

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

УДК 378.14:004

Ю. А. АБРАМЕНЯ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина
Научный руководитель – Л. Н. Савчук

УЧАСТИЕ ШКОЛЬНИКОВ В ДИСТАНЦИОННЫХ И ОЧНЫХ КОНКУРСАХ ПО ИНФОРМАТИКЕ. РАЗРАБОТКА ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНКУРСОВ ПО ИНФОРМАТИКЕ

В связи с развитием средств информационно-коммуникационных технологий наблюдается повышение значения учебного предмета «Информатика» в системе образования. Развитию интереса к глубоким и систематическим занятиям информатикой могут способствовать соревнования школьников по информатике.

Существует множество различных конкурсов по информатике. К ним относятся конкурсы, которые учителя самостоятельно проводят в школе, например: «Знатоки информатики», «Компьютерный конкурс», «Конкурс знатоков информатики», «ИК – информационный конкурс» и т. д. Эти все конкурсы находятся в открытом доступе в Интернете.

В настоящее время наиболее популярным конкурсом по информатике является игра-конкурс «Инфомышка» – интеллектуальный конкурс, который ежегодно организует Белорусская ассоциация «Конкурс» совместно с Академией последипломного образования при поддержке Министерства образования Республики Беларусь. Конкурс «Инфомышка» проводится с целью развития и поддержки интереса школьников к изучению информатики. В отличие от олимпиад, участниками конкурса могут быть все желающие учащиеся 3–9 классов, причем конкурс не предполагает предварительного отбора и последующего отсева участников. «Инфомышка» проводится по правилам популярной у школьников международной математической игры-конкурса «Кенгуру». Конкурс «Инфомышка» проводится в школах, лицеях, гимназиях, где обучаются участники, в один и тот же день [1].

Нами были проанализированы задания конкурса для разных классов за 2021 год. В ходе исследования было выявлено следующее: задания составлены грамотно и отличаются разнообразием, однако некоторые вопросы повторялись в разных классах, например: для 3–4 классов вопрос на смекалку находился под № 23, для 5–6 классов – под № 26, для 7–9 классов – под № 7. Еще около трех вопросов повторялись в заданиях для 5–6 и для 7–9 классов. Были затронуты вопросы по устройствам компьютера, единицах измерения информации, на внимательность, также вопросы на логику и нестандартное мышление.

Конкурс «Бобер» – единственный конкурс по информатике, признанный мировым сообществом в качестве единого для всех стран и основанный на согласованном списке избранных задач по информатике, предложенных странами-участниками. Главная цель конкурса «Бобер» состоит в том, чтобы способствовать росту интереса у школьников к информационно-коммуникационным технологиям с первых дней пребывания в школе. К участию допускаются ученики средних школ и средних профессиональных учебных заведений. Конкурс проводится на базе компьютерных классов школы, имеющих

выход в Интернет. «Бобер» является полностью компьютеризированным конкурсом и проводится посредством Интернет в режиме онлайн [2].

Рассмотрев и проанализировав задания и вопросы конкурсов по информатике, были разработаны следующие задания для школьного конкурса.

Задания для 3–4 классов.

1. Выберите команды, которые могут входить в систему команд исполнителя «КОМПЬЮТЕР»:

А) Присоединить. Б) Придумать. В) Напечатать. Г) Закодировать. Д) Посоветовать.

Ответ: В, Г.

2. На сковородке помещается два бутерброда. На поджаривание бутерброда с одной стороны требуется 1 минута. Как поджарить за 3 минуты три бутерброда с обеих сторон?

Ответ: Кладем два бутерброда, когда они дожариваются – один переворачиваем, а другой убираем и кладем неготовый, через минуту убираем готовый, кладем тот (пожаренный с одной стороны) и переворачиваем тот (на сковородке).

Задание для 5–6 классов.

1. Егор, Дима и Саша ловили рыбу. Каждый из них поймал либо ершей, либо пескарей, либо окуней.

Кто из них каких поймал рыб, если известно, что:

1. Колючие плавники есть у окуней и ершей, а у пескарей их нет.

2. Егор не поймал ни одной рыбы с колючими плавниками.

3. Дима поймал на 2 окуня больше, чем поймал рыб Егор?

Сколько рыб поймал каждый из мальчиков, если Егор поймал 3 рыбы, а всего рыб было меньше 10?

Ответ: Егор поймал 3 пескаря, Дима – 5 окуней, Саша – одного ерша.

Задание для 7–9 классов.

1. Четверо ребят обсуждали ответ к задаче. Костя сказал: «Это число 9». Рома: «Это простое число». Катя: «Это четное число». А Настя сказала, что это число 15. Назовите это число, если и девочки, и мальчики ошиблись ровно по одному разу.

Ответ: Допустим, Костя сказал правду, тогда хотя бы одно утверждение девочки должно совпадать с Костиным. Но это невозможно, т. к. 9 – не четное число и не число 15. Значит, из мальчиков правду сказал Рома, а Костя соврал. Допустим, из девочек сказала правду Настя, но это не верно, т. к. мы знаем, что Рома сказал правду, а 15 не является простым числом. Значит, из девочек правду сказала Катя, а Настя соврала. Итак, нам известно, что число четное и простое. Единственное четное и простое число – это «2».

