



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ (ИНФОРМАТИКИ)
КАФЕДРА ФИЗИКИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Робототехника и конструирование в школьном физическом эксперименте

Выпускная квалификационная работа
по направлению 44.03.05 Педагогическое образование
Направленность программы бакалавриата «Физика. Математика»

Проверка на объем заимствований:
52 % авторского текста

Работа рецензирована к защите
рекомендована/не рекомендована
«25» 03 2017г.
зав. кафедрой физики и методики
обучения физике
Беспаль Ирина Ивановна

Выполнил:
Студент группы ОФ-513/084-5-1
Безкоровайный Сергей Андреевич

Научный руководитель:
д. п. н., профессор
Даммер Манана Дмитриевна

Челябинск
2017 год

Оглавление

Введение.....	3
Глава I. Теоретические аспекты применения образовательной робототехники в школьном физическом эксперименте.....	7
§ 1. Пропедевтика знаний и умений по физике в школе	7
§ 2. Состояние проблемы исследования в научно-педагогической литературе	10
§ 3. Основные образовательные робототехнические наборы.....	12
§ 4. Образовательная робототехника как основа урока.....	28
Выводы по первой главе	34
Глава II. Методика применения образовательной робототехники в школьном физическом эксперименте.....	36
§ 1. Применение образовательной робототехники и конструирования в учебной, исследовательской и проектной деятельности учащихся по физике.....	36
§ 2. Дидактическое обеспечение и методическое сопровождение применения образовательной робототехники в процессе обучения физике.....	40
§ 3. Апробация разработанных методических рекомендаций по использованию образовательной робототехники в учебном процессе по физике	54
Выводы по второй главе	58
Заключение.....	60
Библиографический список.....	62

ВВЕДЕНИЕ

Робототехника — это прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем. Она включает в себя такие дисциплины как электроника, механика, программирование.

Робототехника является одним из важнейших направлений научно-технического прогресса, в котором проблемы механики и новых технологий неразрывно связаны с проблемами искусственного интеллекта. На современном этапе в условиях внедрения ФГОС возникает необходимость в организации процесса обучения физике с применением образовательной робототехники, направленной на удовлетворение потребностей обучающихся, требований социума в тех направлениях, которые способствуют реализации основных задач научно-технического прогресса. Робототехника встраивается в учебный процесс. Проводятся соревнования по робототехнике, учащиеся участвуют в различных конкурсах, в основе которых использование новых научно-технических идей, обмен технической информацией и инженерными знаниями.

Усиливающаяся информатизация современного общества, в свою очередь, ставит новые задачи в развитии технического творчества: современной науке требуются специалисты, способные объединить в практической деятельности технические и информационные знания. Таким образом, появляются совершенно новые задачи.

В современном обществе идет повсеместное внедрение роботов в нашу жизнь, очень многие процессы заменяются роботами. Роботы применяются в различных сферах: медицина, строительство, геодезия, метеорология, промышленное производство и т.д. Очень многие процессы в жизни человек уже и не мыслит без робототехнических устройств (мобильных роботов): робот для всевозможных детских и взрослых игрушек, робот-сиделка, робот-нянечка, робот-пылесос и т.д.

Специалисты, которые обладают знаниями в этой области, сильно востребованы. И вопрос внедрения робототехники в учебный процесс по физике, начиная с седьмого класса, актуален. Ребенок, изучая физику с использованием образовательной робототехники, может не просто получить новые знания, но и подкрепить их на практике, а также изучить работу сложных роботизированных устройств. Поэтому внедрение робототехники в учебный процесс обучения физике приобретает все большую значимость и актуальность. Основное робототехническое оборудование, используемое при обучении физике в школах — это конструкторы компании Fischertechnik, LEGO, TETRIX и т.д. [11; 16; 34].

Целью использования образовательной робототехники в системе образования является овладение навыками начального технического конструирования, развития мелкой моторики, изучение понятий конструкции и основных свойств (жесткости, прочности, пластичности, устойчивости), изучение основных физических понятий, навык взаимодействия в группе. В распоряжение детей предоставлены конструкторы, оснащенные микропроцессором, и наборами датчиков. С их помощью школьник может запрограммировать робота — умное устройство на выполнение определенных функций.

Дополнительным преимуществом изучения робототехники является создание команды и, в перспективе, участие в городских, региональных, общероссийских и международных олимпиадах по робототехнике, что значительно усиливает мотивацию учеников к получению знаний.

Основная цель использования робототехники — это социальный заказ общества: сформировать личность, способную самостоятельно ставить учебные цели, проектировать пути их реализации, контролировать и оценивать свои достижения, работать с разными источниками информации, оценивать их и на этой основе формулировать собственное мнение, суждение, оценку.

В школьном образовании робототехника тоже нашла свое место: различные программы дополнительного образования, проектные работы, научно-исследовательские работы и т.д. Однако методическое обеспечение сильно страдает. Все это свидетельствует об актуальности проблемы разработки методики использования робототехники в процессе обучения физике в школе.

Тема: робототехника и конструирование в школьном физическом эксперименте.

Объект исследования: процесс обучения физике в основной школе.

Предмет исследования: методика использования образовательных робототехнических конструкторов в школьном физическом эксперименте.

Цель: изучить педагогические условия применения образовательной робототехники в различных составляющих школьного физического эксперимента.

Гипотеза исследования: применение образовательной робототехники в обучении физике расширяет возможности учебного эксперимента и влияет на повышение качества знаний и умений обучающихся.

Задачи исследования:

1. Выявить состояние проблемы исследования на основе анализа научно-педагогической литературы.
2. Разработка основных положений методики и последующая их конкретизация при изучении отдельных тем школьного курса физики.
3. Разработка содержания учебных экспериментов с использованием образовательной робототехники.
4. Экспериментальная проверка гипотезы исследования.

Наше исследование проходило в несколько **этапов:**

1. Анализ литературы: сентябрь – декабрь 2015 г.
2. Формирование проблемы исследования. Формулирование темы, объекта, предмета, цели и гипотезы исследования выпускной квалификационной работы: февраль – май 2016 г.

3. Педагогический эксперимент. Анализ данных эксперимента: сентябрь – декабрь 2016 г.

4. Формулировка выводов и оформление выпускной квалификационной работы: февраль – май 2017 г.

Глава I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ В ШКОЛЬНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

§ 1. Пропедевтика знаний и умений по физике в школе

Пропедевтика (от др. — греч. προπαιδείω — предварительно обучаю) — введение в какую-либо науку или искусство, сокращенное систематическое изложение науки или искусства в элементарной форме, подготовительный (предварительный, вводный) курс, предшествующий более глубокому изучению предмета [23].

Наряду с программами и курсами физики для основной школы появляются пропедевтические курсы, целью которых является перенос физических знаний на более ранний возраст (с пятого класса). Впервые исследования по пропедевтике физических знаний с четвертого класса проводились под руководством А.В. Усовой в шестидесятые годы прошлого столетия. Ею была обоснована целесообразность введения элементов физических знаний, способствующих развитию творческой активности детей младшего школьного возраста, их познавательных интересов, интересов к выполнению экспериментальных заданий. Доказано, что пропедевтика физических знаний способствует лучшему их усвоению в старших классах. Оба довода не потеряли свою актуальность и сегодня [23].

Пропедевтические курсы как вводные курсы в дисциплины общей физики («Введение в механику», «Введение в молекулярную физику», «Введение в электродинамику», «Введение в оптику», «Введение в квантовую физику») имеют общие дидактические цели. Они призваны решать задачи фундаментализации и генерализации, систематизации и интеграции знаний и умений. Вышеназванные задачи можно реализовать с помощью системы методологических действий:

- анализ структуры и содержания учебного материала по физике, выделение его элементов;

- изучение существенных связей между элементами знаний;
- нахождение новых способов взаимосвязи элементов знаний;
- организация системы элементов знаний в соответствии с новыми обнаруженными связями;
- разработка общих положений и правил, называемых методологическими, которые дают возможность совершенствовать процесс усвоения предметных знаний;
- обучение студентов всем методологическим действиям, названным выше.

Раскрывая функции пропедевтического курса, мы рассматривали функциональную зависимость между задачами обобщения физики, ее содержанием, и процессом преподавания пропедевтического курса физики. При этом чтобы определить характер этой связи, мы взяли за основу определение функциональной зависимости из философского словаря, внося некоторые уточнения. Функциональная зависимость — это форма устойчивой взаимосвязи между объективными явлениями или характеризующими их величинами, при которой изменение одних явлений вызывает определенное количественное и качественное изменение других. Это позволило сформулировать развивающие задачи пропедевтического курса:

1. Развитие психических познавательных процессов (восприятия, мышления и речи, памяти, воображения).
2. Развитие форм мышления (анализ, синтез, сравнение, классификация, абстрагирование, конкретизация, обобщение).
3. Развитие качеств, характеризующих позицию личности (социальность, гражданственность, патриотизм); поведение и поступки личности, ее идеалы, ориентиры; духовность и нравственность личности; интеллектуальные особенности личности; деловые особенности (трудолюбие, дисциплинированность, ответственность, предприимчивость, способность к деловому риску, умение доводить начатое дело до конца);

организационно-волевые (целеустремленность, требовательность к себе, самокритичность, настойчивость, способность к достижению намеченной цели); особенности творческого саморазвития личности (углубление представлений обучаемых об особенностях их характера, мотивации поведения, привычках и способностях; осознание собственных профессиональных склонностей и интересов, побуждение студентов заниматься самовоспитанием, самосовершенствованием).

Процесс решения вышеназванных задач развития в рамках пропедевтического курса неразрывно связан с задачами гуманистического воспитания в условиях гуманитаризации и гуманизации физического образования. Гуманитарную составляющую физического образования пропедевтический курс решает, рассматривая исторический характер научного познания; смену парадигм физического знания в процессе познания; роль методологического анализа структуры и содержания курса физики на всех ступенях его изучения; модельный характер физического познания; эволюцию взглядов ученых на окружающий мир, поиски и разочарования, триумф научных предвидений и открытий. Устанавливая субъект-субъектные отношения между участниками образовательного процесса, создавая комфортные условия для личности, атмосферу оптимизма, успеха, условия для развития способностей и склонностей личности, ориентируя весь этот процесс на субъектный опыт обучаемого. На пропедевтических занятиях можно успешно решать задачи гуманизации физического образования и, тем самым, способствовать воспитанию творчески активной личности.

Триединая система дидактических задач пропедевтического курса определила его функции. Функции отдельных элементов содержания учебного курса реализуются тогда, когда эти элементы включаются в процесс решения определенных дидактических задач. Это высказывание и определяет соответствие двух дидактических категорий «задача» и «функция». Выделяя основные дидактические задачи пропедевтического

курса, мы раскрываем его функции. Выделенная выше система дидактических задач (образовательных, развивающих и воспитывающих) определяет требования к содержанию курса и процессу его преподавания. Функции курса в целом и его отдельных элементов позволяют рассматривать роль пропедевтического курса в решении выделенных задач [23].

§ 2. Состояние проблемы исследования в научно-педагогической литературе

В большом разнообразии источников информации по образовательной робототехнике не так легко найти методические рекомендации, которые осуществили бы необходимые цели и задачи педагога. В большей степени в методических работах приведены конкретные базовые модели или лабораторные работы для стандартных наборов Lego конструктора. Нехватка методических разработок компенсируется различными путями:

- Самостоятельная разработка педагогами новых методик внедрения нестандартных моделей с использованием других образовательных робототехнических наборов в различные школьные дисциплины;
- Обучение через курсы повышения квалификации учителей по образовательной робототехнике;
- Работа по готовым методическим пособиям и/ или полный отказ от самосовершенствования в области робототехники.

