий показало, что многие из них обладают следующими *недостатками*: направленность целей занятия на формирование частно-предметных знаний, умений и навыков, а не метапредметного знания и способов деятельности; отсутствие выраженной взаимосвязи алгебраического и геометрического компонентов содержания обучения, следствием чего является фрагментарность знаний учащихся, в особенности в 7–9 классах.

В нашем исследовании мы опираемся на трактовку **внеурочных занятий** как организованных и целенаправленных занятий учащихся, проводимых во внеурочное время для расширения и углубления их знаний,

умений и навыков по отдельным учебным предметам [1, с. 50]. Эти занятия выходят за рамки факультативных, включая также стимулирующие, поддерживающие и дополнительные образовательные услуги.

Под **взаимосвязанным обучением математике на внеурочных занятиях и уроках** мы понимаем специальным образом организованный процесс взаимодействия учителя и учащихся, состоящий в использовании *расширенного и дополненного содержания*, предусматривающего *дифференциацию учебного материала* по степени информационной насыщенности; обогащению на основе этого содержания *процесса математической подготовки индивидуально-ориентированными методами и формами учебно-познавательной деятельности*, в том числе, с использованием ИОР; дополнении традиционных форм *контроля системой рефлексивно-оценочного мониторинга и диагностики динамики учебных достижений учащихся*, для обеспечения мотивации учения и повышения уровня их математической подготовки. **Методика взаимосвязанного обучения математике на внеурочных занятиях и уроках** (далее – разработанная методика) – взаимодействие субъектов обучения, охватывающее содержательное наполнение и организацию использования форм, методов и средств, взаимосвязь которых обусловлена единством образовательных, воспитательных и развивающих целей [2, 93 с.].

Цель статьи – представление наработанного опыта по разработке и использования авторских информационно-обучающих ресурсов для использования на уроках и внеурочных занятиях по математике, отличительной особенностью содержательного компонента которых является дифференциация информационной составляющей по трем слоям с нарастающей степенью насыщенности.

Использование ИОР обеспечивает потребность учащихся не только в статичных, но и в динамических наглядных моделях, позволяет реализовывать принцип оптимальной информационной насыщенности учебного материала за счет распределения содержания обучения по информационным слоям учебных математических апплетов с учетом доминирующего способа усвоения.

Учебный математический апплет (далее – апплет) – учебно-методическое средство, являющееся составной частью компьютерного ИОР, предоставляющее возможность как линейного, так и нелинейного изучения содержания, сочетающее символьный и графический способы представления материала, и включающее в себя динамическую модель математического объекта, краткий теоретический материал, контрольно-измерительный инструментальный эффективности его усвоения.

Мы считаем, что важной особенностью дифференциации информационного обеспечения содержательного аспекта разработанной методики является учет **принципа оптимальной информационной насыщенности учебного материала** внеурочных занятий, что предполагает такую его организацию, которая позволит наиболее полно реализовать развивающие функции обучения в предметном поле математики, будет способствовать эффективному восприятию и пониманию учащимся учебной информации. Это позволит развивать и поддерживать мотивацию учения без ущерба математической строгости изложения, способствовать личностному развитию учащихся. Данный принцип основывается на *принципе оптимальности* [3], который предъявляет требования разумности, рациональности, чувства меры в применении всех элементов внеурочных занятий и уроков, т.е. достижение максимально возможного результата при минимально необходимых затратах времени и усилий. При этом *информационная насыщенность* ИОР нами рассматривается как общее количество информации, содержащееся в нем и ее эффективность с точки зрения достижения поставленной дидактической цели использования ресурса.

Например, **I информационный слой** предназначен для изучения и закрепления основных математических понятий, свойств, формул, закономерностей; **II слой** позволяет повторить, закрепить и обобщить изученный материал путем установления и исследования взаимосвязей изучаемых объектов; **III слой** способствует обогащению связей между ближайшими и отдаленными понятиями, а также введения понятий и связей, выходящих за пределы учебной программы.

Непродуманное использование компьютерных ИОР может привести к *информационной перенасыщенности* учебного материала, недостаточной обратной связи, следствием чего является невосприятие информации, рассеивание внимания, быстрая утомляемость учащихся, снижение мотивации учения и низкая продуктивность обучения. Рассмотрение компьютеризации образования как цели, а не средства повышения эффективности математической подготовки приводит к тому, что порою происходит практически полная замена живого общения участников образовательного процесса безличным и, как правило, извне почти не контролируемым «общением» с компьютером. *Информационная недостаточность* приводит к сведению роли ИОР к «плакатной» визуализации учебной информации, когда остаются не в полной мере реализованными принципы математической строгости, наглядности, развития мотивации учения и т.д. Очевидно, что и в первом, и во втором случае развивающая и дидактическая функции использования компьютера реализуются далеко не в полной мере.