Основная цель конкурсов по информатике в школе – повышение интереса к информатике как учебному предмету, поэтому для учителя информатики важно накапливать банк разнообразных интересных заданий для подготовки к конкурсам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Общественное объединение «Белорусская ассоциация “Конкурс”» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bakonkurs.by/infomych/infomych.php/>. – Дата доступа: 29.03.2022.

2. Международные конкурсы «Бобер-2021» и «Инфомышка-2021» – ГУО «Гимназия №1 г. Слонима» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gymn1-slonim.by/?p=15428/>. – Дата доступа: 29.03.2022.

УДК 514.371.38

Н. В. АРТЁМЕНКО

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. А. Каллаур, канд. пед. наук, доцент

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ПРЕЗЕНТАЦИЙ НА УРОКАХ СТЕРЕОМЕТРИИ

Современное общество неразрывно связано с процессом информатизации. Происходит повсеместное внедрение компьютерных технологий. При этом одно из приоритетных направлений процесса информатизации общества – информатизация образования.

При изучении нового материала использование презентации позволяет иллюстрировать учебный материал. При решении устных упражнений презентация дает возможность учащимся оперативно выполнять задания.

Мультимедийные презентации – это удобный и эффективный способ представления информации с помощью компьютерных программ. Он сочетает в себе динамику, звук и изображение, т. е. те факторы, которые наиболее долго удерживают внимание ребенка. Также компьютерная презентация дает возможность учителю самостоятельно скомпоновать учебный материал, исходя из особенностей конкретного класса, темы, что позволяет построить урок так, чтобы добиться максимального эффекта [1].

Наиболее эффективно применение мультимедийных презентаций на уроках стереометрии в старших классах. Многие школьники в начале изучения стереометрии обладают слабым пространственным воображением, что затрудняет для них понимание этого предмета. А мультимедийные презентации позволяют вывести уроки стереометрии на новый уровень наглядности и простоты понимания для школьников. Особенно это заметно при изучении различных многогранников и построения их сечений.

Однако мало кто из учителей использует мультимедийную презентацию при проведении уроков стереометрии, полагаясь больше на объемные модели, плакаты и другие средства наглядности. Это связано с определенными трудностями, возникающими на различных этапах подготовки мультимедийной презентации к уроку и при использовании ее на уроке.

Рассмотрим основные проблемы, возникающие при подготовке, проектировании и использовании мультимедийной презентации для урока стереометрии:

- Неумение учителей работать с программами, предназначенными для конструирования мультимедийных презентаций. Для создания презентаций необходима определенная теоретическая база и навыки работы в той или иной программе по их созданию. Это связано с особенностями восприятия информации школьниками: слайды презентации не должны быть перегружены информацией, быть лаконичного неброского цветового решения, с качественной анимацией и т. д. Многим учителям просто не хватает времени на изучение этого материала и обучение работе с программами или приложениями. А одними из самых сложных в создании учебных презентаций являются презентации по стереометрии.

- Многие школы не оснащены минимально необходимым программным и техническим обеспечением для подготовки и использования презентаций. Это обусловлено большими ценами на необходимую технику и программное

обеспечение, что затрудняет использование презентаций на уроках как по стереометрии, так и по другим предметам. В свою очередь другие средства наглядности обладают относительной дешевизной, например, модели многогранников из бумаги или дерева или печать плакатов.

- Затрата большого объема времени на создание презентации. Мультимедийные презентации требуют много времени для своего создания, в особенности если они предназначены для уроков стереометрии, т. к. создание качественной анимированной трехмерной модели требует много сил [2].

- Еще одна из особенностей и в то же время проблем создания презентаций именно по стереометрии – это сложность компоновки информации на слайде презентации. Это связано с тем, что изображения стереометрических фигур занимают достаточно много места, особенно если они анимированы, и очень сложно разместить вместе с ними необходимую информацию в виде пометок или текста, чтобы это смотрелось лаконично и не перегружало внимание и восприятие школьников [2].

- Сложность использования презентации непосредственно на уроке. Презентации по стереометрии объемные, отнимают много времени урока, особенно если это темы на построение многогранников или их сечений, где время занимает и анимация самого построения. Однако этот минус перевешивает тот факт, что это все равно более быстро, чем проводить построение с помощью инструментов на доске, и аннулирует вероятность недостаточной наглядности (наложения некоторых ребер друг на друга на нарисованном от руки изображении).

Однако все эти проблемы вполне решаемы в современном обществе. Все больше школ оснащаются новейшим оборудованием, которое дает практически неограниченные возможности использования наглядных средств. Вполне достаточно даже базового оборудования в виде ноутбука, проектора и подвесного экрана. Создается множество приложений для конструирования учебных мультимедийных презентаций, в том числе и приложения, разработанные специально для уроков стереометрии, с простым и удобным интерфейсом для простоты и быстроты создания презентаций. Например, образовательный ресурс GeoGebra, Интерактивная Стереометрия Cabri 3D и мн. др. Вполне достаточно даже самого распространенного Microsoft PowerPoint (хоть он и не очень удобен для конструирования презентаций для анимации сложных стереометрических построений).