Тем, кто только начинает знакомиться с данной областью или тем, кто самосовершенствуется, достаточно ознакомиться с работами таких авторов как:

- А. Злаказов, Г. Горшков, С. Шевалдина «Уроки легоконструирования в школе. Методическое пособие» [18].

Данное пособие содержит описание методики, позволяющей встроить в учебный процесс технологии конструирования с использованием ИКТ, ознакомить учителей с особенностями и возможностями

легоконструирования и с вариантами проектирования легомоделей для школьников разного возраста. Книга содержит различные материалы по обеспечению методической поддержки конкурсов для учащихся, нормативному обеспечению подготовки и проведения соревнований в легоконструировании.

- В.В. Тарапата «Робототехника в школе: методика, программы, проекты» [27].

В пособии рассматривается круг вопросов, связанных с использованием образовательной робототехники на уроках в основной школе в условиях введения ФГОС ООО. Пособие содержит апробированные материалы, обобщающие опыт внедрения технологий и использования образовательной робототехники на уроках математики, информатики. Содержание материала, изложенного в учебно-методическом пособии, сопровождается календарно-тематическим планом, конспектами занятий, иллюстрациями, схемами, таблицами.

- М.Г. Ершов «Использование робототехники в преподавании физики».

Диссертация содержит описание методики применения образовательной робототехники в обучении физики. Диссертация содержит материалы по обеспечению методической поддержки уроков для учащихся, нормативному обеспечению подготовки и проведения уроков с использованием образовательной робототехники, а также аспекты применения образовательной робототехники на уроках физики [16].

- Т.В. Никитина «Образовательная робототехника как направление инженерно-технического творчества школьников» [22].

Учебное пособие содержит материалы, позволяющие освоить предметную область «Образовательная робототехника» и эффективно использовать эти знания в профессиональной деятельности. Изложенный материал нацелен на раскрытие потенциала данной предметной области в российском школьном образовании.

- Т.Ф. Мирошина, Л.Е. Соловьева, А.Ю. Могилева, Л.П. Перфирьева «Образовательная робототехника на уроках информатики и физики в средней школе: пособие для учителя» [21].

Пособие содержит методические и дидактические материалы по применению образовательной робототехники на уроках информатики в 5-6 классах, физики в 7-8 классах. В помощь педагогам представлены методические разработки для проведения уроков с использованием робототехнических конструкторов, задачи и упражнения, тестовые задания, групповые и индивидуальные задания. К пособию прилагается компакт-диск с пакетом видеофильмов и презентаций.

Данные пособия окажут помощь, как начинающим педагогам, так и продвинутым пользователям конструкторов, которые затрудняются в разработке методических рекомендаций к своим моделям.

Для ознакомления с готовыми конструкциями педагогам не нужно специально подбирать какую-либо литературу, ее достаточно в интернет-источниках. Данной тематике посвящены множество сайтов [30; 31; 32; 34; 35].

§ 3. Основные образовательные робототехнические наборы

На сегодняшний день сохраняется высокая конкуренция развитых стран в научно-технической сфере. Результаты такой конкуренции определяют не только степень обороноспособности страны и роль её на мировой арене, но и многие политические, экономические, социальные процессы, происходящие в обществе. Приоритетные научно-технические направления, стратегии развития науки и инноваций в Российской Федерации определяются Федеральным законом «О науке и государственной научно-технической политике» [1], а также Указом Президента Российской Федерации от 07 июля 2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации

и перечня критических технологий Российской Федерации» [2]. Эти направления включают развитие таких систем как информационно-телекоммуникационные, транспортные, авиационные и космические системы, перспективные вооружения, военная и специальная техника. Осваивая новейшие технологии, Россия в последние годы сделала значительный шаг в развитии информационно-коммуникационной сферы и начала двигаться по линии развития робототехники. А с внедрением в систему образования Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) второго поколения стало возможным применение робототехники в различных составляющих учебного процесса по физике.

В ряде регионов Российской Федерации образовательная робототехника достаточно развита, что позволяет активно применять её в обучении физике. Челябинская область не исключение. Так, на базе МАОУ «Лицей №142 г. Челябинска» активно применяется образовательная робототехника на уроках физики.

Для организации деятельности школьников в сфере образовательной робототехники и ее применения на уроках физики сегодня на рынке предлагается ряд конструкторов, которые позволяют школьнику достаточно быстро собрать конструкцию, подключить датчики и электродвигатели, составить программу и запустить модель робота. Следует отметить, что почти все образовательные конструкторы для сборки роботов разработаны и выпускаются за рубежом, но есть конструкторы отечественного производства.

Наиболее популярным конструктором для организации занятий по робототехнике в большинстве учебных заведений является конструктор LEGO MINDSTORMS (производится в Дании).

Конструкторы LEGO MINDSTORMS выпускаются с 1998 года и широко распространены не только в России, но и во многих странах мира. Высокое качество деталей конструктора LEGO сочетается с достаточной прочностью, безопасностью, простотой сборки, не требующей специальных

инструментов. Системы программирования конструкторов адаптированы для соответствующего возраста детей. На данный момент выпускают два основных набора:

LEGO MINDSTORMS NXT (ПервоРобот) — это образовательный робототехнический конструктор, программируемый в среде NXT-G или Robolab. Благодаря программируемому блоку, исполнительным механизмам и разнообразным датчикам, возможно, конструировать роботов, автоматизированные системы и автономные лабораторные установки [16].

Набор включает в себя:

1. Программируемый 32-битный блок с беспроводным соединением через Bluetooth и USB-порт (рис. 1). Программируемый матричный дисплей. Четыре входных и три выходных порта. Шесть подключаемых цифровых платформ. Громкоговоритель мощностью 8 кГц. Можно вводить непосредственно, вводить в блок задания для выполнения простых команд. Еще больше дополнительных заданий и инструкций можно найти в ПО. Работает на шести пальчиковых батарейках АА или от аккумуляторной батареи [28].



Рис.1. Программируемый блок NXT

2. Стандартный набор датчиков для микрокомпьютера NXT:

а) Датчик освещенности (рис. 2), содержит в себе красный светодиод, который можно включить и выключить программно, а также фототранзистор, который, собственно и измеряет яркость попадающего на

него света. Включенная подсветка позволяет измерять свет, отражённый от поверхности объекта, в то время как при выключенной подсветке фотоэлемент измеряет яркость окружающего освещения;

б) Датчик звука (рис. 3), позволяет измерять громкость звука, или уровень звукового давления (SPL), измеряется в единицах, называемых Децибелами (дБ);

с) Датчик касания (рис. 4), это самый простой датчик, позволяющий сообщать контроллеру о нажатии и отпускании оранжевой кнопки, расположенной в передней части датчика;

д) Ультразвуковой датчик (рис. 5). Датчик, имеющий собственный микропроцессор. Наличие собственного «интеллекта» позволяет датчику измерять и сообщать основному блоку расстояние в абсолютных единицах, а не в каких-то абстрактных масштабных величинах, как это делают датчики звука и освещённости. Датчик работает по принципу сонара, посылая короткий импульс на частоте 40КГц. Затем он измеряет время, за которое звук дошёл до объекта, отразился от него и вернулся назад;

е) Четыре сервопривода (рис. 6). В сервопривод встроен датчик вращения (датчик оборотов). Что дает возможность роботу двигаться точно в заданном направлении. Этот датчик измеряет обороты мотора в градусах (точность $\pm 1^\circ$). Скорость вращения привода зависит от условной мощности, подающейся на сервомотор. Мощность варьируется от -100 до 100.



Рис. 2. Датчик освещенности



Рис. 3. Датчик звука



Рис. 4. Датчик касания



Рис. 5. Датчик расстояния



Рис. 6. Сервопривод

LEGO MINDSTORMS EV3 — это новое поколение роботизированных конструкторов, построенных на платформе LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 [28].

Микрокомпьютер EV3 имеет программный интерфейс, позволяющий создавать программы и настраивать регистрацию данных непосредственно на микрокомпьютере EV3 (рис. 7).



Рис. 7. Микрокомпьютер EV3

Возможности микроконтроллера EV3 во много раз превосходят возможности микроконтроллера NXT. Микрокомпьютер EV3 поддерживает функции Bluetooth и WiFi для связи с компьютерами. Совместим с мобильными устройствами, и питается батареями типа AA или аккумуляторной батареей EV3. Процессор типа ARM 9 с операционной системой на основе OS Linux. Блок EV3 имеет: 4 порта для подключения датчиков, 4 порта для подключения сервоприводов. Встроенная память, включающая 16 МБ флеш-памяти и 64 МБ оперативной памяти, слот для чтения карт памяти формата Mini SDHC с поддержкой чтения карт объемом до 32 ГБ. Режим USB 2.0 хостинга, позволяющий соединять микрокомпьютеры в последовательную цепь.

Специально созданные для работы с микрокомпьютером EV3 датчики позволяют создавать сложных роботов, умеющих двигаться в разнообразных направлениях и по сложным траекториям, выполнять сложные действия, моделировать реальные технологии, используемые в технической аппаратуре и в производственных процессах.

Стандартный набор датчиков для микрокомпьютера EV3:

1. Датчик гироскопический к EV3.

Цифровой гироскопический датчик EV3 (рис. 8). Позволяет измерять момент вращательного движения робота, а также угол изменения его положения. С помощью этого датчика можно измерить углы поворота робота, создать балансирующего робота и исследовать технологии, которые используются в настоящих навигационных системах и игровых контроллерах.

2. Датчик касания к EV3 (рис. 9). Аналоговый датчик касания EV3 определяет, нажата ли его кнопка или нет, а также количество нажатий (как одиночных, так и множественных). Позволяет оснастить робот системой контроля запуска/остановки, создавать роботов, способных выйти из лабиринта и познакомиться с технологиями, применяющимися в цифровых музыкальных инструментах, компьютерных клавиатурах и в кухонных устройствах.

3. Ультразвуковой датчик расстояния к EV3 (рис. 10). Цифровой ультразвуковой датчик EV3 генерирует ультразвуковые волны и фиксирует их отражение от объекта, тем самым измеряя расстояние до него. Он также может использоваться в режиме сонара, испуская одиночные волны. Кроме того, датчик может улавливать ультразвуковые волны от других датчиков, которые будут являться сигналами для запуска программ. Использование этого датчика позволяет понять принципы устройств, работающих на базе ультразвуковых технологий.

4. Датчик цвета он же освещенности (рис. 11). Цифровой датчик цвета (освещенности) EV3 определяет до 8 различных

цветов и может работать также как датчик освещенности. Позволяет конструировать роботов-сортировщиков, использующих цветные индикаторы, и моделировать производственные процессы.

5. ИК-датчик или инфракрасный датчик (рис. 12.) Цифровой ИК-датчик EV3 предназначен для измерений приближения/удаления робота; может также улавливать ИК-сигналы, излучаемые ИК-маяком. С помощью этого датчика можно создавать дистанционно управляемых роботов, навигационные системы для преодоления препятствий и получить представление о технологии, которую используют в пультах управления аудио-видео техникой, в системах видео наблюдения и др.

6. ИК-маяк или инфракрасный маяк (рис. 13). ИК-маяк EV3 излучает ИК-сигнал, улавливаемый ИК-датчиком EV3. Передавая сигналы на ИК-датчик, ИК-маяк может использоваться в качестве пульта дистанционного управления микрокомпьютера EV3. Для работы требуются две батареи AAA.