Нами разработан **информационно-обучающий ресурс «Математика во внеклассной работе. 7–9 классы»** [4] на основе среды «Математический конструктор» 6.0. (ООО «База знаний – XXI век», РФ). Плеер, позволяющий просматривать апплеты, распространяется бесплатно и предназначен для поддержки обучения и процесса преподавания с помощью интерактивных динамических моделей. Разработанные нами интерактивные модули содержат апплеты, которые могут быть непосредственно включены в содержание обучения. *Это позволяет использовать ИОР «Математика во внеклассной работе. 7–9 классы» не только в условиях компьютерных кабинетов учреждений общего среднего образования, но и на домашних компьютерах учащихся, при работе с электронными книгами, smartphone, iphone, ipad и т.д.* Современная среда разработки позволяет закодировать исходный текст документов, что защищает его от несанкционированного доступа.

Разработанный ИОР позволяет реализовать когнитивную и личностно-развивающую составляющую обучения: наглядно продемонстрировать формальные алгебраические объекты посредством графической интерпретации, и наоборот – иллюстрировать изменения графических или геометрических объектов соответствующими изменениями в символьных, числовых или алгебраических выражениях, что способствует предотвращению типичных ошибок, обеспечивает взаимосвязь знаний, формирует конкретные и общеучебные знания и умения учащихся. Для ликвидации

пробелов в знаниях обучающихся, долгое время пропускавших занятия, предусмотрена возможность самостоятельного использования ИОР удаленно, при этом учитель может контролировать количество обращений к ресурсу, оценивать правильность или неправильность выполнения задания.

Компонентами учебного модуля ИОР «Математика во внеклассной работе. 7–9 классы» являются апплеты трех типов:

– *информационные апплеты* – содержат краткий теоретический материал, динамические модели, решения типовых математических задач, и предназначены для изучения математических объектов по темам: «Дробно-линейная функция», «Степенная функция», «Виды треугольников», «Медиана, биссектриса, высота, серединный перпендикуляр треугольника», «Точки пересечения медиан, биссектрис, высот, серединных перпендикуляров треугольника», «Центр вписанной и описанной окружностей треугольника», «Признаки параллельности прямых», «Соотношение между сторонами и углами прямоугольного треугольника», «Подобие треугольников»;

– *диагностические апплеты* – включают тестовые задания и предполагают решение определенной математической задачи, ввод и проверку полученного результата по темам: «Геометрический смысл системы двух линейных уравнений с двумя неизвестными», «Квадратное уравнение», «Свойства параллельных прямых», «Применение подобия для решения практических задач»;

– *комбинированные апплеты* – содержат краткий теоретический материал, динамические модели и тестовые задания, а также позволяют проводить дидактические учебные игры по темам: «Решение линейного уравнения», «График линейной функции», «Квадратичная функция», «Квадратичная функция как произведение линейных», «Неравенство треугольника», «Прямая теорема Пифагора», «Теорема, обратная теореме Пифагора» [5].

Апплеты позволяют осуществлять предъявление учебного материала с постепенным наращиванием плотности информационных слоев. Такой подход позволяет реализовывать единство деятельности и мышления на основе осуществления когнитивной визуализации изучаемых математических объектов. *Апплеты разработаны с учетом принципа оптимальной информационной насыщенности учебного материала, особенностей наглядного моделирования, что выражается в соотношении аналитического метода решения или формулы с их графической или геометрической интерпретацией, послойным распределением учебной информации, возможностями гомогенного и гетерогенного контроля уровня усвоения учебного материала учащимися.*

Такое представление учебной информации позволяет опираться на взаимное дополнение и активизацию различных аспектов мыслительной деятельности учащихся: логического, наглядно-графического, аналитического. Содержание апплетов составлено с учетом закономерностей визуального восприятия математических объектов и индивидуальных мыслительных особенностей учащихся.

Предусмотрено три способа перехода между апплетами и их информационными слоями при работе с ИОР «Математика во внеклассной работе. 7–9 классы»:

а) Пользователю предоставлена возможность *свободной навигации между информационными слоями одного апплета*, перехода на другие апплеты.

б) Пользователю предоставлена возможность *свободной навигации между содержанием различных апплетов, относящихся к одному информационному слою*, перехода на другие слои, необходимые для достижения дидактической цели урока и внеурочного занятия.