Главное, чтобы, несмотря на все трудности, учителя не боялись использовать средства, ИКТ, особенно на уроках стереометрии, где так важна максимальная наглядность, легкость восприятия, развитие пространственного воображения и внимания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баринаова, В. М. Использование ИКТ на уроках математики в основной школе как средство активизации познавательной деятельности учащихся / В. М. Баринаова. – Муром, : 2014. – 11 с.

2. Ковалева, М. А. Практические рекомендации по подготовке и проведению презентаций [Электронный ресурс] : учеб. пособие – М. : Мир науки, 2019. – Режим доступа: <https://izdmm.com/PDF/51MNNPU19.pdf>. – Дата доступа: 08.04.2022.

УДК 371:517.0

В. А. Вандич

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. А. Каллаур, канд. пед. наук, доцент

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВООБРАЖЕНИЯ В РАМКАХ ИЗУЧЕНИЯ РАЗДЕЛА ГЕОМЕТРИИ «СТЕРЕОМЕТРИЯ»

Сегодня во всем мире происходит активное развитие информационных технологий и внедрение их во все сферы жизнедеятельности человека. Компьютер стал неотъемлемым инструментом работы специалиста, вне зависимости от области его деятельности. Сфера образования не стала исключением.

Характерной чертой современного развития школьного образования является непрерывный поиск эффективных форм и методов обучения, путей совершенствования образовательного процесса в целом. Появление и широкое распространение технологий мультимедиа и Интернета позволяет использовать информационные технологии в качестве средства, способствующего улучшению сферы образования, воспитания, развития учащихся [1].

Обучение математике занимает центральное место в системе образования. Математика как учебный предмет создает благоприятные условия для развития многих интеллектуальных качеств учащихся. Особую роль в математическом образовании играет раздел геометрии – «Стереометрия».

Раздел «Стереометрия» в школьном курсе геометрии характеризуется необходимостью применения достаточно сложного набора умений и навыков, которые располагают широкими возможностями в развитии логического и аналитического видов мышления, пространственных представлений, воображения, наблюдательности и других психологических компонентов познавательной деятельности.

Однако стереометрия является наиболее сложной для изучения частью геометрии. В нее, помимо теоретических основ, на которых построена планиметрия, добавляется огромный пласт пространственных отношений между телами в трехмерной системе координат.

Формирование пространственного мышления учащихся – одна из актуальных и существенных проблем при изучении стереометрии. Школьники нуждаются в том, чтобы у них была возможность увидеть предложенную задачу со всех сторон, проследить за каждым этапом построения и соотнести теоретические знания с визуальным их представлением. Реализацией принципа наглядности в обучении геометрии является использование большого числа моделей, рисунков, чертежей, фотографий, а также демонстрация процесса построения чертежа, конструирование разверток объемных фигур и их моделирование. Развитие информационных технологий способствовало тому, что все больше учителей приходят к использованию мультимедиа на уроке в качестве средства позволяющего удобно и наглядно представить материал.

Самым распространенным инструментом информационно-компьютерных технологий на уроках стереометрии являются презентации с динамическими компьютерными моделями.

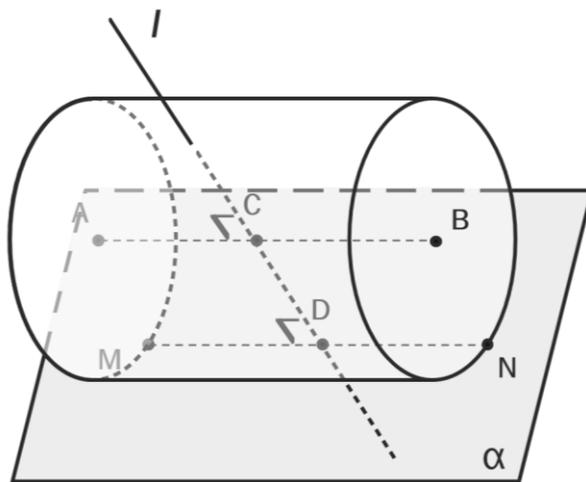
Методику использования мультимедийной презентации по стереометрии рассмотрим на примере презентации «Теорема о касательной плоскости цилиндра». Данную презента-

цию мы использовали на уроке геометрии в 11 классе при объяснении новой темы «Касательная плоскость цилиндра». Перед уроком мы подготовили школьную доску: записали тему урока и дату, написали ключевые слова к уроку, записали домашнее задание на доске, а также подготовили все необходимое техническое обеспечение для пользования презентацией. В ходе подготовки учащихся к усвоению нового материала провели устный опрос с целью повторения основных понятий: цилиндр, плоскость, признак перпендикулярности прямой и плоскости и т. д. Далее совместно с учащимися определили цели и задачи. В ходе объяснения нового материала и доказательства теоремы использовали в качестве сопровождения мультимедийную презентацию по данной теме. Далее совместно с учащимися на этапе практического применения полученных знаний решили несколько задач по этой теме.

Презентация состоит из четырех слайдов и содержит слайд с названием изучаемой теоремы, содержание, два основных слайда с формулировкой и доказательством теоремы.