Рис. 8. Гироскопический датчик



Рис. 9. Датчик касания



Рис. 10. Датчик расстояния



Рис. 11. Датчик цвета



Рис. 12. Инфракрасный датчик



Рис. 13. Инфракрасный пульт

Существует ряд фирм (HiTechnic, Mindsensors, Vernier), выпускающих оборудование, совместимое с конструкторами LEGO MINDSTORMS Education.

Рассмотрим самые распространенные из них — датчики HiTechnic к микрокомпьютеру [33].

Датчики HiTechnic существенно расширяют возможности конструкторов Mindstorms NXT и EV3 — позволяют создавать роботов, которые могут реагировать на большее число параметров окружающей среды (цвет объектов, сила тяжести, ускорение), а также взаимодействовать с другими объектами — RCX, ИК-мячом, ИК-пультом.

Существуют следующие датчики компании HiTechnic:

1. Датчик-компас. Датчик определяет текущую ориентацию робота. Для его программирования и настройки можно воспользоваться Блоками «Компас» или «Датчик расстояния» в среде программирования NXT.

2. Датчик скорости вращения (гироскоп) к микрокомпьютеру NXT. Датчик представляет собой одноосный гироскоп. С его помощью можно построить робота, который сможет реагировать на угол поворота.

3. Датчик ускорения. Датчик позволяет роботу определять ускорение робота, а также определять своё «отклонение» от горизонтали. Применение этого датчика позволит роботу понимать не только направление его движения.

4. Мультиплексор датчиков. Он расширяет возможности микроконтроллеров Mindstorms, позволяя подключить до 4-х датчиков к одному порту микроконтроллера. Это позволяет использовать любую комбинацию датчиков Mindstorms и датчиков HiTechnic, чтобы расширить возможности робота и освободить другие порты, для подключения новых устройств.

5. Коммутатор датчиков касания. Коммутатор датчиков касания даёт возможность построить робота, к которому можно подключать до четырех датчиков касания через один порт для датчиков микроконтроллера.

6. Детектор инфракрасного излучения. Благодаря ему появляется возможность создать робота, который будет способен обнаруживать источники ИК-излучения, определять их положение и расстояние до них.

7. Модуль инфракрасной связи. Благодаря ему, можно создать робота, который будет способен поддерживать связь с другими микроконтроллерами.

8. Электрооптический датчик. Датчик даёт возможность построить робота, который сможет обнаруживать объекты при помощи отраженных световых сигналов.

9. Макетная плата (без пайки). Макетная плата позволяет быстро и безопасно подключать к микроконтроллеру различные внешние электронные устройства. Обеспечивает 5 значений для каждого из 5 аналоговых входных сигналов и двунаправленную передачу сигналов через 6 цифровых входов/выходов.

Также имеется методическая и дидактическая поддержка различных наборов в виде пошаговых инструкций, рекомендаций для педагога, разработок занятий, учебных курсов. Данное оборудование позволяет значительно расширить возможности базового конструктора. Так, например, сотрудничество компании Vernier Software and Tehnology и корпорации LEGO привело к появлению адаптера и программного обеспечения, позволяющего использовать датчики Vernier с компьютеризированным устройством блоком NXT или EV3, управляющего конструктором MINDSTORMS. Во второй версии программного обеспечения MINDSTORMS была добавлена функция регистрации и графического представления данных «NXT 2.0 Data Logging», в среде программирования EV3 есть аналогичная функция. Таким образом, появилась возможность использовать базовый комплект LEGO MINDSTORMS в качестве инструмента для проведения различных учебных экспериментов. Для формирования дизайнерских и конструкторских способностей детей компания LEGO создала систему автоматизированного проектирования LEGO Digital Designer, в которой в виртуальном режиме на компьютере можно создать конструкцию из любого набора LEGO, а затем сформировать пошаговую инструкцию по сборке реальной модели робота. Для

использования, новых технологий в учебном процессе компания LEGO производит ряд специализированных наборов по физике и технологии. Известны следующие тематические наборы [31]:

- «Технология и физика», набор на основе деталей LEGO System и Technic, ориентированный на изучение основ физической науки и работы механизмов с моторами и рычагами (рис. 14);



Рис. 14. Набор «Технология физика»

- «Возобновляемые источники энергии», набор содержит дополнительные аксессуары для конструирования моделей механизмов получения энергии от естественных источников — солнечной, силы ветра и течения воды (рис. 15);



Рис. 15. Набор «Возобновляемые источники энергии»

- «Энергия, работа, мощность», набор знакомит учащихся с источниками, способами преобразования и сохранения энергии, а также с соотношениями между энергией, работой и мощностью. Позволяет создавать генераторы, механические накопители энергии и модели автомобилей (рис. 16);



Рис. 16. Набор «Энергия, работа, мощность»

- «Индустрия развлечений», набор позволяет учащимся конструировать роботизированные системы, с применением датчиков и сервомоторов (рис. 17);



Рис. 17. Набор «Индустрия развлечений»

- «Пневматика», набор дополнительных элементов, который позволяет ученикам изучить, как работают пневматические системы и самостоятельно их конструировать (рис. 18);



Рис. 18. Набор «Пневматика»

Каждый набор сопровождается соответствующим методическим пособием по использованию конструктора в учебном процессе. Например, к набору «Возобновляемые источники энергии» прилагается комплект заданий Lego Education. Этот комплект содержит: диск с заданиями, книгу для педагога, изображения по тематике набора. Такие методические пособия имеют все наборы образовательные наборы Lego Education.

Ещё один производитель, который появился недавно на российском рынке образовательной робототехники, это компания Fischertechnik из Германии. Конструкторы этой компании имеют аналогичные составляющие

конструкторов и во многом не уступают конструкторам LEGO. Некоторые составляющие конструктора Fischertechnik даже превосходят по своим возможностям Lego Education. Конструктор Fischertechnik больше приближен к радиотехнике (имеет открытые детали, провода и т.д.), что позволяет использовать его как средство изучения основ радиоэлектроники. Каждый набор является как самостоятельным конструктором, так и дополнительным к любому другому набору компании Fischertechnik.

В продаже имеются следующие образовательные робототехнические наборы компании Fischertechnik [30]:

- Fischertechnik Robotics 524328 TXT Открытие. Основной набор этой компании, включающий в себя 14 разнообразных моделей (рис. 19);



Рис. 19. Набор «Открытие»

- Fischertechnik Profi 516184 Авто и двигатели. Набор, демонстрирующий работу электродвигателей на примере электроавтомобилей (рис. 20);



Рис. 20. Набор «Авто и двигатели»

- Fischertechnik Profi 533875 Солнечная энергия, Fischertechnik Basic 520396 Энергия солнца. В эти наборы входят модели, работающие на солнечной энергии (рис. 21);



Рис. 21. Наборы: «Солнечная энергия», «Энергия солнца»

- Наборы Fischertechnik Profi 533874 Сила пневматики, демонстрирует устройства, приводимые в движение пневматикой.



Рис. 22. Набор «Сила пневматики»

- Пневматика 3, Fischertechnik Robotics 516186 ROBO TX Электропневматика включают в себя модели, демонстрирующие работу различных видов пневматики (рис. 22);



Рис. 22. Наборы: «Пневматика 3», «Электропневматика»

- Fischertechnik Advanced 41862 Большие подъемные краны (рис. 23). Включает в себя масштабную модель подъемного крана с

системой блоков и рычагов, служит для изучения темы: «Простые механизмы»;



Рис. 23. Набор «Большие подъемные краны»

- Fischertechnik Profi 520401 Топливная емкость (рис. 24). Данный набор позволяет изучать различные источники топлива и количество энергии, которое они выделяют;



Рис. 24. Набор «Топливная емкость»

- Fischertechnik Profi Dynamic 536620 S (рис. 25). Этот набор позволяет демонстрировать движение (прямолинейное и криволинейное), изучать скорость и ускорение, механическое движение и траекторию;



Рис. 25. Набор «Dynamic»

Кроме вышеназванных, существуют такие конструкторы, как Tetrrix, (производитель Pitsco), США; Robotino (производитель Festo, Германия); роботы на базе конструктора для создания мобильных платформ «Профи» (ООО «Техновижн», Москва); роботы на основе микроконтроллера Arduino (производится в Италии) и т.д. [34].

Для программирования созданных роботов, используются текстовые и объектно-ориентированные языки программирования, адаптированные для вышеперечисленных конструкторов. Одним из современных языков программирования роботов является Microsoft Robotics Developer Studio. Эта среда позволяет не только управлять роботами, но и просматривать симуляцию поведения роботов в виртуальном режиме [34].

Наиболее популярными для программирования роботов LEGO являются программные продукты компании National instruments (США). Эта компания является одним из мировых лидеров в технологии программного управления системами сбора данных и управления техническими объектами и технологическими процессами, а также в разработке и изготовлении аппаратного и программного обеспечения для систем автоматизированного тестирования. Фирма имеет более 40 представительств в различных странах мира. Среда графического инженерного программирования LabVIEW компании National instruments с 1986 года успешно используется в управлении техническими объектами и технологическими процессами. В последних версиях программы имеются специализированные блоки для программирования микропроцессора NXT робототехнических конструкторов LEGO MINDSTORMS. Кроме того, фирмой разработаны адаптированные для учащихся школ модификации среды LabVIEW: Robolab, LEGO Education WeDo, NXT-G.

Для программирования роботов других производителей используют следующие программное обеспечение: Arduino IDE, TRIK Studio, JavaScript.

Все сказанное позволяет сделать вывод, что промышленность в некотором смысле «опережает» педагогическую науку. На сегодня возникла

острая необходимость обеспечения существующих образовательных робототехнических наборов методическим сопровождением, позволяющим эффективно включать комплекты в учебный процесс, адаптируя их к возрастным и познавательным возможностям обучающихся.

§ 4. Образовательная робототехника как основа урока

В соответствии с пунктом 5.2.7 Положения о Министерстве образования и науки Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 15 мая 2010 г. № 337 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2010, № 21, ст. 2603; № 26, ст. 3350), пунктом 7 правил разработки и утверждения федеральных государственных образовательных стандартов, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 24 февраля 2009 г. № 142 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2009, № 9, ст. 1110) был введен федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [3].

Данный стандарт установил требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования с учётом общих требований стандарта и специфики изучаемых предметов, входящих в состав предметных областей, которые должны обеспечивать успешное обучение.

Для успешного обучения физике должны формироваться следующие предметные результаты [16]:

1) формирование представлений о закономерной связи и познаваемости явлений природы, об объективности научного знания; о системообразующей роли физики для развития других естественных наук, техники и технологий; научного мировоззрения как результата изучения основ строения материи и фундаментальных законов физики;

2) формирование первоначальных представлений о физической сущности явлений природы (механических, тепловых, электромагнитных и квантовых), видах материи (вещество и поле), движении как способе существования материи; усвоение основных идей механики, атомномолекулярного учения о строении вещества, элементов электродинамики и квантовой физики; овладение понятийным аппаратом и символическим языком физики;

3) приобретение опыта применения научных методов познания, наблюдения физических явлений, проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов; понимание неизбежности погрешностей любых измерений;

4) понимание физических основ и принципов действия (работы) машин и механизмов, средств передвижения и связи, бытовых приборов, промышленных технологических процессов, влияния их на окружающую среду; осознание возможных причин техногенных и экологических катастроф;

5) осознание необходимости применения достижений физики и технологий для рационального природопользования;

6) овладение основами безопасного использования естественных и искусственных электрических и магнитных полей, электромагнитных и звуковых волн, естественных и искусственных ионизирующих излучений во избежание их вредного воздействия на окружающую среду и организм человека;

7) развитие умения планировать в повседневной жизни свои действия с применением полученных знаний законов механики, электродинамики, термодинамики и тепловых явлений с целью сбережения здоровья;

8) формирование представлений о нерациональном использовании природных ресурсов и энергии, загрязнении окружающей среды как следствие несовершенства машин и механизмов.