в) Пользователю предоставлена возможность *свободной навигации между различными слоями и различными апплетами* (ветвление).

Такой подход включает *два аспекта логической организации учебного математического материала*: *локальная логическая организация* – внутри одной темы (один информационный слой); *глобальная логическая организация* – несколько учебных тем (несколько информационных слоев).

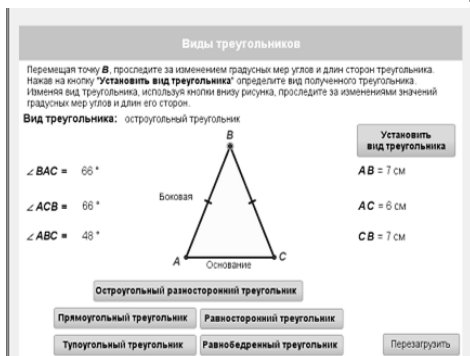
Содержание информационных слоев на примере апплета «Треугольники» ИОР «Математика во внеклассной работе. 7–9 классы» представлено на рисунке 1.

Апплеты составлены на основе закономерностей восприятия [6], что позволяет сформировать наглядно-графический образ математического объекта и впоследствии перейти от наглядно-интуитивного представления к формализованно-семантическому. Так, для учащихся с *топологическим восприятием* аналитическое задание функции сопровождается ее графиком, словесные формулировки определений и свойств геометрических объектов дополняются динамическими рисунками и т.д.; учащиеся с *метрическим типом* имеют возможность работать с различными числовыми значениями коэффициентов уравнений, длинами отрезков, градусными мерами углов и т.д.; для учащихся с *алгебраическим и проективным типами* предусмотрена динамика положения и формы изучаемых математических объектов; учащимся с *порядковым типом* будут полезны краткие алгоритмы решения типовых задач и т.д.

Разработанные *методические указания для учителя* содержат вопросы, обсуждение которых является не только средством промежуточной диагностики знаний, но и средством активизации, в ходе которой происходит обогащение, расширение и углубление знаний и практических умений, устанавливаются связи с ранее усвоенным материалом. В случае затруднений, для выяснения того, была ли эта ошибка случайна или имела глубинный характер, на следующем занятии проводится повторный опрос, тем самым обеспечивается цикличная форма обучения.

Применение **метода экспертных оценок (опрошено 250 учителей математики учреждений общего среднего образования Республики Беларусь, Украины, Российской Федерации)** показало высокую востребованность и эффективность использования разработанного ИОР «Математика во внеклассной работе. 7–9 классы»: 96% используют возможности апплетов для динамического представления теоретического материала; 68% – для решения математических задач; 64% – проведения учебного исследования; 44% – для диагностики уровня усвоения учебного материала.

I информационный слой



Содержит определения треугольника, его видов, составных элементов, позволяет провести учебное исследование о необходимом условии существования треугольника.

Дидактическая цель: формирование и систематизация знаний учащегося о необходимом условии существования треугольника.

Динамическая особенность: возможность самостоятельного (или под руководством учителя) проведения учебного исследования о необходимом условии существования треугольника.

II информационный слой



Содержание дополняет предыдущий слой определениями понятий медиана, биссектриса, высота, серединный перпендикуляр, проведенный к стороне треугольника.

Дидактическая цель: формирование знаний обучающегося о медианах, биссектрисах и т.д., особенностях их построения в зависимости от вида треугольника.

Динамическая особенность: установление и изучение связей между местоположением точек пересечения медиан (биссектрис, высот и т.д.) в различных видах треугольников.

III информационный слой



Содержание дополняет предыдущий слой определениями и графическим представлением понятий «прямая Эйлера», «внеписанная окружность треугольника», «теорема Napoleона».

Дидактическая цель: на основе динамической модели позволяет устанавливать взаимосвязь местоположения точки пересечения биссектрис и центра вписанной в треугольник окружности и т.д.

Динамическая особенность: изучение математических объектов и решения задач целью развития учащегося.

Рис. 1

Выводы. Современные компьютерные приложения позволяют учителю самостоятельно, без специальных навыков программирования, разрабатывать авторские учебные апплеты, решающие конкретные педагогические задачи на уроках и внеурочных занятиях, учитывающие профессиональный опыт педагога и личностные особенности отдельного ученика, классного коллектива, школы. Целесообразное использование специально разработанных информационно-образовательных ресурсов на внеурочных занятиях способствуют не только углублению знаний учащихся, повышению уровня их мотивации к выполнению практических задач, но и позволяют проводить политехническую профориентационную работу с учащимися учреждений общего среднего образования, готовить их к олимпиадам по математике, организовывать учебно-исследовательскую деятельность учащихся, что в конечном итоге способствует повышению эффективности математической подготовки обучающихся в целом.