Как можно заметить, формулировка теоремы взята в отдельную рамку, что сразу зрительно отделяет ее от другого текста для более хорошего восприятия. На изображении цилиндр и плоскость выделены различными полупрозрачными цветами, что позволяет учащимся зрительно определить, где цилиндр, а где плоскость. Текст поделен на блоки, которые отображаются постепенно с появлением различных элементов рисунка, что также способствует более эффективному восприятию информации и ее логической связи с рисунком (рисунок 1).

Теорема 5. Если плоскость касается цилиндра по некоторой образующей, то ей перпендикулярна любая прямая, которая пересекает эту образующую, ось цилиндра и перпендикулярна этой оси.



Пусть плоскость α касается цилиндра с осью AB по образующей MN .

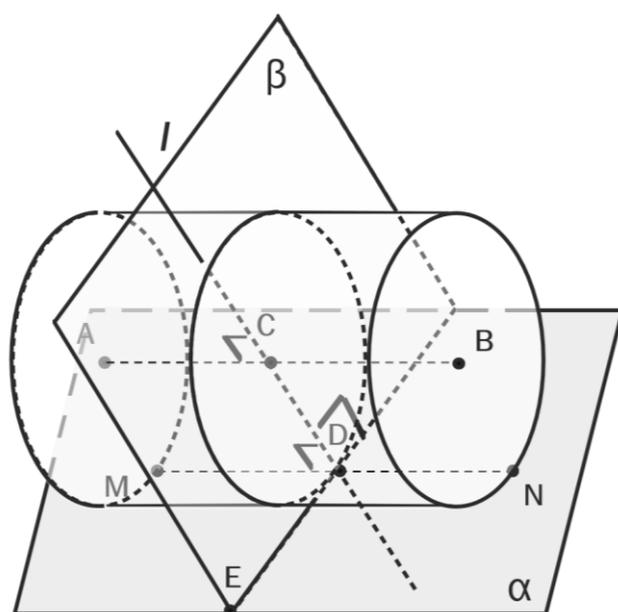
Прямая l пересекает прямую AB в точке C , прямую MN в точке D и $l \perp AB$

Докажем, что прямая l перпендикулярна плоскости α .

Рисунок 1 – Формулировка теоремы о касательной плоскости цилиндра

На третьем слайде у нас размещена формулировка теоремы, подробно строится необходимое изображение цилиндра и касательной плоскости, сопровождаемая при этом текстовыми блоками. Этот слайд позволил школьникам понять, что представляет из себя наш чертеж и по формулировке теоремы определить, что нам дано и что необходимо доказать. Четвертый же слайд содержит непосредственное доказательство теоремы. Уже не строится подробно рисунок, работаем на готовом рисунке с прошлого

слайда, а также на этом слайде нет формулировки теоремы, т. к. здесь мы записываем уже правильно оформленное «дано», «доказать» и «доказательство» (рисунок 2).



Дано: Цилиндр с осью AB ,
 MN – образующая цилиндра
 $MN \in \alpha$,
 $l \cap AB = C$, $l \cap MN = D$, $l \perp AB$
 Доказать: $l \perp \alpha$

Доказательство:
 Проведем через точку D
 плоскость $\beta \perp MN$
 $\beta \cap AB = C$, $\beta \cap \alpha = DE$
 Т. к. $AB \parallel MN \rightarrow l \perp MN$
 Т. к. $D \in l$ и $l \cap AB \rightarrow l = DC$
 По св-ву кас. к окр. $DE \perp CD$
 $l \perp MN$, $l \perp DE$, $MN \cap DE \rightarrow l \perp \alpha$
 Теорема доказана.

Рисунок 2 – Доказательство теоремы о касательной плоскости цилиндра

По окончании урока провели самоанализ и пришли к выводу, что применение мультимедийной презентации на уроке геометрии весьма уместно, так как учащиеся благодаря наглядности усваивают учебный материал быстрее и качественнее. Использование презентаций с динамическими компьютерными моделями, пошаговой демонстрацией элементов, показанных на презентации, является эффективным средством формирования пространственного, алгоритмического и аналитического видов мышления, наглядных представлений при формировании понятий, доказательства теорем, при решении геометрических задач и т. д. в условиях информатизации образования.

Процесс информатизации образования дает возможность внедрения новых инструментов организации обучения с целью повышения мотивации школьников и их познавательного интереса, обогащения содержания предмета и открытия новых активных форм его освоения, развития творческих способностей, самостоятельности мышления учащихся. Технические возможности компьютера как дидактического средства обучения позволяют более эффективную реализацию развивающего обучения. Использование информационных технологий на уроках математики совершенствует учебную среду урока, повышая ее позитивную эмоциональность и познавательную насыщенность. Новые информационные технологии имеют огромный диапазон возможностей для совершенствования учебного процесса и системы образования в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. CYBERLENINKA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>. – Дата доступа: 14.04.2022.

УДК 371:517.0

Т. Е. КОВАЛЬСКАЯ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. А. Каллаур, канд. пед. наук, доцент.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ПРЕЗЕНТАЦИЙ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В ШКОЛЕ

Стремительное развитие информационных технологий на сегодняшний день способствуют развитию информационного общества. За последние годы информационные технологии и компьютеры внесли большие изменения в жизнь общества. Они стали частью повседневной жизни, затронули разные сферы деятельности современного человека.

