

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОРОД АРХАНГЕЛЬСК»
«ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ГИМНАЗИЯ №24»

Начала инженерного образования в школе

Целевая группа: учащиеся 5-11 классов

Копосов Денис Геннадьевич
учитель информатики и ИКТ

Архангельск

2012

На сегодняшний день в Российской Федерации наблюдается инженерный кризис — нехватка инженерных кадров и отсутствие молодого поколения инженеров, что может стать фактором, который затормозит экономический рост страны. Это отмечают ректора крупнейших технических университетов, этот вопрос регулярно поднимается на правительственном уровне. «Сегодня в стране существует явная нехватка инженерно-технических работников, рабочих кадров и в первую очередь рабочих кадров, соответствующих сегодняшнему уровню развития нашего общества. Если недавно мы еще говорили о том, что находимся в периоде выживания России, то сейчас мы выходим на международную арену и должны предоставлять конкурентную продукцию, внедрять передовые инновационные технологии, нанотехнологии, а для этого нужны соответствующие кадры. А их на сегодня у нас, к сожалению, нет» (Путин В.В.) [19].

Что обычно предлагается для изменения сложившейся ситуации? Кроме повышения статуса профессии и повышения заработной платы инженерам, все «разнообразие» предложений сводится к двум направлениям: усилить отбор абитуриентов и организовать либо в школе, либо при ВУЗе предуниверситетскую дополнительную подготовку выпускников:

1. «Нужны другие, конструктивные подходы по обеспечению притока хорошо подготовленных абитуриентов, ориентированных на поступление в технические вузы. Одним из таких подходов является широкое развитие олимпиад школьников... Другой путь формирования контингента поступающих — целевой прием... Надо обратить самое серьезное внимание на политехническое образование школьников, восстановить необходимые объемы технологической подготовки учащихся в средней общеобразовательной школе, что было еще сравнительно недавно, развивать кружки и дома детского технического творчества» (Федоров И.Б.) [11];

2. «Часть 10-х, 11-х классов сделать «предуниверсарием». Там, кроме школьных учителей, должны работать преподаватели вузов. Если мы, таким образом, часть фундаментальных дисциплин перенесем в школу, четырех лет программы в университете будет достаточно, чтобы подготовить не «недоделанного» инженера, а бакалавра, способного занять инженерную должность» (Похолков Ю.П.) [9].

К сожалению, надо констатировать тот факт, что каждый университет старается выстроить систему отбора учащихся, и чем крупнее ВУЗ, тем эта система масштабнее. Для конкретного учебного заведения — это, конечно, положительно — они привлекают лучших, самых талантливых абитуриентов, успехами которых можно красиво отчитываться, но для

страны в целом — это неприемлемый подход. Стране сейчас нужны не 2–3% очень талантливых молодых специалистов, которых выпускают ведущие университеты, а много больше. Для этого сложившаяся система не подходит. Количество одаренных людей не зависит ни от количества хороших университетов, ни от количества проведенных олимпиад. Сейчас задача всей образовательной системы – из обычного школьника (не победителя олимпиад и конкурсов) воспитать, сформировать хорошего инженера, конкурентоспособного работника, свободную и творческую личность. Эта задача намного сложнее. По этой причине крупные IT-компании обратили свое внимание на школьное образование, поддерживают интересные и динамичные проекты в средних школах по всему миру.