Список использованных источников

1. Психолого-педагогический словарь :ок. 2000 ст. / сост. Е. С. Рапацевич. Минск: Соврем. слово. 2006. – 925 с.
2. Прохоров Д. И. Методика взаимосвязанного обучения математике во внеурочной и учебной деятельности в 7-9 классах. Фізико-математична освіта : науковий журнал. 2016. Випуск 2(8). С. 93–97.
3. Бабанский Ю. К. Оптимизация процесса обучения: общедидактический аспект. М. : Педагогика, 1977. 254 с.
4. Прохоров Д. И. Информационно-образовательный ресурс «Математика во внеклассной работе. 7–9 классы» : блог посвящ. орг. и проведению внеклас. работы по математике. URL: <http://diprokhorov.blogspot.com>. – Дата доступа: 13.05.2016.
5. Прохоров Д. И. Использование информационно-образовательного ресурса «Математика во внеклассной работе. 7-9 классы». Весн. адукацій. 2015. № 3. С. 21–32.
6. Каплунович И. Я., Петухова Т. А. Пять подструктур математического мышления: как их выявить и использовать в преподавании. Математика в шк. 1998. № 5. С. 45–48.

References

1. Psihologo-pedagogical dictionary: approx. 2000 art. / originator E. S. Rapatsevich. Minsk: Sovrem. slovo. 2006. 925 s. (in Belarus)
2. Prohorov D. I. The methodology of interrelated teaching of mathematics in extra-curricular and educational activities in grades 7-// Fiziko-matematichna osvita : naukovi zhurnal. 2016. Vipusk 2(8). S. 93–97. (in Ukrainian)
3. Babanskiy Yu. K. Optimization of the learning process: obschedidaktichesky aspect / M. : Pedagogika, 1977. – 254 s. (in Russian)
4. Prohorov D. I. Information and educational resource "Matematika vo vneklassnoy rabote. 7–9 klassyi" [Electronic resource]: blog dedicated. org. and conducting out-of-class activities. work on mathematics. – Access mode : <http://diprokhorov.blogspot.com>. – Access Date: 13.05.2016. (in Belarus)
5. Prohorov D. I. The use of information and educational resource "Matematika vo vneklassnoy rabote. 7–9 klassyi // Vesn. adukatsiyil. 2015. # 3. S. 21–32. (in Belarus)
6. Kaplunovich I. Ya., Petuhova T. A. Five substructures of mathematical thinking: how to identify them and use them in teaching // Matematika v shk. 1998. # 5. S. 45–48. (in Russian)

DISTRIBUTION OF CONTENT OF TRAINING MATHEMATICS ON INFORMATION LAYERS IN INFORMATION AND TRAINING RESOURCES

Dmitry I. Prokhorov

Minsk City Institute for the Development of Education

Abstract. *The article discusses the features of the differentiation of the content aspect of the author's methodology of interrelated teaching of mathematics in lessons and after-school classes. The distribution of the content of training in three information layers with an increasing degree of saturation is described using the example of developed applets of information and learning resources. The content of the first information layer is aimed at studying and fixing the basic mathematical objects, their properties, the second layer allows to generalize and deepen students' knowledge by establishing and investigating the interrelationships of the studied objects, the information component of the third layer helps enrich the links between the nearest and remote mathematical concepts, as well as the introduction of concepts and links that go beyond the curriculum. The organization of educational information, differentiated in degree of complexity, makes it possible to rely on mutual complementation and activation of various aspects of the cognitive activity of students: logical, visual-graphic, analytical. Applets are designed taking into account the requirements of ergonomics, the laws of visual perception of mathematical objects and individual mental characteristics of students. The content and peculiarities of using three types of applets in the learning process for the mathematics of pupils are described: informational, they allow us to introduce mathematical objects on the basis of dynamic models, contain brief theoretical information about the properties, attributes and interrelationships of objects; diagnostic applets for their didactic purpose have diagnostics, control of mastering of educational material, as well as correction of students' knowledge, elimination of knowledge gaps and prevention of typical mistakes; combined applets provide for the study of theoretical material by working with dynamic visual models of objects, students performing test tasks, obtaining information on the completeness of the knowledge they have learned on this topic. The author pays special attention to the need to take into account the principle of optimal information saturation of the educational material when designing the content of applets in order to prevent the excess of the content and visual capacity of the resource.*

Key words: *methodology of mathematics teaching, an information layer, an information-learning resource, an applet.*