ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 372.851

ББК 74.2

Детская академия фрактальной геометрии как средство формирования проектно-исследовательской компетентности учащихся старших классов

Зеленикин Александр Юрьевич,

ведущий специалист управления довузовского образования, Ульяновский государственный педагогический университет им. И. Н. Ульянова, orcid.org/0000-0003-2424-5881

Аннотация. В статье предложена структура и содержание проекта малой детской академии в рамках дополнительного математического образования по направлению «Фрактальная геометрия для учащихся старших классов». Описана система построения образовательного процесса в детской академии и приведена таблица тематического планирования на один учебный год. Целью данной статьи является представление новой формы образовательного процесса с применением проектно-исследовательской деятельности в дополнительном образовании старшеклассников посредством фрактальной геометрии для реализации в образовательных организациях. Задачами статьи являются научное обоснование необходимости включения гуманитарной составляющей в преподавание фрактальной геометрии; изучение теоретических основ фрактальной геометрии с целью использования в дополнительном математическом образовании при организации проектно-исследовательской деятельности; описание видов организации математической деятельности и выявление методических приемов для обучающихся; разработка методического аппарата, описание проектно-исследовательской формы обучения.

Ключевые слова: фрактальная геометрия, детская академия, проектно-исследовательская компетентность, модульные классы, межпредметные творческие группы, дистанционное образование, дополнительное математическое образование

Children's Academy of Fractal Geometry as a Means of Forming Design and Research Competence of High School Students

Zelenikin Aleksandr Iu.,

Leading specialist of pre-university education Department, Ulyanovsk State Pedagogical University named after I. N. Ulyanov, orcid.org/0000-0003-2424-5881

Abstract. The article proposes the structure and content of the project of a children's academy in the framework of additional mathematical education in «Fractal geometry for senior students». The system of building the educational process in the children's

academy is described and a table of thematic planning for one academic year is given. The purpose of this article is to present a new form of the educational process with the use of design and research activities in the additional education of high school students through fractal geometry for implementation in educational organizations. The objectives of the article are to scientifically substantiate the need to include the humanitarian component in teaching fractal geometry; study of the theoretical foundations of fractal geometry in order to use it in additional mathematical education in the organization of design and research activities; description of the types of organization of mathematical activities and the identification of methodological techniques for students; development of a methodological apparatus, description of the design and research form of education.

Keywords: fractal geometry, children's academy, design and research competence, modular classes, intersubject creative groups, distance education, additional mathematical education.

В настоящее время образование значительно модернизируется. Общее образование должно быть направлено на становление интеллектуально развитого человека с целостным мировоззрением, способного стать профессионалом своего дела. Важно подчеркнуть, что сохраняющаяся дифференциация предметов в рамках программ общего образования вступает в противоречие с тенденцией к объединению всех сфер жизни общества – экономической, политической, духовной, социальной. Такой подход провоцирует появление фрагментации взглядов растущего человека на мир, что может препятствовать формированию системного мышления. Однако на современном этапе отказ от предметной организации обучения вряд ли возможен, поскольку это может привести лишь к размыванию содержания образования [Сергеев 2005: 56; Яковлева 1997: 116].

Полагаем, что математическое образование может внести серьезный вклад в решение указанной проблемы. Математика развивает и продвигает новые направления в науке, математические методы становятся все более распространенными и разнообразными, математические модели природных явлений, технологических процессов и социальных ситуаций все более точно отражают их суть. Характер, способы получения и способы представления знания меняются глобально с компьютеризацией и гуманитаризацией точной науки [Горев 2003: 39].

Благодаря тесной связи математики, информатики, естественных и гуманитарных наук развитие компьютерных технологий привело к формированию принципиально новых направлений в математике, таких как компьютерное математическое моделирование, дискретная математика и фрактальная геометрия. Это оказалось возможным, прежде всего, за счет использования компьютерных инструментов решения математических задач, которые, в свою очередь, создают благоприятные условия для творческой исследовательской деятельности школьников. Полагаем, что курсы и дополнительные образовательные программы, посвященные новым междисциплинарным научным направлениям, способны внести значимые изменения во всю систему образования [Халперн 2000: 60].

Фрактальная геометрия неотделима от высшей алгебры, планиметрии и стереометрии, информатики и ИКТ, начал вещественного и функционального анализа, топологии, теории вероятностей и статистики, теории хаоса. Это прикладная наука, связанная в первую очередь с деятельностью человека в экологии, металлургии, экономике, физике,

психологии, лингвистике, политологии и других направлениях. Изучение данной математической области тесно связано с использованием современных информационно-коммуникационных технологий. Однако фрактальная геометрия, требующая формирования новых подходов к освоению знаний, естественно, не включена в стандарты школьного образования, поэтому методы обучения в этой области недостаточно развиты [Азевич 2005: 8; Стукалова 2004: 13].