С введением требований к предметным результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования, которые устанавливает ФГОС нового поколения, появилась возможность изменения форм организации современного учебного процесса, а именно встраивание образовательной робототехники в различные составляющие учебного процесса по физике [4]:

1) урочные формы работы (выполнение учебных проектов, подготовка демонстрационного эксперимента, экспериментальных установок для лабораторных работ и работ школьного физического практикума);

2) формы внеурочной деятельности (творческие проектно-конструкторские работы учащихся, участие в конкурсах и научно-практических конференциях, включая их дистанционные и сетевые формы реализации);

3) работа в системе дополнительного образования (клубная и кружковая работа). Современные требования ФГОС хорошо согласуются с базовыми принципами организации деятельности школьников при работе с робототехническими комплексами.

Конструирование, моделирование, программирование роботов в комплексе с использованием ИКТ-технологий, как правило, отличается высокой степенью творчества, самостоятельности, соперничества, коммуникации в группе. У учащихся формируются умения, необходимые современному школьнику.

Несмотря на положительный эффект применения робототехники в урочной деятельности, как показывает опыт многих учителей-предметников, образовательная робототехника пока превалирует в клубной и кружковой работе. Это объясняется недостаточной разработанностью методики использования робототехники в учебном процессе, отсутствием учебных пособий для учащихся и методических рекомендаций для учителей. Вместе с тем, можно отметить, что существует ряд методических пособий зарубежных авторов по использованию робототехники в проектной работе по физике,

химии, биологии, что может быть востребовано в работе учителей-предметников.

При разработке методики применения образовательной робототехники в преподавании учебных предметов, в частности физики, прежде всего, необходимо сформулировать цели ее использования:

1) демонстрация возможностей робототехники как одного из ключевых направлений научно-технического прогресса;

2) демонстрация роли физики в проектировании и использовании современной техники;

3) повышение качества образовательной деятельности:

- углубление и расширение предметного знания;
- развитие экспериментальных умений и навыков;
- совершенствование знаний в области прикладной физики;
- формирование умений и навыков в сфере технического проектирования, моделирования и конструирования;

4) развитие у детей мотивации изучения предмета, в том числе познавательного интереса;

5) усиление предпрофильной и профильной подготовки учащихся, их ориентация на профессии инженерно-технического профиля.

В Муниципальном автономном образовательном учреждении «Лицей №142 г. Челябинска» имеется некоторый опыт использования робототехнических комплексов LEGO Mindstorms в учебном процессе по физике. Анализ и обобщение имеющегося опыта работы позволил выделить следующие направления использования роботов в преподавании физики:

1. Робот как объект изучения. Изучение физических принципов работы датчиков, двигателей и других систем конструктора.

2. Робот как средство измерения в традиционном эксперименте. Датчики базового конструктора и дополнительные виды датчиков (Vernier, HiTechnic и др.) используются как измерительная система в физическом эксперименте с обработкой и фиксацией его результатов в различных видах.

3. Робот как средство постановки физического эксперимента (роботизированный эксперимент). Комплексное использование двигателей, систем оповещения, датчиков, робототехнического конструктора в демонстрационном и лабораторном эксперименте.

4. Робот как средство учебного моделирования и конструирования. Применение образовательной робототехники в проектно-исследовательской и конструкторской работе учащихся:

- использование имеющихся роботов с другими системами;
- создание нового робота;
- модернизация робота (разработка и проектирование новых датчиков и других систем робота, расширяющих возможности его использования, в том числе в новых условиях).

Можно выделить следующие положительные стороны использования элементов робототехники на уроках, включающих демонстрационный физический эксперимент, а также на лабораторных занятиях по физике:

1. Обработка результатов измерения физических величин может быть запрограммирована и проведена в автоматическом режиме при выполнении программы.

2. Исключаются случайные ошибки измерения, связанные с использованием органов чувств человека при измерении: со скоростью реакции человека, глазомером, восприятием событий на слух и т.д.

3. Непрерывный мониторинг значения физической величины в ходе эксперимента в течение указанного промежутка времени и с регулируемой частотой снятия показаний датчика от единичного измерения за всё время эксперимента до нескольких десятков раз в секунду.

4. Данные эксперимента выводятся на экран на протяжении всего хода эксперимента в виде численных значений, числовой шкалы с указателем, таблиц значений и графиков функций.

5. График, полученный в результате эксперимента, а также инструменты для его исследования дают дополнительные возможности для анализа закономерностей физического процесса:

- вывод численных данных для любой точки графика;
- вывод значений различных интервалов изменения величины за заданный промежуток времени;
- определение среднего значения величины за некоторый промежуток времени;
- аппроксимация графика;
- отображение на координатной плоскости нескольких графиков, полученных в ходе нескольких аналогичных экспериментов.

Кроме названных достоинств можно указать недостатки использования робототехнических комплексов в школьном эксперименте.

Во-первых, экспериментальная установка с применением робота требует предварительной сборки и программирования, что сопровождается затратами времени. Для минимизации временных затрат рекомендуется:

- предварительное создание пошаговых инструкций по сборке установки;
- создание банка программ, подготовленных для использования на различных установках;
- замена некоторых узлов конструкции установки неразборными аналогами;
- предварительная сборка установки школьниками до урока (в рамках выполнения индивидуального или группового творческого задания).

Во-вторых, наличие инструментальной погрешности датчиковых систем и необходимость их учёта.

При проведении лабораторных работ с применением робототехники возможен разный уровень сложности выполнения учебных заданий. Данный уровень определяется:

1) степенью участия школьников в сборке и настройке автоматизированного эксперимента:

- работа на готовой установке;
- самостоятельная сборка и наладка установки, программная настройка датчиков, разработка программы для обработки результатов;

2) уровнем дидактической поддержки учебной работы школьников:

- выполнение проекта по инструкции;
- выполнение проекта по инструкции с применением конструктивных схем по сборке;

- выполнение проекта по инструкции с указаниями по программированию робота;

3) комбинированный вариант (2 и 3).

Таким образом, образовательная робототехника позволяет использовать новые формы организации современного учебного процесса по физике, способствует успешному формированию предметных результатов, а также формированию необходимых современному школьнику компетенций.

Выводы по первой главе

Насколько оправдано внедрение образовательной робототехники в учебный процесс решает каждая школа и каждый человек сами для себя. Но не стоит забывать, что образовательная робототехника вызывает интерес учеников. В свою очередь, наличие интереса является одним из залогов успешного обучения.

Применение образовательной робототехники на уроках физики может дать учащимся следующее:

- навыки самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности;
- умение предвидеть возможные результаты своих действий;

- понимание различий между исходными фактами и гипотезами для их объяснения;
- приобретение опыта самостоятельного поиска, анализа и отбора информации с использованием новых информационных технологий для решения познавательных задач;
- освоение приемов действий в нестандартных ситуациях, овладение разными методами решения проблем;
- умение работать в группе.

Несмотря на высокий уровень востребованности образовательной робототехники в современной школе, существует ряд проблем, связанных с ее внедрением в учебный процесс. В первую очередь, это — недостаток учебных пособий и методических разработок для организации учебного процесса. Нехватка учителей, готовых применять элементы образовательной робототехники в своей практической деятельности, также является проблемой современных школ. Все сказанное убедило нас в актуальности проблемы нашего исследования и необходимости разработки методики включения элементов робототехники в учебный процесс по физике в школе.

Глава II. МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ В ШКОЛЬНОМ ФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

§ 1. Применение образовательной робототехники и легоконструирования в учебной, исследовательской и проектной деятельности учащихся по физике

В требованиях ФГОС основного общего образования отмечается необходимость овладения обучающимися универсальными учебными действиями (УУД) и способностью их использовать в учебной, познавательной и социальной практике, также обучающийся должен уметь самостоятельно планировать и осуществлять учебную деятельность, создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, использовать ИКТ.

Для достижения требований ФГОС основного общего образования к результатам обучения учащихся, склонных к естественным наукам, технике или прикладным исследованиям, важно вовлечь их в такую учебно-познавательную деятельность, как изучение образовательной робототехники в рамках курса физики.

Основное назначение образовательной робототехники в рамках курса физики состоит в выполнении социального заказа современного общества, направленного на подготовку подрастающего поколения к полноценной работе в условиях глобальной информатизации всех сторон общественной жизни.

Робототехника является одним из важнейших направлений научно-технического прогресса, в котором проблемы механики и новых технологий соприкасаются с проблемами информатизации и автоматизации современного общества.

За последние годы успехи в робототехнике и автоматизированных системах изменили личную и деловую сферы нашей жизни. Роботы широко используются в транспорте, в исследованиях Земли и космоса, в хирургии, в

военной промышленности, при проведении лабораторных исследований, в сфере безопасности, в массовом производстве промышленных товаров и товаров народного потребления. Многие устройства, принимающие решения на основе полученных от сенсоров данных, тоже можно считать роботами.

В настоящее время идет активная работа по внедрению в образовательный процесс стандартов второго поколения, важнейшей отличительной особенностью которых является ориентация на результаты образования. Кроме того они предусматривают новое методологическое основание — системно-деятельностный подход. Дети лучше всего учатся в процессе деятельности, удовлетворяющей присущую ребенку любознательность — игры-исследования, творческого моделирования и конструирования. Такую стратегию обучения возможно реализовать в образовательной среде LEGO Education, Arduino, Fischertechnik, Tetrrix, Киберфизика и т.д. Они объединяют в себе специально скомпонованные для занятий в группе комплекты образовательной робототехники, тщательно продуманные системы заданий для детей и четко сформулированную образовательную концепцию. Процесс активной работы по конструированию, исследованию, постановке вопросов и совместному творчеству дает возможность охватить широкий круг учебных проблем по разным образовательным областям. Это — проведение практических занятий и лабораторных исследований; проверка идей и их объяснение; сбор, запись и анализ данных; оценка научных данных и реальных работающих систем.

Образовательная робототехника органично включается в систему преподавания физики при наличии конструкторов в распоряжении учителя физики и заинтересованности с его стороны. Некоторые из конструкторов снабжены книгой для учителя, где содержатся разработки занятий.

Конструкторы, которые можно использовать для изготовления моделей в школе:

1. «Технология и физика» (I);
2. «Пневматика» (II);

3. «Возобновляемые источники энергии» (III);
4. «Амперка» (IV);
5. «Киберфизика» (V);
6. «Fischertechnik» (VI);
7. «Tetrix» (VII).

где I-VII — это наборы, которые применяются на уроках физики в МАОУ «Лицей № 142 г. Челябинска».

Данные наборы предоставляют прекрасную возможность погрузить учащихся в реальный мир естественных наук и технологий. Этот набор даёт учащимся возможность на практических занятиях изучить и понять основные принципы действия пневматических машин. В разделах «Что такое пневматика?» и «Базовые модели» изложены основы пневматических устройств — механизмов, использующих разность давления газа для своей работы. Теоретический материал излагается в доступной и увлекательной форме и мотивирует учащихся к творческой работе в командах. Сборка моделей осуществляется учащимися в парах по технологическим картам, предоставленными учителем или разработанными обучающимися.

Работа образовательными робототехническими наборами предполагает проведение исследований с готовыми моделями и экспериментирование, разработку моделей с новыми возможностями, а также развитие своих идей применительно к реальным машинам и механизмам. Для того, чтобы собрать модель, требуется от 25 до 90 минут (двойной урок) и более, в зависимости от сложности модели. В связи с этим на уроках предлагается использовать готовые модели, собранные заранее на занятиях кружка, уроках технологии.