Второй подход предполагает перенести часть учебного материала в среднюю школу — на первый взгляд замечательное предложение «сверху», однако вызывает негодование учителей. Сейчас наблюдается разрыв между средним и высшим образованием, и ни одна, ни другая сторона навстречу друг другу не спешат: курсы повышения квалификации учителя могут проходить только в институтах повышения квалификации (другие схемы просто не работают). Необходимо четко осознавать, какой процент учащихся в обычной школе готовы слушать лекции преподавателей университетов, и понимать, как на фоне университетских профессоров и доцентов будут выглядеть школьные учителя (и наоборот). Схема эта более-менее реализуема только в городских лицеях, возможностей которых опять же не хватит на удовлетворение потребности и ВУЗов, и страны в подготовленных абитуриентах. Замкнутый круг, формирующий и панические настроения, и нежелание что-либо изменять, или просто «назначить» виноватого («в школе плохо учат» - самое популярное убеждение работников высшей школы). «Сама система образования повсеместно начала деградировать. В этом плане самый старый и мощный образовательный институт — семья — с ее способностью к целостному образованию и передаче «неформального знания» приобретает исключительное значение. Соответственно, и инженерный тренинг в вузе, в малой фирме, в формах дополнительного образования обретает целостный личностный характер» (Сапрыкин Д.Л.) [10]. «По моему мнению, выявлять способности к точным наукам специально не надо. Надо развивать кружки, факультативы, курсы по выбору, предметные олимпиады — этого будет достаточно. Можно добавить профориентацию. Для развития способностей как к точным, так и гуманитарным наукам необходимо работать по принципу: учить по мере психологической готовности к восприятию» (Крылов Е.В.) [8].

Цель:

создание образовательной среды непрерывного образования «школа – вуз» направленной на развитие инженерного и научно-технического образования в школах РФ.

Именно в такой социальной обстановке в 2009 году мы начали реализовывать проект «Начала инженерного образования в школе», в рамках которого с помощью создания в нашей гимназии лабораторий инженерной направленности формируем доступную каждому учащемуся образовательную среду, позволяющую вывести изучение науки, технологии, инженерного искусства и математики на качественно иной уровень.

Когда мы начинали развитие этого направления, то выяснилось, что в РФ нет возможности опереться на чет-то опыт, который обычно представлен занятиями с маленькой группой увлеченных учащихся (3–5 человек), т.е. нет работы и исследований в рамках непосредственно учебного процесса, нет какой либо интеграции и преемственности инженерных курсов и, конечно, практически нет учебных материалов для обычных общеобразовательных школ. Поэтому, при выборе основного вектора развития лабораторий мы обратились к международным аналитике и прогнозам.

В 2009 году New Media Consortium — Международный консорциум, объединяющий более чем 250 колледжей, университетов, музеев, корпораций и других, ориентированных на обучение организаций, по исследованию и использованию новых средств массовой информации и новых технологий спрогнозировал к 2013–2014 годам широкое использование для обучения смарт-объектов, в том числе микроконтроллеров Arduino — платформы с открытым исходным кодом для проектирования электронных устройств, позволяющих учащимся управлять взаимодействием этих устройств с окружающей физической средой [13].

Задачи:

- *Создание в образовательном учреждении образовательной среды, отражающей все тенденции развития общемировой системы образования, базирующейся на использовании научно-исследовательских лабораторий.*
- *Использование современных и перспективных образовательных технологий.*
- *Использование современных IT-решений и технологий, при обучении в лабораториях.*
- *Разработка учебно-методического комплекса.*
- *Интеграция основного и дополнительного образования.*

Первой задачей, которую нам предстояло решить — это создание образовательной среды, отражающей все тенденции и направления развития указанных образовательных технологий — лабораторий инженерной направленности.

За 2010–2012 года в МБОУ ОГ №24 города Архангельска без государственного финансирования нами созданы и используются в учебном процессе инженерные лаборатории по следующим направлениям [16]:

- **робототехника LEGO** (15 учебных мест на базе образовательного конструктора LEGO MINDSTORMS NXT);
- **программирование микроконтроллеров** (15 учебных мест на базе микроконтроллеров ChipKIT UNO32 Prototyping Platform, ChipKIT I/O Shield);
- **проектирование цифровых устройств** (15 учебных мест на базе платформы Arduino и различных электронных компонентов);
- **сбор данных и измерительные системы** (15 учебных мест на базе мобильного лабораторного комплекса myDAQ и программного обеспечения NI LabVIEW);
- **датчики и обработка сигналов** (15 учебных мест на основе комплектов из 30 различных сенсоров, совместимых с Arduino, ChipKIT и NI myDAQ);
- **мобильная робототехника** (15 учебных DIY 2WD роботов на Arduino).