Так, информационные технологии стали использоваться и в образовании. Учащиеся увидели, что компьютер можно использовать не только как игрушку, но как и средство для получения информационных знаний.

Однако возникает ряд трудностей при использовании информационных технологий на уроках. Самыми распространенными являются следующие:

- Отсутствие оснащения нужной техникой для удобного и комфортного использования информационно-коммуникационных технологий;
- Недостаточная компьютерная грамотность учителя.

Самой распространенной и легкой в использовании является программа для создания презентаций Microsoft PowerPoint. Эта программа позволяет добавлять в презентации изображения, таблицы, графики, диаграммы, 3D-объекты, аудио- и видеофайлы, т. е. позволяет предоставить материал наглядно. Сама программа представлена простым интерфейсом и доступна на интуитивном уровне.

Существуют различия между презентациями в зависимости от целей урока, есть:

- вводно-мотивирующие (для вводных уроков в раздел, т. е. для мотивации учащихся на дальнейшее изучение раздела);
- информационные (для уроков изучения нового материала, для представления информации, которую сложно воспринимать на слух и изобразить наглядно на доске);
- практические (для уроков закрепления пройденного материала, для отработки полученных знаний, для представления практических заданий, для наглядного показа правильности решения и оформления заданий);
- повторительные (для уроков повторения знаний, для показа связи между изученными ранее всеми темами);
- обобщающие (для уроков обобщения и систематизации знаний);
- контрольные (для уроков контроля и коррекции знаний, умений и навыков)

[1, с. 193].

Любая презентация имеет свой смысл и свою цель. Чаще всего презентации нужны для визуального представления того, что задумал учитель, для лучшего восприятия информации классом и продуктивного взаимодействия класса и учителя.

Мультимедийные презентации необходимо использовать на уроках математики. Часто бывают темы, которые сложно объяснить наглядно с помощью доски и мела, это занимает большую часть урока, особенно на уроках геометрии. Чтобы начертить верные и наглядные чертежи, лучше обратиться к мультимедийным технологиям.

Работая в школе, можно заметить, что наглядность имеет большую роль в восприятии информации. Нами были разработаны некоторые презентации для 10 классов. Одна из них – это презентация по теме «Многогранники». С помощью презентации по этой теме удобно наглядно показать, как выглядят многогранники, чем они отличаются, как выглядят выпуклые и невыпуклые многогранники, показать их развертки. Презентация по этой теме относится к информационным презентациям. Ее целесообразно использовать на уроках ознакомления с новым материалом, а также на этапе закрепления изученного материала, т. е. при решении задач, показывая каждый этап решения задачи подробно с правильным оформлением задачи.

► Тетраэдр - это треугольная пирамида, гранями которой являются треугольники

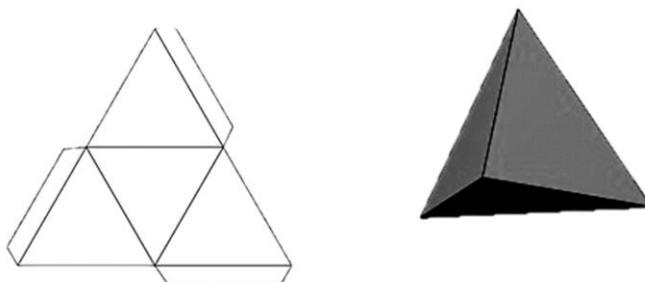


Рисунок – Тетраэдр

На рисунке представлен пример одного из слайдов презентации, где показано определение тетраэдра, его развертка и сам тетраэдр как 3D-объект. С помощью 3D-объекта учащиеся наглядно видят, как выглядит тетраэдр с разных сторон. С помощью изображения развертки учащиеся видят, как выглядят многогранники в развернутом виде. В качестве домашнего задания учащимся можно предложить самостоятельно сделать развертку многогранников.

Проведя некоторые исследования, мы выяснили, что с помощью наглядности учащиеся лучше усваивают материал и с большим интересом приходят на уроки, их это очень увлекает. Это можно наблюдать на самом уроке, так и по результатам проверочных работ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Запрудский, Н. И. Современные школьные технологии – 2 / Н. И. Запрудский. – Минск, 2010. – 256 с.

УДК 371:517.0

Е. Д. РЫЛАЧ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – Н. А. Каллаур, канд. пед. наук, доцент.

ФАКУЛЬТАТИВ ПО МАТЕМАТИКЕ КАК ОДНА ИЗ ФОРМ РАСШИРЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Процесс развития современного общества имеет прямую связь с процессом информатизации т. к. происходит повсеместное внедрение компьютерных технологий во все сферы, окружающие человека в процессе жизни: здравоохранение, культуру, работу и т. д. Это приводит к тому, что процесс информатизации общества требует скорейшего решения многих задач, связанных в первую очередь с информатизацией образования. В следствии этого перед системой образования возникает задача подготовки учащихся к жизни и профессиональному развитию в высокоразвитой информационной среде, к чему необходимо приступать еще с периода обучения его в школе. Выполнению данной задачи существенно способствует применение в учебном процессе современных информационных технологий.