Изготовленные модели физических экспериментов, можно использовать:

- для демонстраций при объяснении нового материала;
- при фронтальных лабораторных работах и опытах;
- для исследовательской деятельности;
- для проектной деятельности.

В процессе активной работы детей по конструированию, исследованию, постановке вопросов и совместному творчеству не только существенно улучшаются предметные результаты, но и открывается много дополнительных интересных возможностей. Появляются пути и способы продолжения исследований на основе полученных результатов. Учащиеся могут экспериментировать, разрабатывать модели с новыми возможностями, а также развивать свои идеи применительно к реальным машинам и механизмам.

Использование образовательной робототехники в учебном процессе обучения физике в седьмом классе представлено в таблице 1.

Таблица 1

Использование робототехники на занятиях по физике в седьмом классе

№ п/п	Тема занятия	Содержание занятия
1	Трение. Сила трения. Трение скольжения, качения, покоя	Солнечное транспортное средство (III, VI, VII)
2	Давление газа. Объяснение давления газа на основе молекулярно-кинетических (МКТ) представлений	Рычажный подъёмник (Подъёмник ножничного типа, II, VI, VII)
3	Расчет давления жидкости на дно и стенки сосуда.	Пневматический захват (II, VI)
4	Решение задач на давление.	Манипулятор «рука» (II, VI)
5	Манометры. Решение задач по теме: «Атмосферное давление». НРК	Творческие задания по проектированию и изготовлению моделей — Динозавр (II, VI)
6	Поршневой жидкостный насос. НРК	Творческие задания по проектированию и изготовлению моделей — Огородное пугало (II, VI)
7	Гидравлический пресс. Гидравлический тормоз.	Штамповочный пресс (II, VI)
8	Методы измерения энергии, работы, мощности. Решение задач на закон сохранения энергии.	Ветряная мельница (I, III, IV, V)

Использование образовательной робототехники в учебном процессе обучения физике в восьмом классе представлено в таблице 2.

Таблица 2

Использование робототехники на занятиях по физике в восьмом классе

№ п/п	Тема занятия	Содержание занятия
1	Постоянный электрический ток. Источники постоянного тока. Действия электрического тока.	Ручной генератор (III,IV,VI)
2	Постоянный электрический ток. Источники постоянного тока. Действия электрического тока.	Ветряной двигатель (III,IV,V)
3	Постоянный электрический ток. Источники постоянного тока. Действия электрического тока.	Солнечная станция (III, IV,V,VI)
4	Опыт Эрстеда. Магнитное поле. Магнитное поле прямого тока. Магнитные линии.	Магнитная птица (I) Исследование магнитного поля электромагнита (I,IV,V)
5	Взаимодействие магнитов. Постоянные магниты. Магнитное поле постоянных магнитов. Магнитное поле Земли. НРК;	Магнитный цирк (I) Исследование магнитного поля электромагнита (I,IV,V)
6	Магнитное поле катушки с током. Электромагниты и их применение. Электромагнитное реле. Лабораторная работа №8 «Сборка электромагнита и испытание его действия»	Исследование магнитного поля электромагнита (I,IV,V)

§ 2. Дидактическое обеспечение и методическое сопровождение применения образовательной робототехники в процессе обучения физике

Применение робототехники в учебном процессе по физике связано с изменением методики и технологии организации учебных занятий, меняется частично и содержание учебной работы школьников. В связи с этим практика включения образовательной робототехники в учебный процесс по предмету

должна быть обеспечена необходимыми методическими и дидактическими материалами.

Большинство описанных выше наборов образовательной робототехники, имеют методическое сопровождение и дидактическое обеспечение. Например, наборы компании LEGO Education сопровождаются книгой для учителя, в которой содержится подробное описание различных экспериментов, в том числе и физических; наборы образовательной робототехники компании «Амперка» также сопровождаются учебником «Основы программирования микроконтроллеров» (включает 17 параграфов, которые поэтапно разъясняют, как строятся электронные устройства), брошюрой «Конспект хакера» (кратко, но в то же время доступно описываются все основные понятия, необходимые для реализации собственных электронных идей и содержит двадцать различных экспериментов с электричеством).

При изучении образовательной робототехники и основных аспектов ее применения на уроках физики нами были разработаны и апробированы на базе МАОУ «Лицей №142 г. Челябинска» демонстрационные эксперименты и лабораторные работы по следующим разделам физики: «Механика», «Электричество и магнетизм» и другие.

Рассмотрим несколько примеров.

Пример 1. «Исследование магнитного поля электромагнита»

Цель: изучить факторы, влияющие на характеристики магнитного поля электромагнита, продемонстрировать график изменения величины, характеризующей магнитное поле электромагнита при различных условиях.

Оборудование: разборный электромагнит, выпрямитель, штатив с муфтой и лапкой, блок NXT, Vernier Mag.Field 6,4 mT, ПО NXT-G, компьютер, проектор.

Лабораторная установка (рис. 26):



Рис. 26. Лабораторная установка

Ход эксперимента:

1. Для выполнения эксперимента требуется запустить программу «NXT 2.0 Data Logging».
2. В открытом окне ввести название эксперимента и нажать кнопку «далее» (рис. 27).

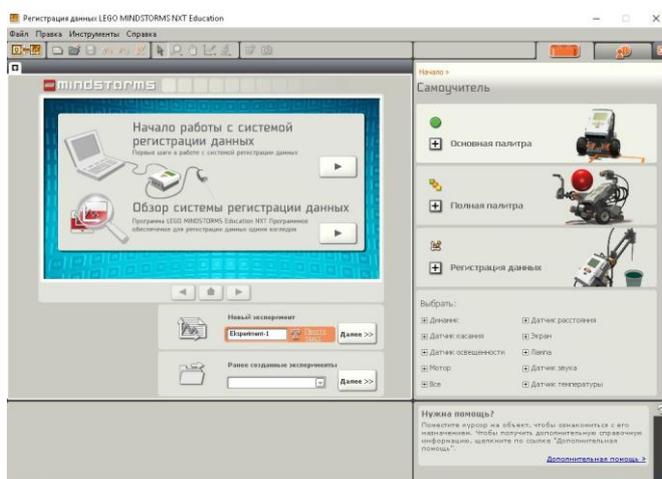


Рис. 27. Окно начала эксперимента

3. В открытом окне выбираем параметры для эксперимента (рис. 28):
 - а) Задайте имя эксперимента: *magnit*.
 - б) Время: *30 сек*.

в) Частоту: 1 «Секунду между Образцы».

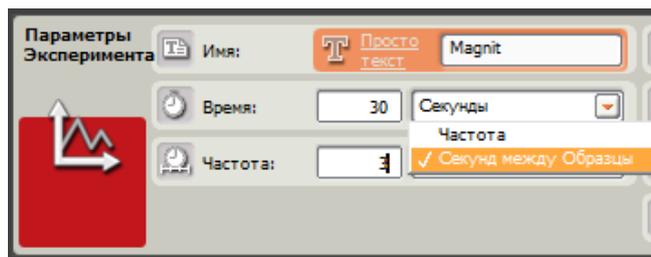


Рис. 28. Выбор параметров эксперимента

г) Выбираем датчик из списка: Vernier Mag.Field 6,4 mT, порт 1 (рис. 29).

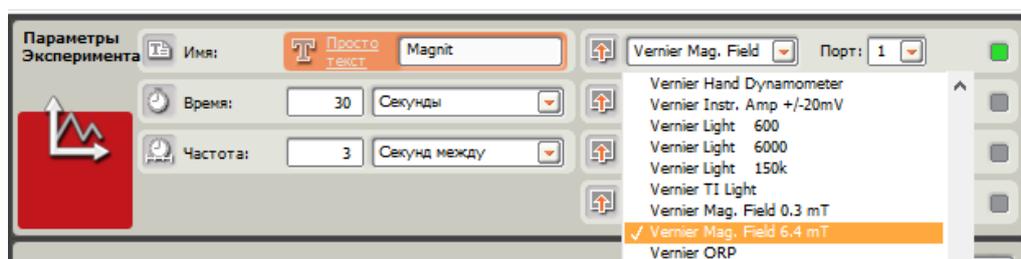


Рис. 29. Выбор датчика

д) Нажимаем кнопку «Ок».

4. Измеряем магнитное поле вокруг катушки, не включенной в цепь. Для этого подносим датчик к катушке и запускаем программу на компьютере, нажав на кнопку: «Загрузить и запустить» (рис. 30).

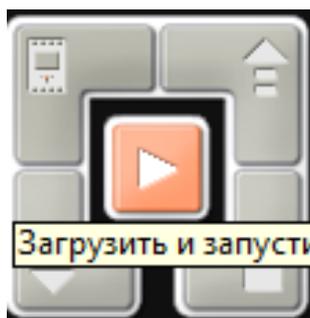


Рис. 30 . Запуск эксперимента

5. В левом нижнем углу экрана, в таблице данных выделяем первую строку, нажимаем на зеленый квадрат, изменяем цвет графика. Там же изменяем вид графика (рис. 31).

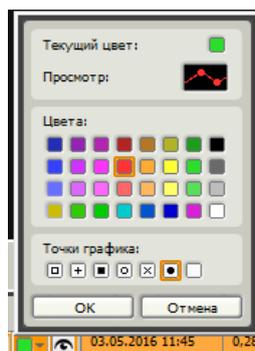


Рис. 31. Параметры вида графика

6. На панели инструментов можно выбрать: Средства анализа → Анализ участка (рис. 32).

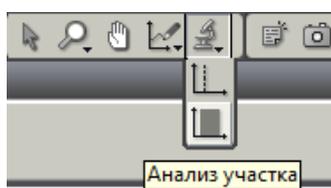


Рис. 32. Анализ графика

7. Выбираем интервал для анализа: от 0 до 30 (от начала времени эксперимента до конца) и получаем таблицу значений (рис. 33).

Имя	Мин	Макс	Среднее
Magnet F_p1_1	0,289	0,308	0,294

Рис. 33. Таблица значений

8. Измеряем магнитное поле вокруг катушки, включенной в цепь. Для этого снова запускаем программу на компьютере, нажав на кнопку: «Загрузить и запустить»

Изменяем цвет графика на другой. Там же меняем вид графика на точечный. При помощи средств анализа участка снова выводим на экран таблицу значений.

9. Надеваем катушку на сердечник, измеряем магнитное поле вокруг катушек, включенных в цепь.

Снова запускаем программу на компьютере, нажав на кнопку: «Загрузить и запустить» и проделываем действия, аналогичные пункту 8.

10. Формулируем вывод о факторах, влияющих на характеристики магнитного поля электромагнита.

В результате проведенного эксперимента были получены следующие графики (рис. 34):



Рис. 34. Результаты эксперимента

Пример 2. «Измерение напряжения на источнике тока, сделанного из фруктов»

Цель: исследование электрических свойств различных фруктов и овощей.

Оборудование: картофель, яблоко, апельсин, лимон, блок EV3, датчик Vernier Differential Voltage, ПО LEGO MINDSTORMS EV3, компьютер, проектор, электроды из различного материала.