Когда, создав лабораторию робототехники LEGO, мы начали работать в трех направлениях: массовое обучение школьников, интеграция с дополнительным образованием и ВУЗами, развитие учебных методик — нас стали поддерживать компании, заинтересованные в развитии инженерного образования в РФ (Intel, MIPS, National Instruments, NVision Group). В настоящее время это оборудование используется на уроках информатики, элективных и факультативных курсах, элективных учебных предметах. В 2012 году на базе гимназии проходили обучение будущие учителя — студенты Института математики и компьютерных наук САФУ имени М.В. Ломоносова (направление «Физико-математическое образование»).

После первых занятий с учителями Архангельской области мы констатировали достаточно важный факт — неготовность и нежелание учителей использовать наш опыт. Проведенное анкетирование выявило причины этого — многие учителя либо не заинтересованы в развитии инженерной составляющей, либо считают, что эта область не является их сильной стороной. По этой причине мы стали регулярно проводить экспансивные консультации, семинары-практикумы, мастер-классы для учителей. С целью представить наш опыт на международном уровне мы провели вебинары на Образовательной галактике Intel (записи доступны для просмотра) [18].

Развитие ключевых компетенций в рамках образовательной среды:

- **Предметная** – усвоенные учащимися специальные компетенции, опыт творческой деятельности и ценностные установки, специфичные для изучаемой области знаний
- **Социальная** – универсальные способы деятельности, применимые как в рамках образовательного процесса, так и в реальных жизненных ситуациях
- **Информационная** – освоение методов самостоятельного приобретения знаний из различных источников информации
- **Проектная** – умение выдвигать идеи, ставить цели, планировать свою деятельность, оценивать ее результаты
- **Рефлексивная** – готовность организовывать свою деятельность в соответствии с позициями: что я делаю, зачем я это делаю, как я это делаю, что получу в результате; отслеживать свои результаты, выходить на новые цели обучения и достигать их.

В указанных выше лабораториях, практически на каждом занятии учащиеся сталкиваются с ситуацией, когда дальнейшая техническая деятельность, изобретательство становятся невозможными без научной основы. На занятиях учащиеся впервые в своей жизни получают реальные навыки организации работы; принимают решения; осуществляют простой технический контроль, строят математическое описание; проводят компьютерное моделирование и разработку методов управления, осуществляют разработку подсистем и устройств; элементы конструкций; анализируют информацию с датчиков; пытаются построить многокомпонентные системы, осуществляют отладку, проводят испытания, модернизацию и перепрограммирование устройств и систем; поддерживают их в работоспособном состоянии — все это важнейший фундамент для будущей научно-исследовательской, проектно-конструкторской, организационно-управленческой и эксплуатационной профессиональной деятельности. Это уже не просто профориентация, это пропаганда науки самыми современными образовательными технологиями.

Сочетание типов учебных занятий:

индивидуальные

групповые

коллективные

Когда мы начинали проект, то название нашего образовательного учреждения было: «Средняя общеобразовательная школа №24 с углубленным изучением предметов художественно-эстетического направления», это важно, так как в непрофильной школе на первое место выходят эффективность образовательных технологий и мотивация учащихся.

В 2010 году Национальный научный фонд США (совместно с The Computing Research Association и The Computing Community Consortium) опубликовал аналитический отчет [15], в котором подробно описаны, какие образовательные технологии будут максимально эффективны и востребованы до 2030 года.

Современные образовательные технологии:

User Modeling — мониторинг и моделирование профессиональных качеств и учебных достижений учащихся;

Mobile Tools — превращение мобильных устройств в образовательный инструмент;

Networking Tools — использование сетевых образовательных технологий;

Serious Games — игры, развивающие концептуальные компетенции;

Intelligent Environments — создание интеллектуальных образовательных сред;

Educational Data Mining — образовательные среды анализа данных;

Rich Interfaces — богатые интерфейсы взаимодействия с физическим миром;

1:1 (1 ученик – 1 компьютер) — единство образовательной среды, в которой каждому учащемуся предоставлено учебное место на основе ПК, и специальных педагогических методов.