Современные информационные технологии – это различные устройства и способы обработки информации, в первую очередь – компьютеры с необходимым программным обеспечением и средства телекоммуникаций вместе с размещенной на них информацией. В качестве примера можно привести мультимедийные презентации, программы-тренажеры, проектор, мультиторд и т. д.

Использование в образовательном процессе информационных технологий относится к одному из наиболее важных элементов, благодаря которым происходит информатизация современного общества.

Не вызывает никакого сомнения, что средства информационных технологий обладают большими возможностями в реализации принципа наглядности в процессе обучения. В связи с этим в последнее время широкое применение в образовании нашли компьютерные технологии. Они способствуют активизации мышления у учеников по средствам использования таких форм организации учебного процесса, которые преобразуют доминирующую позицию учителя и подчиненную позицию ученика в равноправные.

Современные информационные технологии способны обеспечивать не только обучающую, но и развивающую функции учебного процесса, а также оказать положительное воздействие на культуру интеллектуальной деятельности учащихся, что впоследствии благоприятно скажется на развитии их творческих возможностей [1].

Одним из перспективных, но слабо используемых форм внеучебной деятельности является факультатив, во время проведения которого у учителя появляется возможность использования компьютерных технологий во время решения различных задач, построения геометрических фигур, сечений, графиков функций и т. д.

Благодаря тому, что большинство школ оснащены как компьютерными классами, так и различными мультимедийными технологиями, у учителей есть возможность использовать современные технические средства обучения как при проведении уроков, так и при проведении факультативных занятий. Это позволяет учителю использовать презентации, видеоматериалы, различные интерактивные приложения, программы-

тренажеры, направленные на отработку либо закрепление алгоритма решения различных заданий, и т. д.

Также использование компьютерных технологий на факультативных занятиях может значительно повысить учебно-познавательную деятельность учащихся, способствует повышению качества знаний по изучаемому материалу и росту информированности учащихся о методах получения в науке этих знаний. Математические факультативы с применением компьютера помогают ученикам составить представления об информационной деятельности с побуждением их к самостоятельному обретению субъектной позиции, расширением их представлений о перспективах и направлениях развития компьютерных технологий и вариантах решения различных задач.

К основным преимуществам применения компьютерных технологий можно смело отнести наглядность, т. к. значительная часть информации, с которой сталкивается не только школьник во время уроков, но и в целом человек в жизни, усваивается с помощью зрительной памяти [2]. Также различные мультимедийные программы позволяют давать наглядную демонстрацию как важнейших и основных понятий курса математики на уровне, обеспечивающем качественные преимущества по сравнению с традиционными методами изучения.

Использование компьютера на факультативе прямым образом связано с содержанием самого факультатива, целями и задачами, которые ставит учитель. Что касается функций применения информационных технологий, то можно выделить следующие:

1. Инструментальная, т. е. изготовление наглядных пособий.
2. Демонстрационная, т. е. показ готовых слайдов.
3. Обучающая: тренажер.
4. Контролирующая: тест, самостоятельная работа и т. д.
5. Компьютеры позволяют проводить уроки-постановки, уроки-исследования, уроки-практические работы, уроки-зачеты, а также интегрированные уроки и др.
6. Большинство учащихся и учителей практикуют использование Интернета в образовательных целях. Как известно, невозможно охватить все виртуальное пространство, но можно выделить основные сайты, которые весьма полезны: республиканские образовательные порталы, методические разработки, электронные библиотеки и т. д.

Однако есть проблемы с использованием данных технологий на факультативных занятиях: многие учителя нуждаются в расширении своих умений в работе с новыми компьютерными технологиями, поэтому необходимы создание программно-целевого обеспечения, подготовка учителя к работе с данными технологиями на факультативах.

Таким образом, использование информационных технологий должно стать не дополнительным «довеском» в обучении, а неотъемлемой частью целостного образовательного процесса, значительно повышающей его эффективность, а деятельность факультативов по математике позволяет шире использовать компьютерные технологии в обучении математике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полат, Е. С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие / Е. С. Полат. – М. : Академия, 2002. – 273 с.
2. Макарова, Е. А. Визуализация как интроекция смыслообразов в ментальное пространство личности : монография / Е. А. Макарова ; под. ред. И. В. Абакумовой. – М. : Спутник+ , 2010. – 44 с.