Лабораторная установка (рис. 35)



Рис. 35. Лабораторная установка

Ход эксперимента:

1. Запускаем программное обеспечение LEGO MINDSTORMS EV3 на компьютере (рис. 36)

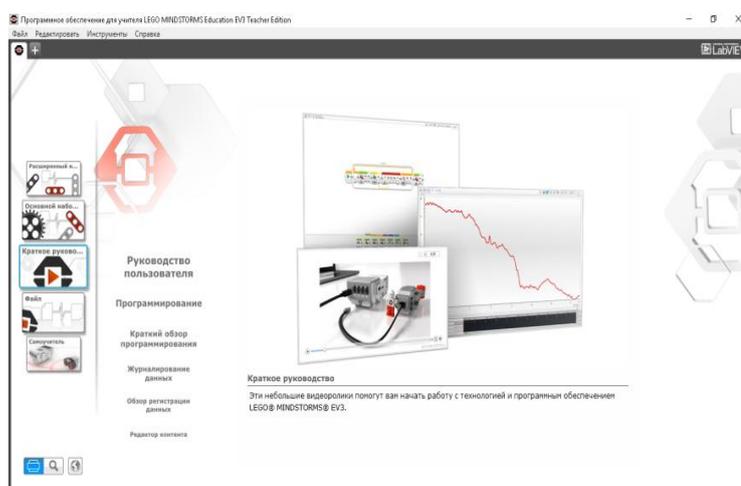


Рис. 36. Программное обеспечение LEGO MINDSTORMS EV3

2. В левом верхнем углу выбираем: Файл → Новый проект → Эксперимент

3. Закрепляем стальной и медный электроды в картофеле на расстоянии друг от друга не более 2 см.

4. Для измерения напряжения на электродах, воткнутых в картофель, прикрепляем черный щуп к стальной скрепке, а красный щуп к медному проводу на картофеле.

- В открытом окне выбираем параметры для эксперимента:
 - а) продолжительность эксперимента: *10 сек.*;
 - б) частоту: *1 секунда между выборками*;
 - в) выбираем датчик из списка: Vernier → Differential Voltage, порт 1, цвет коричневый (рис. 37).

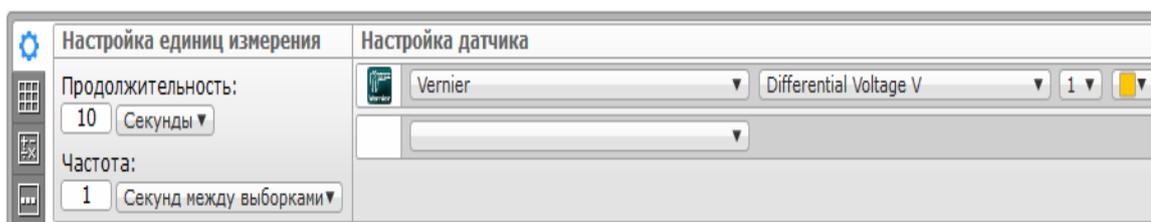


Рис. 37. Выбор параметров эксперимента

- Измеряем напряжение в полученной цепи: запускаем программу на компьютере, нажав на кнопку: «Загрузить и запустить» в правом нижнем углу (рис. 38):

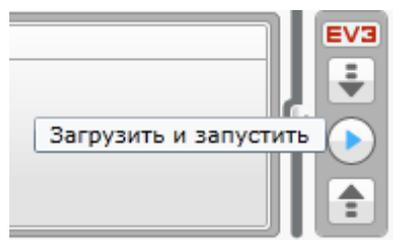


Рис. 38. Запуск эксперимента

В левом нижнем углу экрана переключаем на вкладку «Таблицы данных»: вводим название эксперимента «potatoes». Там же изменяем вид графика (рис. 39).

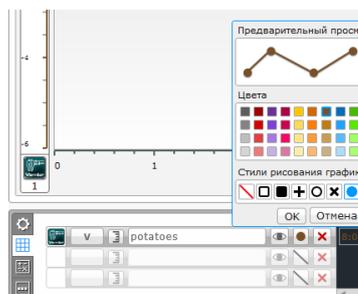


Рис. 39. Параметры графика

- На панели инструментов выбираем: Средства анализа → Анализ участка (рис. 40)

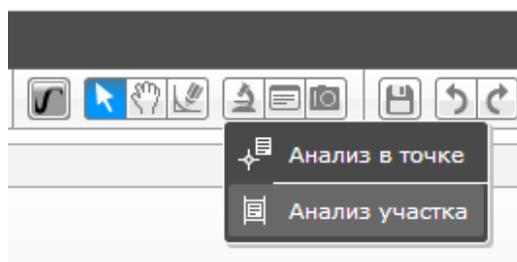


Рис. 40. Анализ графика

- Выбираем интервал для анализа: от 1 до 9 (с первой секунды эксперимента до девятой). На экране появится таблица значений (рис. 41).

Анализ участка						
Положение по оси X		Начать: 1,00	Конечное положение: 9,00			
Имя	Минимальный	Максимальный	Среднее	Медиана	Стандартное отклонение	Инте
potatoes	0,11	0,38	0,25	0,23	0,09	1,

Рис. 41. Таблица значений

Аналогичные действия выполняем при проведении экспериментов с яблоком, апельсином, лимоном.

5. В заключении демонстрационного эксперимента учащиеся формулируют вывод об электрических свойствах различных фруктов и овощей.

Пример 3. «Регулирование силы тока реостатом»

Цель: научиться пользоваться реостатом для изменения силы тока в цепи.

Оборудование: 1 плата Arduino Uno, 1 беспаячная макетная плата, 1 светодиод, 1 резистор номиналом 220 Ом, 6 проводов «папа-папа», 1 потенциометр, батарея типа «крона», кабель питания от батарейки «крона», USB, диск с готовой программой для установки.

Лабораторная установка (рис. 42):

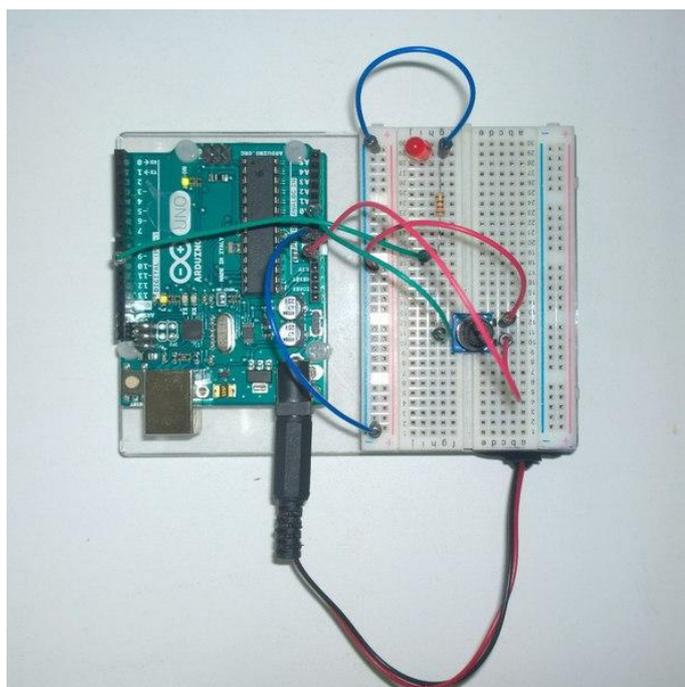


Рис. 42. Лабораторная установка

Схема лабораторной установки (рис. 43):

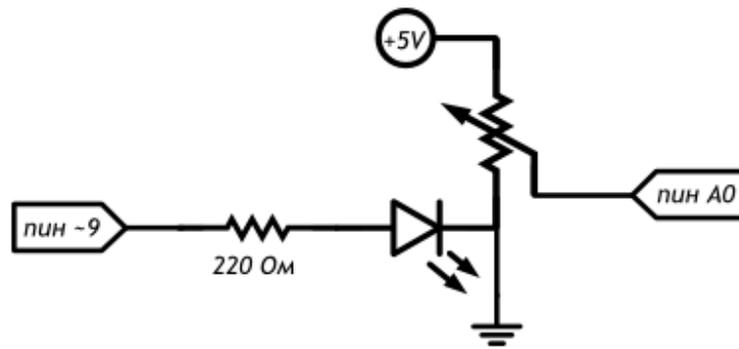


Рис. 43. Схема лабораторной установки

Схема на макетной плате (рис. 44):

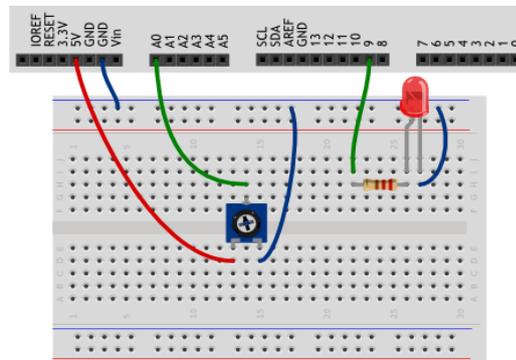


Рис. 44. Схема на макетной плате

Ход работы:

1. Рассмотрите схему лабораторной установки на макетной плате.

Обратите внимание:

а) Мы подключили «землю» светодиода и переменного резистора к длинному рельсу «—» макетной платы, и уже ее соединили с входом GND микроконтроллера. Таким образом, мы использовали меньше входов и от макетной платы к контроллеру тянется меньше проводов.

б) Подписи «+» и «—» на макетной плате не обязывают вас использовать их строго для питания, чаще всего они используются именно так, и маркировка нам помогает при построении схем.

в) Не важно, какая из крайних ножек потенциометра будет подключена к 5 В, а какая к GND, поменяется только направление, в котором нужно

крутить ручку для увеличения напряжения. Помните, что сигнал считывается со средней ножки.

г) Для считывания аналогового сигнала, принимающего широкий спектр значений, подходят только порты, помеченные на плате как «ANALOG IN» и пронумерованные с префиксом А. Для Arduino Uno — это А0-А5.

2. Соберите установку, указанную на схеме.
3. Подключите плату Arduino Uno к компьютеру посредством USB.
4. Откройте программу «p030_pot_light», которая находится на диске.
5. Загрузите программу, нажав кнопку «Загрузить» (рис. 45).

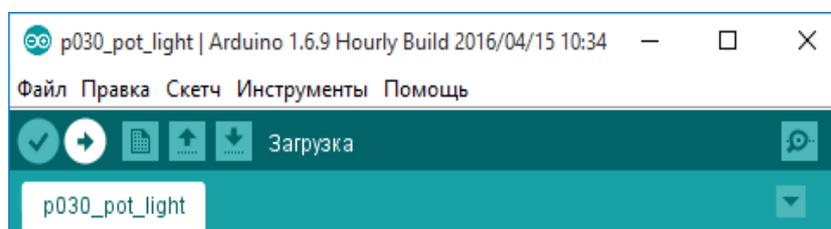


Рис. 45. Загрузка программы

6. Увеличивайте сопротивление реостата, плавно и медленно вращая ручку. Наблюдайте, как меняется яркость светодиода.

7. После этого уменьшайте сопротивление реостата, плавно и медленно вращая ручку. Наблюдайте, как меняется яркость светодиода.

8. Сформулируйте вывод.

Пример 4. «Исследование зависимости периода и частоты свободных колебаний математического маятника от его длины»

Цель: выяснить, как зависят период и частота свободных колебаний маятника от его длины.

Оборудование: плата Arduino Uno, датчик линии, компьютер, штатив, 2 муфты, 2 лапки, стальная линейка 50 см., магнит.

Ход работы:

1. Соберите установку, изображенную на рисунке 46.