Каких результатов мы достигли за 3 года, кроме, непосредственно создания самой образовательной среды? Во-первых, стоит отметить, что среди выпускников **в 2011 году 60% выбрали дальнейшее обучение в высших учебных заведениях именно по инженерным специальностям** (т.е. после окончания обучения получают диплом инженера).

Во-вторых, мы начали подготовку к изданию учебных пособий. В апреле 2012 года издательство «БИНОМ Лаборатория знаний» выпускает учебно-методический комплект «Первый шаг в робототехнику» [5,6]: практикум и рабочую тетрадь по робототехнике для учащихся 5–6 классов. Цель практикума — дать школьникам современное представление о прикладной науке, занимающейся разработкой автоматизированных технических систем, — робототехнике. Практикум содержит описание актуальных социальных, научных и технических задач и проблем, решение, которых еще предстоит найти будущим поколениям. Это позволяет

учащимся почувствовать себя исследователями, конструкторами и изобретателями технических устройств. Пособие можно использовать как для занятий в классе, так и для самостоятельной подготовки. Учебные занятия с использованием данного практикума способствуют развитию конструкторских, инженерных и общенаучных навыков, помогают по-другому посмотреть на вопросы, связанные с изучением естественных наук, информационных технологий и математики, обеспечивают вовлечение учащихся в научно-техническое творчество. Рабочая тетрадь является неотъемлемой составляющей практикума. Учебные занятия по робототехнике способствуют развитию конструкторских, инженерных и общенаучных навыков, помогают по-другому посмотреть на вопросы, связанные с изучением естественных наук, информационных технологий и математики, обеспечивают вовлечение учащихся в научно-техническое творчество. Работа с тетрадью позволяет более продуктивно использовать отведенное на информатику и ИКТ время, а также дает ребенку возможность для контроля и осмысления своей деятельности и ее результатов. Рабочая тетрадь помогает в выполнении практических, творческих и исследовательских работ.

В-третьих, создана и апробирована учебная программа дополнительного образования учащихся 9–11 классов «Основы микропроцессорных управлений» [4,17], ядро которой — моделирование автоматических систем управления на основе микропроцессоров, как современное, наглядное и передовое направление в науке и технике, с одновременным рассмотрением базовых, теоретических положений. Такой подход предполагает сознательное и творческое усвоение материала, а также его продуктивное использование в опытно-конструкторской деятельности.

Результаты

Созданы все необходимые учебные лаборатории

Создан федеральный УМК «Первый шаг в робототехнику»

Создана авторская программа дополнительного образования

Популяризация направления среди педагогов и студентов

Масштабирование проекта в Общеобразовательном лицее №17 города

Северодвинска

В процессе теоретического обучения учащиеся знакомятся с физическими основами электроники и микроэлектроники, историей и перспективами развития этих направлений. Программа предусматривает проведение практикума, состоящего из лабораторно-практических, исследовательских работ и прикладного программирования. В ходе специальных заданий школьники приобретают общетрудовые, специальные и профессиональные

компетенции по использованию электронных компонентов в микропроцессорных автоматизированных системах управления, закрепляемые в процессе разработки проектов. Содержание программы реализуется во взаимосвязи с физикой, математикой, информатикой и технологией, что соответствует современным тенденциям STEM-образования (Science, Technology, Engineering, Math). Программа рассчитана на 68 учебных часов и может быть адаптирована для проведения 17 часовых или 34 часовых элективных курсов. Данная программа реализуется в МБОУ ОГ №24 города Архангельска на факультативных занятиях для учащихся 9-х классов.