УДК 517.954

Т. А. ЯЦУК

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

Научный руководитель – А. И. Басик, канд. физ.-мат. наук, доцент

**РЕГУЛЯРИЗУЕМОСТЬ КРАЕВЫХ УСЛОВИЙ РИМАНА – ГИЛЬБЕРТА
ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ
ПО ДУГЛИСУ – НИРЕНБЕРГУ СИСТЕМ В \mathbf{R}^n ($n \geq 3$)**

В статье рассматривается множество эллиптических по Дуглису – Ниренбергу [1] систем двух дифференциальных уравнений с частными производными в пространстве \mathbf{R}^n ($n \geq 3$) вида

$$\begin{cases} a_0 u + \sum_{j=1}^n b_j \frac{\partial v}{\partial x_j} = 0, \\ \sum_{k=1}^n c_k \frac{\partial u}{\partial x_k} + \sum_{j,k=1}^n d_{jk} \frac{\partial^2 v}{\partial x_j \partial x_k} = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где a_0, b_j, c_j, d_{jk} ($j, k = 1, 2, \dots, n$) – заданные действительные числа, $u, v: \mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{R}$ – искомые функции. Эллиптичность (1) по Дуглису – Ниренбергу означает, что, во-первых, характеристическая матрица (главная часть) системы (1) имеет вид

$$A(\xi) = \begin{bmatrix} a_0 & \sum_{j=1}^n b_j \xi_j \\ \sum_{k=1}^n c_k \xi_k & \sum_{j,k=1}^n d_{jk} \xi_j \xi_k \end{bmatrix},$$

т. к. существует набор чисел $s_1 = -1, s_2 = 0, t_1 = 1, t_2 = 2$, для которого выполняются неравенства $\deg a_{kj}(\xi) \leq s_k + t_j$ ($k, j = 1, 2$), и, во-вторых, для любого ненулевого вектора $\xi \in \mathbf{R}^n$ выполняется неравенство $\det A(\xi) \neq 0$. Отметим, что рассматриваемое множество систем вида (1) имеет четыре компоненты гомотопической связности [2].

Пусть $\Omega \subset \mathbf{R}^n$ ($n \geq 3$) – ограниченная односвязная область, гомеоморфная шару, границей которой $\partial\Omega$ является гладкая $(n-1)$ -мерная поверхность Ляпунова. Задача Римана–Гильберта состоит в отыскании пары функций $u \in C^1(\bar{\Omega}) \cap C^{0,\alpha}(\bar{\Omega})$ и $v \in C^2(\bar{\Omega}) \cap C^{0,\alpha}(\bar{\Omega})$, удовлетворяющей в области Ω системе дифференциальных уравнений (1) и граничному условию

$$g_1(\bar{u}) + g_2(\bar{v}) = f, \quad y \in \partial\Omega, \quad (2)$$

где $g_1, g_2, f: \partial\Omega \rightarrow \mathbf{R}$ – заданные непрерывные по Гельдеру функции; $C^n(\Omega)$ – множество всех непрерывно дифференцируемых в области Ω функций до порядка n включи-

тельно; $C^{n,\alpha}(\bar{\Omega})$ – множество всех непрерывно дифференцируемых в области Ω функций до порядка n включительно, все частные производные которых до порядка n включительно допускают непрерывное продолжение на замыкание области и продолжения всех производных непрерывны по Гельдеру с показателем $\alpha \in (0;1]$ в $\bar{\Omega}$.

В плоском ($n = 2$) случае, когда система (1) представляет собой систему Коши – Римана, задача Римана – Гильберта (задача Гильберта в терминологии Ф.Д. Гахова [3]) является одной из основных краевых задач теории аналитических функций и достаточно подробно изучена (см. [3, с. 217] и [4, с. 144] и имеющуюся там библиографию).

В случае, если $n = 3$ и система (1) либо принадлежит классу трехмерных аналогов системы Коши-Римана [5], либо является эллиптической кососимметрической системой [6], либо эллиптической системой ортогонального типа [7] для задачи Римана-Гильберта получено условие регуляризуемости, проведена гомотопическая классификация регуляризуемых задач и вычислен их индекс. При $n = 4$ известны примеры систем [8–10], обладающих свойством, что никакие граничные условия не могут образовывать вместе с системой регуляризуемую краевую задачу.

Напомним, что краевая задача называется регуляризуемой, если для нее выполняется условие Я. Б. Лопатинского. Это условие накладывает дополнительное ограничение на матрицу граничного оператора и обеспечивает нетеровость краевой задачи, как в классических пространствах, так и в широком классе гильбертовых пространств [1]. Последнее означает, что однородная задача (1), (2) имеет конечное число линейно независимых решений, а решение неоднородной задачи существует при выполнении конечного числа линейно независимых условий. В настоящей работе доказывается критерий регуляризуемости краевой задачи Римана–Гильберта (1), (2).

Теорема. *Краевая задача (1), (2) регуляризуема тогда и только тогда, когда в каждой точке $y \in \partial\Omega$ и при каждом ненулевом векторе τ , касательном к поверхности $\partial\Omega$, выполняется неравенство*

$$-g_1(y)b(\lambda_1\nu + \tau) + a_0g_2(y) \neq 0, \quad (3)$$

где $b(\xi) = \sum_{j=1}^n b_j \xi_j$, λ_1 – корень уравнения $\det A(\lambda\nu + \tau) = 0$, лежащий в верхней λ -полуплоскости, ν – единичный вектор внутренней нормали к $\partial\Omega$ в точке y , $A(\xi)$ – характеристическая матрица системы (1).