Фрактальная геометрия – это огромный информационный источник для разработки актуальных на сегодняшний день проектов, а также кладезь для глубокого изучения математики, для выдвижения и обоснования гипотез и решения проблем точной науки в ходе проведения исследований. Поскольку новая математическая отрасль тесно связана с анализом абстрактных математических объектов, основная аудитория для изучения фрактальной геометрии может быть определена как обучающиеся старших классов организаций среднего общего образования [Крымова 2006: 65; Секованов 2007: 120; Шолохович 1995: 98].

Общепризнанно, что система школьного образования должна быть направлена на формирование у обучающихся прочной системы универсальных знаний, умений и навыков и при этом устремлена на приобретение опыта в процессе самостоятельной деятельности. Этим целям отвечает использование проектно-исследовательских методик в образовательном процессе; подобные практики способствуют также выявлению развитию творческого потенциала личности. Фрактальная математика как основа содержания проектно-исследовательской деятельности предоставляет широкие возможности для знакомства с новейшими математическими идеями, для включения в решение современных проблем, для уяснения характера связи математики и ее приложений [Бабкин 2007: 5; Симановский 2007: 77].

В связи с этим предлагается построение нового структурного звена системы российского дополнительного математического образования – детской математической академии «Фрактал». Предполагается, что такая структура будет решать задачи как углубления собственно математического образования школьников, участвующих в работе, так и формирования у них исследовательской мотивации и опыта планирования и реализации исследований. Внедрение системы детской математической академии «Фрактал» в школьную жизнь позволит обучающимся определить собственные мотивы освоения математических инструментов, планировать ход исследования и представлять результат в виде готового и полезного продукта.

Детская математическая академия «Фрактал» (далее – МАФ) является добровольным творческим объединением учащейся молодежи старших классов общеобразовательных организаций.

Деятельность МАФ регламентируется основным законом государства – Конституцией РФ, Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ, Конвенцией о правах ребенка, указами и распоряжениями Президента Российской Федерации, постановлениями и распоряжениями Правительства Российской Федерации и Министерства просвещения РФ, Уставом образовательной организации, на базе которого реализуется деятельность, правилами внутреннего распорядка образовательной организации, приказами и распоряжениями руководителя образовательной организации, иными локальными актами.

МАФ обеспечивает реализацию дополнительных общеобразовательных программ информационно-технологического и математического направления, исполняет Федеральный закон №273 от 29.12.2012 в части удовлетворения образовательных

потребностей личности, общества и государства, а также сопровождает личностное развитие учащихся путем привлечения их к выполнению учебно-исследовательских работ и в разработке алгоритма проектной деятельности.

Структура МАФ определяется особенностями организации учебного и научно-исследовательского процессов в образовательной организации. Руководство МАФ осуществляет руководитель, который назначается и освобождается от должности приказом руководителя образовательной организации.

Главной целью деятельности МАФ является выявление интеллектуального потенциала детей, проявивших способности в области математики и информатики, и оказание им поддержки в личностном развитии, в том числе в формировании научно-технических знаний, в развитии творческого потенциала и исследовательских компетенций, путем привлечения их к разработке научно-образовательных проектов.

Особая роль отводится решению таких задач, как:

- формирование научного мировоззрения обучающихся посредством углубленного изучения дисциплин естественнонаучного направления;
- создание условий для повышения конкурентоспособности выпускников, проживающих в отдаленных от научных центров населенных пунктах;
- выявление интеллектуального потенциала одаренных детей, развитие исследовательских умений и навыков, креативного и аналитического мышления для реализации учебных исследований и проектов;
- подготовка школьников к Всероссийским олимпиадам по математике и информатике;
- подготовка научных школьных работ к представлению на Всероссийских и международных конкурсах.

Для решения этих задач предлагается введение комплекса мер: проектирование индивидуальных образовательных траекторий учащихся, использование групповых и массовых форм обучения в дистанционном варианте.

Основной деятельностью МАФ предполагается организация и проведение дистанционных занятий с целью углубленной подготовки одаренных и талантливых в области математики и информатики учащихся 9–11 классов общеобразовательных школ, гимназий, лицеев, колледжей к конкурсам и олимпиадам различного уровня. Работа МАФ осуществляется преимущественно в групповой форме.

Основными структурными подразделениями МАФ могут являться:

- модульные классы – классы, которые формируются в зависимости от возраста и степени подготовки к изучению фрактальной геометрии с упрощением или усложнением материала дистанционного курса;

- межпредметные творческие группы – модульные классы на стадии проектно-исследовательской деятельности с работами, характеризующими применение фрактальной теории в различных областях научно-технического прогресса.