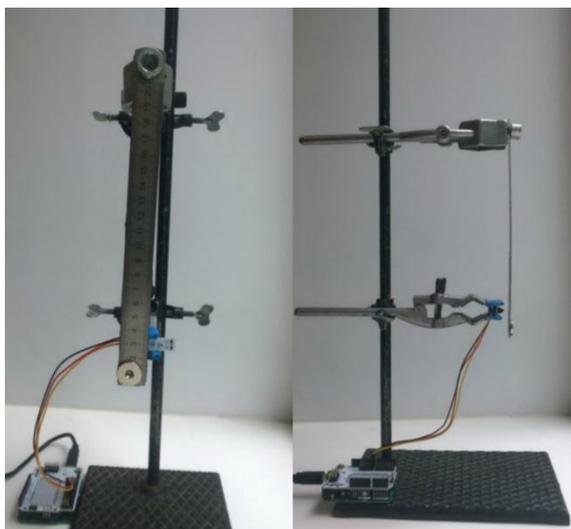


Рис. 46. Лабораторная установка

Для этого:

а) закрепите датчик линии в лапке, как показано на рисунке 47;

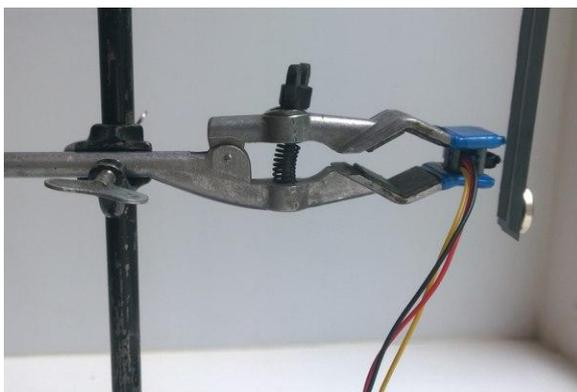


Рис. 47. Датчик линии

б) возьмите изолянту и наклейте две полоски так, как показано на рисунке 48;



Рис. 48. Маятник

в) закрепите стальную линейку, используя болт в верхней лапке так, чтобы у вас получился маятник как на рисунке 49;

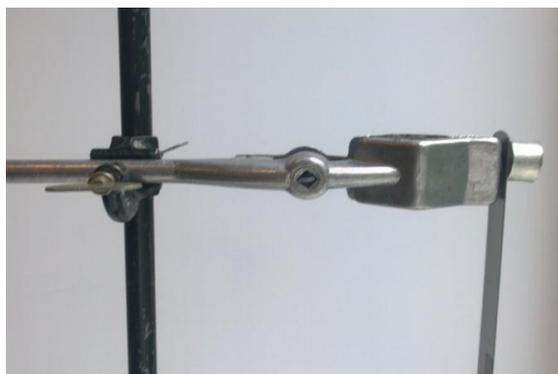


Рис. 49. Крепление маятника

г) соедините датчик линии с pin 8 на плате расширения, соединенной с Arduino (рис. 50);

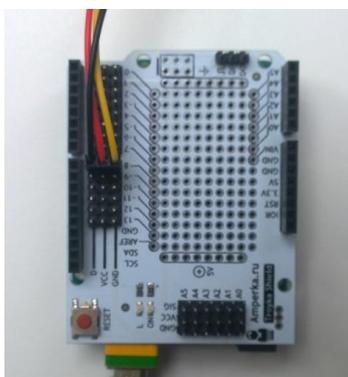


Рис. 50. Плата расширения

д) саму плату Arduino Uno соедините с компьютером при помощи USB.

2. Загрузите программу в плату Arduino Uno, для этого:

а) откройте файл «Maytnik»;

б) в верхнем левом углу нажмите кнопку «Вгрузить» (рис. 51);

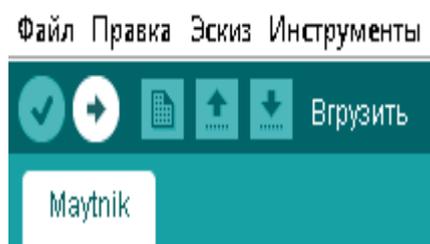


Рис. 51. Загрузка программы

3. Проведите измерения, изменяя длину маятника (смещая центр тяжести маятника магнитом), вычислите период и частоту колебаний маятника, данные запишите в таблицу 3;

Таблица измерений

№	l , м	Количество колебаний	t , с	T , с	ν , с ⁻¹
1	0,1				
2	0,2				
3	0,3				
4	0,4				
5	0,5				

4. Сформулируйте вывод, как изменяются период и частота колебаний математического маятника с изменением его длины?

Письмо Министерства образования и науки Челябинской области от 23.08.2010 г. №103/3976 «О встраивании робототехники в образовательный процесс в образовательных учреждениях Челябинской области в 2010-2011 учебном году» обозначило необходимость в разработке и накоплении методических материалов внедрения и применения образовательной робототехники в процессе обучения физике.

Во время поиска информации по запросу: «робототехника в физике», «физика и робототехника» мы обнаружили, что в сети интернет встречаются методические разработки учителей, но все они разбросаны по сети и не имеют четкой структурности. В связи с этим нами был разработан интернет сайт <http://haman94.wixsite.com/robofizika> на бесплатной платформе online конструктора сайтов WIX (рис. 52) в котором педагоги могут обмениваться своими методическими материалами. Также там находится весь практический компонент нашего исследования.



Рис. 52. Главная страница сайта

§ 3. Апробация разработанных методических рекомендаций по использованию образовательной робототехники в учебном процессе по физике

Целью апробации разработанной методики было выяснить, как влияет использование образовательной робототехники на формирование экспериментальных умений у обучающихся седьмых классов в процессе обучения физике.

Задачи:

1. Посредством проведения роботизированных демонстрационных экспериментов и лабораторных работ привлечь обучающихся к научно-исследовательской работе.

2. Сформировать представления о физических понятиях (трение, масса, сила, инерция, энергия и т.д.), об измерительных приборах (датчики, измерительная тележка, т.д.) и технических устройствах (генераторы, электромобили, квадрокоптеры и т.д.).

3. Сформировать экспериментальные умения у обучающихся посредством конструирования роботизированных лабораторных и демонстрационных установок, их модернизации и выполнении «научных» исследований.

Педагогическое исследование проводилось в период с 1.09.2016 по 31.05.2017 г. на базе МАОУ «Лицей № 142 г. Челябинска».

Во время проведения педагогического исследования были сформированы экспериментальная и контрольная группа среди обучающихся седьмых классов.

Для промежуточного контроля учащимся было предложено решить следующую задачу.

«Перед вами лежит набор оборудования: бруски, динамометр, линейка, доска, набор грузов. Определите, от чего зависит сила трения скольжения.

Измерьте силу трения скольжения бруска с грузом, масса которого равна 100, 200, 300 грамм?»

Для решения экспериментальной задачи, учащимся необходимо было выполнить следующие действия:

1. Составить план эксперимента.
2. Подобрать оборудование.
3. Собрать установку.
4. Измерить действующую на брусок силу трения скольжения.
5. Нагрузить брусок грузами 100, 200, 300 г., измерить действующую на брусок с силу трения скольжения.
6. Поменять поверхность и повторить эксперимент
7. Сформулировать вывод, от чего зависит сила трения скольжения.

На решение задачи учащимся было предоставлено 45 минут (один урок).

В течение учебного года в экспериментальной группе проводились лабораторные работы и демонстрационные эксперименты с применением образовательной робототехники. По окончании учебного года нами был проведен итоговый срез. Он включал в себя задачу, решить которую возможно только опытным путем. Текст данной задачи приведен ниже.

«Перед вами лежит набор оборудования: электродвигатель, блок управления электродвигателем, динамометр, набор блоков, нить, набор брусков, груз массой 500 г., линейка. Известно, что двигатель совершает работу $0,2 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Соберите установку, изображенную на рисунке. Определите КПД электродвигателя при подъеме груза».

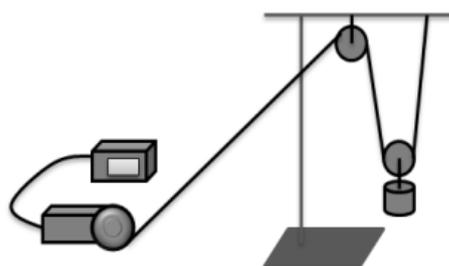


Рис. 53. Рисунок к задаче

Действия, необходимые для решения экспериментальной задачи:

1. Составить план эксперимента.
2. Подобрать оборудование.
3. Собрать установку.
4. Провести эксперимент, выполнить следующие измерения:
 - а) измерить силу тяжести, действующую на груз;
 - б) измерить высоту, на которую был поднят груз;
 - в) рассчитайте работу, которую совершил груз
5. Рассчитать КПД электродвигателя.
6. Добавьте к установке еще один подвижный и неподвижный блок, повторите эксперимент.
7. Сформулируйте вывод. Как изменился КПД электродвигателя при увеличении количества блоков?

На решение задачи учащимся было предоставлено 45 минут (один урок).

Анализ заданий выполненных контрольной группой показал следующие результаты:

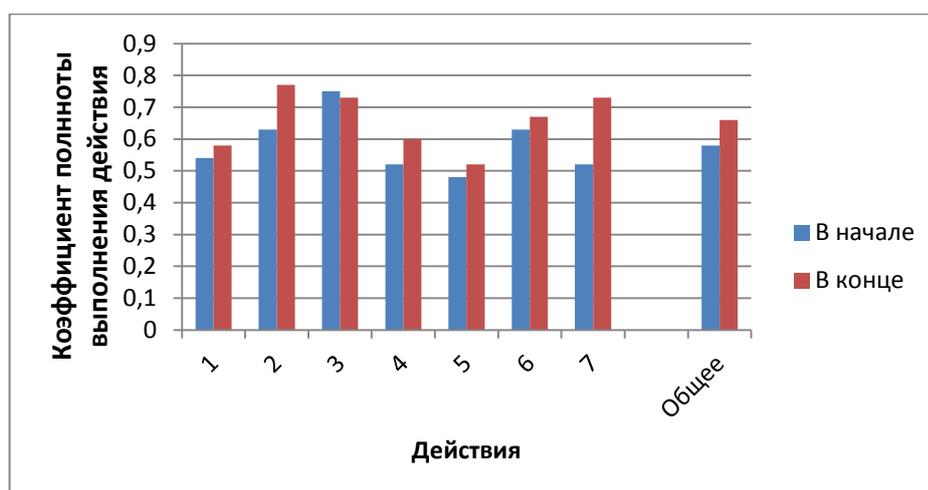


Рис. 54. Результаты выполнения экспериментальных заданий в начале и конце педагогического эксперимента в контрольной группе. Действия: 1. Составление плана эксперимента; 2. Подбор оборудования; 3. Сборка экспериментальной установки; 4. Проведение эксперимента и выполнение необходимых измерений; 5. Провести расчеты; 6. Изменение условий эксперимента; 7. Формулирование вывода.