Доказательство. Условие Я. Б. Лопатинского задачи (1), (2) состоит в том, что в каждой точке $y \in \partial\Omega$ и при каждом ненулевом векторе τ , касательном к $\partial\Omega$ в точке y , ранг матрицы

$$L(y; \tau) = \frac{1}{2\pi i} [g_1(y) \quad g_2(y)] \cdot \int_{\gamma} A^{-1}(\lambda\nu + \tau)(E, \lambda E) d\lambda \quad (4)$$

является максимальным, т. е. равным 1. В формуле (4) γ – простой гладкий замкнутый контур, лежащий в верхней λ -полуплоскости и охватывающий λ_1 , E – единичная матрица второго порядка. Непосредственные вычисления показывают, что с точностью до ненулевого множителя

$$L(y; \tau) = (g_1(y)d(\lambda_1\nu + \tau) - g_2(y)c(\lambda_1\nu + \tau))e_1 + (a_0g_2(y) - g_1(y)b(\lambda_1\nu + \tau))e_2,$$

где $e_1 = (1; 0; \lambda_1; 0)$, $e_2 = (0; 1; 0; \lambda_1)$, $c(\xi) = \sum_{j=1}^n c_j \xi_j$, $d(\xi) = \sum_{j,k=1}^n d_{jk} \xi_j \xi_k$.

Т. к. при любом $\lambda_1 \in \mathbb{C}$ векторы e_1 и e_2 линейно независимы, то условие максимальности ранга матрицы (4) равносильно выполнению в каждой точке $y \in \partial\Omega$ и при каждом ненулевом векторе $\tau \in T_y \partial\Omega$ неравенства

$$|g_1(y)d(\lambda_1\nu + \tau) - g_2(y)c(\lambda_1\nu + \tau)| + |a_0g_2(y) - g_1(y)b(\lambda_1\nu + \tau)| \neq 0. \quad (5)$$

Очевидно, что если выполняется условие (3), то выполняется неравенство (5) и, следовательно, для задачи (1), (2) выполняется условие Я. Б. Лопатинского.

Обратное утверждение докажем методом от противного. Пусть задача (1), (2) регуляризуема и найдутся точка $y_0 \in \partial\Omega$ и ненулевой вектор $\tilde{\tau} \in T_{y_0} \partial\Omega$ такие, что

$$-g_1(y_0)b(\lambda_1\nu + \tilde{\tau}) + a_0g_2(y_0) = 0. \quad (6)$$

Выразив из формулы (6) $g_2(y_0)$ ($a_0 \neq 0$ в силу эллиптичности системы (1)), получим

$$g_1(y_0)d(\lambda_1\nu + \tilde{\tau}) - g_2(y_0)c(\lambda_1\nu + \tilde{\tau}) = \frac{g_1(y_0) \det A(\lambda_1\nu + \tilde{\tau})}{a_0} = 0,$$

что противоречит (5).

Теорема доказана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волевич, Л. Р. Разрешимость краевых задач для общих эллиптических систем / Л. Р. Волевич // Мат. сб. – 1965. – Т. 68, № 3. – С. 373–416.
2. Басик, А. И. Гомотопическая классификация одного класса эллиптических по Дуглису-Ниренбергу систем двух уравнений в \mathbf{R}^n ($n \geq 3$) / А. И. Басик, Е. В. Грицук, Т. А. Яцук // XIII Белорусская математическая конференция : материалы Междунар. науч. конф., Минск, 22–25 нояб. 2021 г. : в 2 ч. / сост. В. В. Лепин ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т математики, Белгосуниверситет. – Минск : Беларус. навука, 2021. – Ч. 1. – С. 17–18.
3. Гахов, Ф. Д. Краевые задачи / Ф. Д. Гахов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Наука, 1977. – 640 с.
4. Мухелишвили, Н. И. Сингулярные интегральные уравнения / Н. И. Мухелишвили. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М. : Наука, 1968. – 511 с.
5. Усс, А. Т. Краевая задача Римана–Гильберта для трехмерных аналогов системы Коши-Римана / А. Т. Усс // Докл. НАН Беларуси. – 2003. – Т. 47, № 6. – С. 10–15.
6. Басик, А. И. Гомотопическая классификация регуляризуемых краевых задач Римана – Гильберта для одного класса эллиптических систем в \mathbf{R}^3 / А. И. Басик,

Е. В. Грицук. // Математика. Інформац. технології. Освіта Зб. ст. – Луцьк, 2019. – № 6. – С 12–18.

7. Басик, А. И. Задача Римана – Гильберта для эллиптических систем ортогонального типа в \mathbf{R}^3 / А. И. Басик, Е. В. Грицук, Т. А. Грицук // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук. – 2020. – Т. 56, № 1. – С. 7–16.

8. Соломяк, М. З. О линейных эллиптических системах первого порядка / М. З. Соломяк // Докл. АН СССР. – 1963. – Т. 150, № 1. – С. 48–51.

9. Басик, А. И. О краевых задачах для систем Янушаускаса / А. И. Басик, А. Т. Усс // Тр. Ин-та математики НАН Беларусі. – 2002. – Т. 10. – С. 26–28.

10. Басик, А. И. О краевых задачах для эллиптических псевдосимметрических систем первого порядка в \mathbf{R}^4 / А. И. Басик, А. Т. Усс // Дифференц. уравнения. – 2003. – Т. 38, № 3. – С. 410–412