Должен возникать вопрос: чем обусловлено такое количество учебных лабораторий? Создав первую лабораторию, мы, совместно с педагогом-психологом, исследовали динамику учебной мотивации учащихся. Используемые методы: наблюдение, беседы с родителями и педагогами, шкалирование, использовалась также и методика Т.Д. Дубовицкой. Цель методики — выявить направленность и определить уровень развития внутренней учебной мотивации учащихся при изучении ими конкретных предметов (в нашем случае — информатика и робототехника). В основе методики — тест-опросник из 20 суждений и предложенных вариантов ответа. Обработка производится в соответствии с ключом. Методика может использоваться в работе со всеми категориями обучающихся, способными к самоанализу и самоотчету, начиная примерно с 12-летнего возраста [2]. Полученные результаты [7] с одной стороны позволяют уверенно говорить о повышении уровня учебной мотивации практически у каждого учащегося, с другой — через год уровень мотивации стал снижаться и стремиться к тому уровню, который был у учащегося до занятий в лаборатории робототехники (на базе LEGO MINDSTORMS NXT). Именно этим фактом обусловлено дальнейшее количественное развитие учебных лабораторий. Учебная мотивация — это основной фактор в непрофильной школе, влияющий на успешность учащегося. Исследования изменений учебной мотивации мы продолжим и в дальнейшем.

Исследование мотивационной сферы личности

Использование лабораторий инженерной направленности позволяет активизировать учебную активность учащихся и повысить мотивацию

Второй вопрос, который часто задают педагоги: как могут быть связаны микроэлектроника, робототехника и инженерное образование в целом со спецификой нашей гимназии? С одной стороны, дело в том, что платформа Arduino, на которой базируется большая часть лабораторий, первоначально разрабатывалась для обучения дизайнеров и

художников (людей с небольшим техническим опытом). Даже без опыта программирования учащиеся всего через 10 минут ознакомления уже начинают разбираться в коде, изменять его, проводить наблюдения, небольшие исследования. При этом на каждом уроке может быть создан реально работающий прототип какого-либо устройства (маяк, светофор, ночник, гирлянда, прототип системы уличного освещения, электрический звонок, доводчик двери, термометр, бытовой измеритель шума и т.д.), а учащиеся повышают уровень своей технологической самоэффективности [14]. С другой — процитирую Петра Леонидовича Капицу: «По моему мнению, хороших инженеров мало. Хороший инженер должен состоять из четырёх частей: на 25% — быть теоретиком; на 25% — художником (машину нельзя проектировать, её нужно рисовать — меня так учили, и я тоже так считаю); на 25% — экспериментатором, т.е. исследовать свою машину; и на 25% он должен быть изобретателем. Вот так должен быть составлен инженер. Это очень грубо, могут быть вариации. Но все эти элементы должны быть» [1].

В последнее время необычайной популярностью пользуются цифровые образовательные ресурсы. Статистика скачиваний с сайтов fcior.edu.ru и school-collection.edu.ru это подтверждает. Региональные и муниципальные департаменты образования проводят огромное число конкурсов и семинаров по использованию ЦОР в школе. В течение последних 5–6 лет многие университеты эффективно используют программную среду LabVIEW компании National Instruments в научно-исследовательской и учебной работе. Разрабатываются и вводятся в учебный процесс виртуальные лабораторные и практикумы по естественно-научным дисциплинам [12]. Анализируя авторефераты кандидатских и докторских диссертаций в 2009–2011 году, стоит отметить большое количество работ, в которых используется программное обеспечение NI LabVIEW, включая специальность 13.00.02 (теория и методика обучения и воспитания). Данное программное обеспечение установлено в нашей гимназии.

Систематическая работа с мелкими деталями у детей и подростков оказывает положительное влияние на развитие моторики мелких мышц кистей рук, что в свою очередь стимулирует развитие основных функций головного мозга, что положительно влияет на внимание, наблюдательность, память, воображение, речь и, конечно развивает творческое мышление [3].

Узким местом многих исследований и проектов часто становится невозможность быстрого масштабирования. Накопленный нами опыт позволил в кратчайшие сроки (30 дней) масштабировать проект в Общеобразовательном лицее №17 города Северодвинска, что подчеркивает практическую значимость нашей работы.

Развитие проекта

Развитие проекта базируется на эффективном сотрудничестве с компаниями, заинтересованными в развитии инженерного образования в РФ, тесном сотрудничестве с преподавателями Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова и педагогами дополнительного образования

Учителя должны пропагандировать естественные науки, математику, инженерное искусство и технологии заблаговременно. Исследования технологических компаний показывают, что если мы не будем иметь детей заинтересованных и увлеченных инженерными направлениями уже в 7–9 классах, вероятность того, что они успешно пойдут по инженерной карьере очень низка.