Работу и координацию образовательной и научной деятельности МАФ осуществляют руководитель, координатор и преподавательский состав. Работа МАФ осуществляется на трех уровнях: школьном, районном (городском), областном.

Первоначально проводится дистанционный курс повышения квалификации учителей с ускоренным изучением программы. Учителя, получившие сертификаты о повышении квалификации, создают на базе образовательных организаций модульные классы, с которыми проводят обучение как в собственных групповых, так и в кросс-групповых (с привлечением слушателей других образовательных организаций) форматах посредством лабораторно-практических работ. В итоге создаются межпредметные творческие

группы, которые проходят защиту проектов внутри школы. Особо отличившиеся и проявившие способности в проектно-исследовательской деятельности учащиеся формируют виртуальный альянс, проходящий несколько испытаний в дистанционных игровых турнирах, web-квестах и сетевых мини-олимпиадах, позволяющих отобрать детей для финального этапа конкурса. На областном уровне организуется конкурс школьных проектов, по итогам которого определяются победители и призеры. Победители и призеры награждаются дипломами и подарочно-сувенирной продукцией.

Образовательный процесс в МАФ осуществляется на основе учебного плана и регламентируется расписанием занятий, графиком учебного процесса, утверждаемым руководителем образовательной организации, на базе которой реализуется программа академии.

Образовательный процесс рассчитан на один год. Учебные планы и программы разрабатываются координатором и преподавательским составом. Учебно-методический материал обновляется по мере необходимости. По окончании полного курса МАФ обучающимся выдаются сертификаты.

Учебная недельная нагрузка обучающихся, наполняемость учебных групп определяется реализуемой программой в соответствии с требованиями действующих нормативных документов. Занятия организуются в соответствии с планом и графиком учебного процесса с недельной нагрузкой от двух до трех академических часов (см.: *Табл.*).

Табл. – Календарно-тематическое планирование курса математической академии «Фрактал»

Наименование темы	Количество часов
Введение. История фрактальной геометрии.	2
Аксиоматика фрактальной геометрии. Самоподобие.	2
Аксиоматика фрактальной геометрии. Фрактальная размерность. Предел. Логарифмическая функция.	3
Периметр и площадь фракталов.	2
Теория хаоса и фрактальная геометрия.	2
Древовидные фракталы и их свойства.	2
Фракталы и системы исчисления.	2
Фрактал Паскаля. Комбинаторные задачи.	2
Исследование снежинки Коха. Построение в ПО «Живая математика»	3
Создание фракталов в MicrosoftPaint.	3
Создание фракталов в AdobePhotoshop.	3
Создание конструктивных фракталов в MicrosoftExcel.	3
Создание алгебраических фракталов в MicrosoftExcel.	3
Теория алгоритмов и фрактальная геометрия. L-системы.	3
Язык программирования Logo. Создание элементов фракталов.	4
Построение фрактала Дерево Пифагора в Logo.	3
Построение фрактала Кривая Коха в Logo.	3
Построение фрактала Кривая Академии «Фрактал»ая Мандельброта в Logo.	3
Итоговый тест по курсу Фрактальная геометрия	2
Выбор и консультация по учебно-исследовательским проектам.	6
Защита проектов	4
Наименование темы	Количество часов

Введение. История фрактальной геометрии.	2
Аксиоматика фрактальной геометрии. Самоподобие.	2
Аксиоматика фрактальной геометрии. Фрактальная размерность. Предел.	3
Логарифмическая функция.	2
Периметр и площадь фракталов.	2
Теория хаоса и фрактальная геометрия.	2
Древовидные фракталы и их свойства.	2
Фракталы и системы исчисления.	2
Фрактал Паскаля. Комбинаторные задачи.	2
Исследование снежинки Коха. Построение в ПО «Живая математика»	3
Создание фракталов в MicrosoftPaint.	3
Создание фракталов в AdobePhotoshop.	3
Создание конструктивных фракталов в MicrosoftExcel.	3
Создание алгебраических фракталов в MicrosoftExcel.	3
Теория алгоритмов и фрактальная геометрия. L-системы.	3
Язык программирования Logo. Создание элементов фракталов.	4
Построение фрактала Дерево Пифагора в Logo.	3
Построение фрактала Кривая Коха в Logo.	3
Построение фрактала Кривая Мандельброта в Logo.	3
Итоговый тест по курсу Фрактальная геометрия	2
Выбор и консультация по учебно-исследовательским проектам.	6
Защита проектов	4

В течение учебного года слушателям предлагается курс дистанционных лекций, сопровождаемый практическими и лабораторными занятиями, комплекс развивающих самостоятельных работ, мини-исследований, контрольных работ. В конце обучения слушателям предполагается защитить проектную работу.