На основе рисунка 54 мы видим, что коэффициент полноты выполнения действий при решении экспериментальной задачи в контрольной группе вырос незначительно (на 0,08)

Проанализировав коэффициент полноты выполнения действий в экспериментальной группе, мы получили следующие результаты (рис. 55)

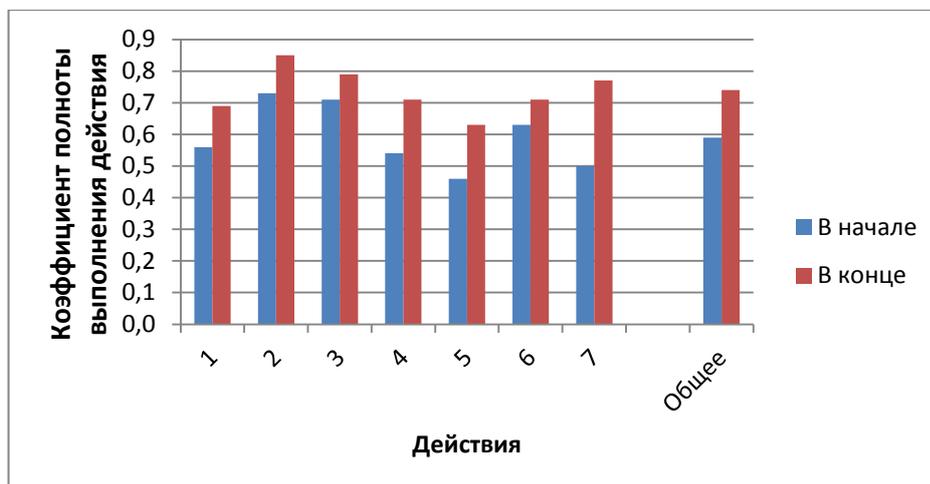


Рис. 55. Результаты выполнения экспериментальных заданий в начале и конце педагогического эксперимента в экспериментальной группе. Действия: 1. Составление плана эксперимента; 2. Подбор оборудования; 3. Сборка экспериментальной установки; 4. Проведение эксперимента и выполнение необходимых измерений; 5. Провести расчеты; 6. Изменение условий эксперимента; 7. Формулирование вывода.

На основе рисунка 55 мы видим, что коэффициент полноты выполнения действий при решении экспериментальной задачи в экспериментальной группе дал положительную динамику (вырос на 0,15)

Апробация показала, что применение образовательной робототехники в учебном процессе по физике повышает качество сформированности представлений о физических понятиях и экспериментальных умений у обучающихся.

Таким образом, апробация разработанной методики показала, что формирование представлений о физических понятиях и экспериментальных умений у обучающихся является более эффективным средством конструирования роботизированных, лабораторных и демонстрационных установок, их модернизации и выполнении «научных» исследований.

Выводы по второй главе

По данным, полученным в ходе апробации разработанной методики, можно убедиться в том, что применение образовательной робототехники на уроках физики в средней школе приводит к более качественному формированию знаний и умений у обучающихся, как по физическому эксперименту, так и по проектно-исследовательской деятельности. Также было выявлено, что у обучающихся повышается интерес к предмету, а это, в свою очередь, улучшает качество и уровень усвоения материала школьного курса физики.

Обучение школьников с применением образовательной робототехники имеет большое значение в развитии у них мышления, памяти, воображения и способности к самостоятельному творчеству.

На уроках физики с применением образовательной робототехники у обучающихся формируются важные качества: умение наблюдать за физическими явлениями, понимать и представлять физическую задачу и находить способ ее решения. Важным моментом в формировании учебной деятельности является переориентировка сознания ученика с конечного результата, который необходимо получить в ходе того или иного задания, на способы его выполнения. Это явление играет решающую роль в развитии осознания школьником своих действий и их результатов. Предметом основного внимания учащихся становятся сам процесс и способы выполнения задания. Они начинают понимать, что при выполнении задания важен не только практический результат, но и приобретение новых умений, знаний, новых способов деятельности.

Переключение сознания детей на способы решения задачи формирует умение контролировать свою деятельность, то есть появляется самоконтроль. Что исключает механическое выполнение работы однажды заученным способом или простое подражание товарищу и дает возможность обучать детей не только отдельным конкретным действиям, но и общим принципам,

схемам действия и подготавливает ребенка к осознанию своих познавательных процессов.

Таким образом, обучающиеся приобретают необходимые умения и навыки самостоятельно проводить эксперимент или исследовательскую работу, а также развивает задатки для так называемой «творческой работы». Такое обучение удовлетворяет требованиям ФГОС общего образования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Образовательная робототехника все больше проникает в образовательную среду, прочнее связывая обучение с увлечением.

Внедрение робототехники в школьный физический эксперимент позволяет не только повысить интерес к дисциплинам естественнонаучного цикла, но и осознанно формировать экспериментальные навыки, а также заложить основы проектно-исследовательской деятельности.

В данной работе были рассмотрены теоретические и практические аспекты применения образовательной робототехники в школьном физическом эксперименте.

В ходе нашей работы мы познакомились с образовательными робототехническими наборами, рассмотрели основные педагогические условия применения образовательной робототехники на уроках физики, а также проверили эффективность формирования представления о физических понятиях, измерительных приборах и технических устройствах, экспериментальных умений у обучающихся посредством применения образовательной робототехники на уроках физики.

Исследование в области применения образовательной робототехники в различных составляющих учебного процесса по физике становится актуальным, благодаря тому, что робототехника — это интенсивно развивающаяся прикладная наука о разработке автоматизированных сенсорных систем и как внеурочная деятельность она имеет глубокие интегративные связи с механикой, электроникой, которые, в свою очередь, являются разделами физической науки.

Эти исследования позволяют определить эффективные педагогические условия применения образовательной робототехники на уроках физики, для развития интереса у учащихся к предмету и более углубленного изучения курса физики в средней школе.

Сформулированные выводы сделаны на основе анализа методической литературы, который свидетельствует о том, что образовательная робототехника и легоконструирование интересуют современных педагогов в настоящее время. Робототехнику используют в физическом образовании. Применение образовательной робототехники позволяет проводить расширенные физические эксперименты, что повышает качество физического образования в средней школе.

Библиографический список

1. Федеральный закон 23 августа 1996 года № 127-ФЗ» О науке и государственной научно-технической политике» [Электронный ресурс]. Принят Государственной Думой 12 июля 1996 года (одобрен Советом Федерации 7 августа 1996 года). — Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
2. «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации» [Электронный ресурс]: указ Президента Российской Федерации от 07 июля 2011 г. № 899 — Режим доступа: <http://www.garant.ru/>
3. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования. [Электронный ресурс]: приказ Минобрнауки России от 17 декабря 2010 г. № 1897 (Зарегистрировано в Минюсте РФ 01.02.2011 N 19644). — Режим доступа: <http://minobr.gov-chel.ru>
Министерство образования и науки Челябинской области
4. Об особенностях преподавания учебного предмета «Физика» в 2015/2016 учебном году [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://mou54.chel-edu.ru>
Муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Средней общеобразовательной школы №54 г. Челябинска»
5. Об особенностях преподавания учебного предмета «Физика» в 2015/2016 учебном году [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://mou54.chel-edu.ru>
6. LEGO Mindstorms Education. Перворобот NXT. Введение в робототехнику. — The LEGO Group, 2006. — 66 с.
7. Lego Mindstorms EV3. Руководство пользователя [http://soiro.ru/sites/default/files/lego_ev3_rukovodstvo_polzovatelya.pdf]. — Открытый доступ: <http://www.soiro.ru>. — Государственное автономное

учреждение дополнительного профессионального образования «Саратовский областной институт развития образования (Дата обращения: 1.04.2016).

8. LEGO MINDSTORMS NXT 2.0. Руководство пользователя. — The LEGO Group, 2009. — 64 с
9. The LEGO Group Технология и физика. Книга для учителя / The LEGO Group. —2009. — 152 с.
10. Автоматизированные устройства. ПервоРобот. Книга для учителя. LEGO Group, перевод ИНТ. — 134 с., ил.
11. Белиовская, Л. Г. Использование ЛЕГО-роботов в инженерных проектах школьников. Отраслевой подход: учеб. Пособие / Л.Г. Белиовская. — М.: ДМК Пресс, 2016. — 88 с.
12. Возобновляемые источники энергии. Книга для учителя. LEGO Group, перевод ИНТ. —122 с., ил.
13. Глазунов, А.Т. Техника в курсе физики средней школы [Текст] / А.Т. Глазунов. — М.: Просвещение, 1977. — 159 с.
14. Даммер, М. Д. Солнечный двигатель [Текст]: практическое пособие / М.Д. Даммер. — Челябинск: Изд-во Челяб. Гос. Пед. Ун-та, 2014ю — 26 с.
15. Дженжер, В.О. Введение в программирование Lego-роботов на языке NXT-G: учебное пособие для студентов и школьников / В.О. Дженжер, Л.В. Денисова. — М.: Изд-во Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2014 г. — 88 с.
16. Ершов, М. Г. Использование робототехники в преподавании физики / М.Г. Ершов // Вестник ПГПУ. Серия «ИКТ в образовании». — Пермь: ПГПУ, 2012. — Вып.8. — С. 77–85.
17. Зайцева, Н.Н. Образовательная робототехника в начальной школе: учеб.-метод. пособие / Н.Н. Зайцева, Т.А. Зубова, О.Г. Копытова, С.Ю. Подкорытова. Под руководством В.Н. Харламова. — Челябинск, 2012. — 192 с.

18. Злаказов, А.С. Уроки Лего-конструирования в школе [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.С. Злаказов, Г.А. Горшков, С.Г. Шевалдина. — Электрон. дан. — М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013. — 120 с.
19. Индустрия развлечений. ПервоРобот. Книга для учителя и сборник проектов. LEGO Group, перевод ИНТ. — 87 с., илл.
20. Макарова, Н.В. Информатика, 5–6-е классы. Начальный курс (2-е издание) / Н.В.Макарова. — СПб.: Питер, 2003. — 239 с.
21. Мирошина, Т. Ф. Образовательная робототехника на уроках информатики и физики в средней школе: пособие для учителя / Т.Ф. Мирошина, Л.Е. Соловьева, А.Ю. Могилева, Л.П. Перфирьева. — Челябинск: РКЦ, 2011. — 152 с.: ил.
22. Никитина, Т.В. Образовательная робототехника как направление инженерно-технического творчества школьников: учебное пособие / Т.В. Никитина. — Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2014. — 169 с.
23. Потапова, М.В. Пропедевтика как дидактическое условие преемственности в системе непрерывного физического образования: Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / М.В. Потапова. — Челябинск, 2001. — 278 с.
24. Савицкая, А.В. Дополнительное физическое образование в условиях лаборатории пропедевтики знаний и умений для учащихся V-VI классов лицея: Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / А.В. Савицкая. — Челябинск, 2004. — 206 с.
25. Салахова, А.А. Конструируем роботов на Arduino. Да будет свет! / А.А. Салахова. — М.: Лаборатория знаний, 2017. — 48 с.
26. Смолин, Н.М. Дополнительная общеобразовательная программа «Элементы автоматике»: учебно-дидактический комплекс / Н.М. Смолин // М-во образования и науки Челяб. Обл., Муницип. Автоном. Учреждение доп. Образования детей Дворец пионеров и школьников им.

- Н.К. Крупской г. Челябинска.— Челябинск: Взгляд, 2013.— 96 с.
27. Тарапата, В.В. Робототехника в школе: методика, программы, проекты / В.В. Тарапата, Н.Н. Самылкина. — М.: Лаборатория знаний, 2017. — 109 с.
 28. Технология и информатика: проекты и задания. ПервоРобот. Книга для учителя. — М.:ИИТ, 2010. — 80 с.
 29. Энергия, работа, мощность. Книга для учителя. LEGO Group, перевод ИИТ, 2010. — 63 с.
 30. Fischertechnik.ru [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://fischertechnik.ru/> (дата обращения: 23.03.2017).
 31. LEGO education [Электронный ресурс].— Режим доступа: URL: <https://education.lego.com/ru-ru> (дата обращения: 23.03.2017).
 32. Амперка [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://amperka.ru/> (дата обращения: 1.08.2016).
 33. Инфоурок [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://infourok.ru/> (дата обращения: 3.04.2017).
 34. Учебно – методический центр инновационного образования РАОР [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://xn----8sbhby8arey.xn--p1ai/> (дата обращения: 13.03.2017).
 35. Техническое творчество в Челябинской области — ДЮТТ Дом Юношеского Технического Творчества [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://robo74.ru> (дата обращения: 18.03.2016).