Выстраивание в школах системы «Начала инженерного образования» позволит осуществлять эффективное сквозное обучение (школа — дополнительное образование — ВУЗ) по современным технологиям обеспечивая: непрерывность образовательной программы на разных ступенях образования, использование самых современных технологий в процессе непрерывного цикла обучения.

Постепенная интеграция системы общего и дополнительного образования

На первом этапе реализации внедрения необходимо плавно встроить ее в учебный процесс



Этап	Цели	Результаты
2009	Создание школьной лаборатории робототехники	Использование оборудования в учебно-воспитательном процессе. Работа творческого объединения Участие в 2-х всероссийских конференциях. Научные публикации
2010	Решение организационных вопросов по использованию возможностей лабораторий в учебном процессе. Поиск партнеров проекта.	Проект «Мобильная лаборатория робототехники» стал победителем конкурса «Школа будущего вместе с Интел». Участие в международных и всероссийских конференциях. Научные публикации
2011	Создание школьной лаборатории микроэлектроники. Апробация образовательных технологий. Исследование возможности масштабирования проекта в других образовательных учреждениях	Авторская программа «Основы микропроцессорных систем управления». Проект «Лаборатория микроэлектроники» представлен в проектах: IT-прорыв, Мой учитель. Проект масштабирован в Северодвинске (лицей №17).
2012	Создание лабораторий инженерной направленности: • робототехника LEGO; • программирование микроконтроллеров; • проектирование цифровых устройств; • сбор данных и измерительные системы; • датчики и обработка сигналов; • мобильная робототехника.	Созданы указанные лаборатории. Проект «Начала инженерного образования в школе» - лауреат всероссийского конкурса «Инновационная школа». Сайт проекта лауреат всероссийского конкурса «Лучший школьный сайт» (номинации: дизайн и лучший сайт школьной тематики). УМК «Первый шаг в робототехнику» (издательство «БИНОМ») Сотрудничество с Университетским лицеем САФУ имени М.В.Ломоносова

Инновации

*Нас поддерживают крупнейшие компании и корпорации: Intel, MIPS, National Instruments, NVision Group. Мы первые и пока единственные в РФ, кто развивает такую среду в таком масштабе. Объем негосударственных инвестиций в наше образовательное учреждение в 2009-2012гг. более **1 000 000 руб.**, государственная поддержка – 20 000 руб.*

Учебно-методический комплект

1. Копосов Д.Г. Первый шаг в робототехнику: практикум для 5–6 классов. М: БИНОМ. Лаборатория знаний. — 2012. — 286 с.
2. Копосов Д.Г. Первый шаг в робототехнику: рабочая тетрадь для 5–6 классов. М: БИНОМ. Лаборатория знаний. — 2012. — 88 с.

Публикации

9. Копосов Д.Г. Робототехника и микроэлектроника в школе: из опыта работы // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации: материалы X открытой всероссийской конференции (16—18 мая 2012 г.). — Москва: МГУ имени М.В.Ломоносова, 2012. — С. 47–49.
8. Копосов Д.Г. Робототехника и микроэлектроника в школе: вопросы подготовки учителей информатики // Всероссийская научно-практическая конференция «Информационные и коммуникационные технологии в науке и образовании» (6—7 апреля 2012 г.): сборник трудов. — Москва; Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2012. — С.46–48.
7. Копосов Д.Г. Изучение микропроцессорных систем управления в курсе информатики // Информатизация как целевая ориентация и стратегический ресурс образования: сб. науч. трудов участников Междунар. научн.-практ. конф., (29 февраля — 4 марта 2012 г.). — Архангельск: КИРА, 2012. — С. 268–272.
6. Копосов Д.Г. Факультативный курс «Основы микропроцессорных систем управления» для учащихся 9–11 классов // Информационные технологии в образовании: ресурсы, опыт, тенденции развития: сб. материалов Международной научно-практической конференции (30 ноября — 3 декабря 2011 г.). Часть II. — Архангельск: АО ИППК РО, 2011. — С174–181.
5. Телюкина Т.М., Копосов Д.Г. Занятия по робототехнике с учащимися начальной школы // Информационные технологии в образовании: ресурсы, опыт, тенденции развития: сб. материалов Международной научно-практической конференции (30 ноября — 3 декабря 2011 г.). Часть II. — Архангельск: АО ИППК РО, 2011. — С.228–230.
4. Копосов Д.Г. Начала микроэлектроники на уроках информатики // Всероссийский съезд учителей информатики. Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова. 24–26 марта 2011: Тезисы докладов. — М: Издательство Московского университета: 2011. — С. 600–601.