В МАФ принимаются все желающие 9–11 классов организаций среднего (общего) образования на основании письменного заявления учащихся и согласия родителей или лиц, их заменяющих, квитанции об оплате за оказание услуг по программе дополнительного образования или ее копии. Образовательная организация, на базе которой реализуется академия, обязана иметь лицензию на право осуществления дополнительного образования. Дети-сироты, дети, оставшиеся без попечения родителей, дети с ограниченными возможностями, дети, оказавшиеся в трудной жизненной ситуации, могут быть освобождены от оплаты обучения.

Прием учащихся в МАФ осуществляется в течение всего учебного года. Зачисление осуществляется приказом руководителя образовательной организации, на базе которой реализуется программа академии.

Отчисление учащихся из состава слушателей МАФ осуществляется приказом в порядке и по основаниям, установленным законодательством и локальными актами образовательной организации, на базе которой реализуется программа академии.

МАФ оказывает образовательные услуги на основании гражданско-правовых договоров. При осуществлении платных образовательных услуг МАФ руководствуется законодательством РФ, регулирующим данную деятельность.

Источником формирования бюджета МАФ являются средства, полученные МАФ от оказания платных образовательных услуг; благотворительные взносы и пожертвования; другие, не запрещенные законодательством источники.

Расходование средств МАФ осуществляется в соответствии с утвержденным планом финансово-экономической деятельности, сметами, нормативными и локальными актами образовательной организации, на базе которой реализуется программа академии.

Итак, на основе анализа научно-методических и психолого-педагогических источников определен методический подход к развитию проектно-исследовательской компетентности в рамках реализации структурной ячейки дополнительного математического образования – детской академии фрактальной геометрии. Разработанная методика изучения элементов фрактальной геометрии с применением информационных и коммуникационных технологий, программа дистанционного курса, комплекс лабораторно-практических занятий способствуют формированию у обучающихся новых математических понятий, систематизации ранее изученных, развитию устойчивого интереса к изучению математики и информатики, а также повышению уровня математической подготовки и уровня мыслительной деятельности. Созданная модель реализации интегративного взаимодействия математики и информатики отражает структуру и содержание процесса ознакомления обучающихся с элементами фрактальной геометрии на основе новых информационных и коммуникационных технологий.

Источники и литература:

1. Азевич А. И. Фракталы: геометрия и искусство // Математика в школе. 2005. № 4. С. 7 – 78.
2. Бабкин А. А. Изучение элементов фрактальной геометрии как средство интеграции знаний по математике и информатике в учебном процессе педколледжа: дис. канд. пед. наук. Ярославль: Ярославский гос. пед. ун-т, 2007. 201 с.
3. Горев П. М. Об организации системы дополнительного математического образования в средней школе // Материалы региональной научно-практической конференции «Преподавание математики в вузах и школах: проблемы содержания, технологии и методики». Глазов: Глазов. гос. пед. ин-т, 2003. С. 36 – 39.
4. Крымова Л. Н. Метод проектов в обучении математике // Математика в школе. 2006. № 4. С. 62 – 68.
5. Секованов В. С. Обучение фрактальной геометрии как средство формирования креативности студентов физико-математических специальностей университетов: дис. д-ра пед. наук. М.: Московский гос. ун-т, 2007. С. 114 – 125.
6. Сергеев И. С. Как организовать проектную деятельность учащихся. М.: АРКТИ, 2005. С. 54 – 57.
7. Симановский А. Э. Развитие творческого мышления детей. Ярославль: Академия развития, 2007. С. 77.
8. Стукалова Н. А. Повышение качества математической подготовки ориентированных на обучение в вузе старшеклассников в системе дополнительного образования: дис. канд. пед. наук. Омск: Омский гос. ун-т, 2004. С. 12 – 14.
9. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования: приказ Министерства образования и науки РФ от 17.05.2012 №413 // Собр. законодательства РФ – 2012. 35 с.
10. Халперн Д. Психология критического мышления // Четвертое международ. издание. СПб.: Питер, 2000. С. 59 – 68.
11. Шолохович В. Ф. Дидактические основы информационных технологий обучения в образовательных учреждениях: автореф. дисс. на соискдокт. пед. наук. Екатеринбург, 1995. С. 93 – 99.
12. Яковлева Е. П. Психология развития творческого потенциала личности. М.: МПСИ, 1997. С. 114 – 119.

Статья поступила в редакцию: 23.05.2021