3. Копосов Д.Г. Использование научных статей в качестве основы лабораторного практикума в средней школе // Вестник физического факультета Поморского университета: сборник научных трудов. Вып.9 — Архангельск: КИРА, — 2010. С. 114–119.
2. Копосов Д.Г. Уроки робототехники в школе // Информационные технологии в образовании: ресурсы, опыт, тенденции развития: сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции (7–10 декабря 2010 г.). Часть II. — Архангельск: АО ИППК РО, 2010. — С.37–41.
1. Копосов Д.Г. Робототехника на уроках информатики — основа подготовки будущих инженеров // Информационные технологии в образовании: сб. мат. региональной научно-практической конференции (17–18 декабря 2008 г.). Часть I. — Архангельск: АО ИППК РО, 2008. — С.63–65.

Апробация результатов исследования

Международные, всероссийские и региональные конференции

- X Всероссийская конференция «Преподавание информационных технологий в Российской Федерации» (16-18 мая 2012 г, Москва).
- Международная научно-практическая конференция «Информатизация как целевая ориентация и стратегический ресурс образования» (29 февраля — 4 марта 2012 г., Архангельск).
- Всероссийская научно-практическая конференция «Информационные технологии в науке и образовании» «ИТО-Чебоксары-2012» (6-7 апреля 2012 г., Чебоксары).
- Конференция «Образовательная галактика Intel в Перми» (21.04.2011., Пермь).
- Научная конференция профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов САФУ имени М.В.Ломоносова (7–8 февраля 2012 г., Архангельск).
- Международная научно-практическая конференция «Информационные технологии в образовании: ресурсы, опыт, тенденции развития» (30 ноября — 3 декабря 2011 г., Архангельск).
- II Межрегиональный практический семинар «Непрерывное информационное образование» (8–11 февраля 2010 г., Кабардино-Балкарская Республика).
- Всероссийская научно-практическая конференция «Информационные технологии в образовании: ресурсы, опыт, тенденции развития» (7–10 декабря 2010 г., Архангельск).
- Форум «Сетевые педагогические сообщества как эффективное взаимодействие диссеминации инновационного опыта молодых педагогов» (24–26 июня 2010 г., Республика Саха).

- Межрегиональный практический семинар «Непрерывное информационное образование» по обмену опытом и перспективным направлениям информатизации школ (23–26 июня 2009 г., Республики Карелия).
- Региональная научно-практическая конференция «Информационные технологии в образовании» (17–18 декабря 2008 г., Архангельск).

Апробация результатов исследования

Вебинары, видеолекции

<http://edugalaxy.intel.ru/?act=webinars&CODE=recwebinars>

1. Микропроцессорные системы управления — основа робототехники (02.11.2011). — 60 мин.
2. Уроки робототехники в школе (29.08.2011). — 60 мин.

Циклы видеолекций «УМК — БИНОМ». Информатика и ИКТ. Робототехника Смотреть на сайте издательства БИНОМ

1. Организация лаборатории робототехники в школе (14.05.2010). — 60 мин.
2. Проектная деятельность на занятиях по робототехнике (направление информационно-технологическое) (21.05.2010). — 60 мин.
3. Проектная деятельность на занятиях по робототехнике (направление естественных наук) (28.05.2010). — 60 мин.

1. Всё простое — правда... Афоризмы и размышления П.Л. Капицы.../Сост. П. Е. Рубинин. — М.: Изд-во Моск. физ.-тех. ин-та, 1994. — 152 с.
2. Дубовицкая Т.Д. Методика диагностики направленности учебной мотивации // Психологическая наука и образование. — 2002. №2. — С.42–45.
3. Кольцова М.М., Рузина М.С. Ребенок учится говорить. Пальчиковый игротренинг — Екатеринбург: У-Фактория, — 2006. — 224 с.
4. Копосов Д.Г. «Основы микропроцессорных систем управления — программа для учащихся 9–11-х классов» // Информационные технологии в образовании: ресурсы, опыт, тенденции развития: сб. мат. Международной науч.-практ. конф. (30 ноября — 3 декабря 2011 г.). В 2 ч. Ч. 2./ Редкол. Федосеева И.В. и др. — Архангельск: Изд-во АО ИППК РО, 2011. — С.174–181.
5. Копосов Д.Г. Первый шаг в робототехнику: практикум для 5–6 классов. М: БИНОМ. Лаборатория знаний. — 2012. — 286 с.
6. Копосов Д.Г. Первый шаг в робототехнику: рабочая тетрадь для 5–6 классов. М: БИНОМ. Лаборатория знаний. — 2012. — 60 с.
7. Копосова О.Ю. Мониторинг уровня учебной мотивации учащихся 5–7 классов при изучении робототехники // Информационные технологии в образовании: ресурсы, опыт, тенденции развития: сб. материалов Всероссийской научно-практич. конференции (7–10 декабря 2010 г.). Часть I. / Редкол. Артюгина Т.Ю. и др. — Архангельск: Изд-во АО ИППК РО, 2010. — С.230–233.
8. Крылов Е.В. Преждевременное развитие — вред интеллекту?: [интервью] / Крылов Е.В., Крылов О.Н. // Аккредитация в образовании. — 2010. — N 6 (41). Сентябрь. — С. 90–92
9. Похолков Ю.П. Без пяти минут инженер. Политический журнал. 17. 07.2006. С.8
10. Сапрыкин Д.Л. Инженерное образование в России: история, концепция и перспективы // Высшее образование в России. — 2012. №1. — С. 125–137.
11. Федоров И.Б. Вопросы развития инженерного образования // Альма матер (Вестник Высшей школы). — 2011. — № 5. — С. 6–11.
12. Хромов В.И., Капустин Ю.И., Кузнецов В.М. Опыт применения программной среды Labview в учебных курсах по наукоёмким технологиям. // сб. трудов Международной научно-практической конференции «Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments». 17–18 ноября 2006 г., Москва, Россия: Изд-во Российского университета дружбы народов, — 2006. — С. 36–38.

13. Johnson L., Levine A., Smith R., Smythe T. «The 2009 Horizon Report: K-12 Edition». Austin, Texas: The New Media Consortium. — 34 p.
14. Lovell E.M. A Soft Circuit Curriculum to Support Technological Self-Efficacy, Massachusetts Institute of Technology. — June 2011. — 70 p.
15. Woolf B.P. A roadmap for education technology. Amherst, MA: Global Resources for Online Education. 2010. — 80 p.
16. Копосов Д.Г. Образовательные проекты в МБОУ ОГ №24. Авторский сайт учителя информатики МБОУ ОГ №24. [Электронный ресурс]. <http://www.koposov.info>.
17. Копосов Д.Г. Авторская программа «Основы микропроцессорных систем управления» дополнительного образования учащихся 9–11 классов. http://shkola24.su/?page_id=1534.
18. Официальный сайт «Образовательной галактики Intel», раздел «Вебинары». <http://edugalaxy.intel.ru/?act=webinars&CODE=recwebinars>.
19. Путин В.В. Мнения российских политиков о нехватке инженерных кадров. 11.04.2011. // Государственные вести (GOSNEWS.ru). Интернет-издание.. http://www.gosnews.ru/business_and_authority/news/643.