



**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

КАФЕДРА физики и методики обучения физике

**ПРОПЕДЕВТИКА ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ ПО ФИЗИЧЕСКОМУ
ЭКСПЕРИМЕНТУ СРЕДСТВАМИ КОНСТРУКТОРА LEGO**

**Выпускная квалификационная работа
по направлению 44.04.01 Педагогическое образование**

Направленность программы магистратуры

«Физическое образование в современной школе»

Проверка на объем заимствований:
_____ % авторского текста

Выполнил(а):
Студент(ка) группы: ЗФ 313-124-2-1
Соколова Анастасия Анатольевна

Работа _____ к защите
рекомендована/не рекомендована
« ____ » _____ 20__ г.
зав. кафедрой ФиМОФ
_____ Беспаль Ирина Ивановна

Научный руководитель:
Даммер Манана Дмитриевна, доктор
педагогических наук,
профессор кафедры ФиМОФ

**Челябинск
2017**

Оглавление

Введение.....	3
Глава I. Состояние проблемы обучения робототехнике на основе конструкторов «LEGO» в теории и практике образования.....	11
§ 1.1. Пропедевтика знаний и умений по физике в школе	11
§ 1.2. Анализ литературы по образовательной робототехнике.....	14
§ 1.3. Наборы LEGO и их характеристики.....	16
§ 1.4. LEGO как основа урока, проектной и внеурочной деятельности школьников	32
Выводы по первой главе.....	43
Глава II. Методика формирования знаний и умений по физическому эксперименту в условиях дополнительного образования	44
§ 2.1. Структурно-функциональная модель формирования знаний и умений у обучающихся по физическому эксперименту в процессе внеурочной деятельности средствами конструктора Lego.....	44
§ 2.2. Формирование экспериментальных умений в процессе внеурочной деятельности в начальной и основной школе с использованием конструктора LEGO.....	51
§ 2.3. Формирование экспериментальных умений у обучающихся в процессе обучения физике при использовании конструктора LEGO.....	62
Выводы по второй главе.....	65
Глава III. Педагогический эксперимент и его результаты... ..	66
§ 3.1. Педагогический эксперимент в начальной школе и его результаты....	66
§ 3.2. Педагогический эксперимент в основной школе и его результаты.....	69
§ 3.3. Проверка достоверности сформулированных выводов.....	76
Выводы по третьей главе.....	79
Заключение.....	81
Библиографический список.....	82
Приложение.....	85

Введение

Усиливающая информатизация современного общества определила новые задачи в развитии технического творчества: современной наукой востребованы специалисты, способные объединить в практической деятельности технические и информационные знания. Новые веяния времени определили совершенно новые задачи образования.

В условиях обновления содержания образования все более значительное место в учебном процессе занимает одно из интересных направлений — робототехника. Робототехника — прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем. Робототехника опирается на такие дисциплины как электроника, механика, программирование. Основой этой дисциплины является практическая и продуктивная направленность знаний, позволяющая создать условия для самовыражения и успеха обучающихся, реализации их творческого потенциала, способствующая формированию у школьников таких ценных качеств, как самостоятельность, ответственность, критичность мышления, настойчивость в достижении поставленной цели.

В современном обществе идет внедрение роботов в нашу жизнь, очень многие процессы заменяются роботами. Сферы применения роботов различны: медицина, строительство, геодезия, метеорология 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, робота-домработница и т.д.

Робототехника является одним из важнейших направлений научно-технического прогресса, в котором проблемы механики и новых технологий соприкасаются с проблемами искусственного интеллекта. На современном этапе в условиях внедрения ФГОС возникает необходимость в организации внеурочной деятельности, направленной на удовлетворение потребностей ребенка, требований социума в тех направлениях, которые способствуют

реализации основных задач научно-технического прогресса. LEGO роботы встраиваются в учебный процесс. Проводятся соревнования по робототехнике, обучающиеся участвуют в различных конкурсах, в основе которых использование новых научно-технических идей, обмен технической информацией и инженерными знаниями.

Специалисты, обладающие знаниями в этой области, сильно востребованы. И вопрос внедрения робототехники в учебный процесс, начиная с начальной школы, актуален. Если ребенок интересуется данной сферой с самого младшего возраста, он может открыть для себя много интересного. Поэтому, внедрение робототехники в учебный процесс и внеурочное время приобретают все большую значимость и актуальность. Основное оборудование, используемое при обучении детей робототехнике в школах — это LEGO конструкторы [25; 26].

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

Новые стандарты обучения обладают отличительной особенностью — они ориентированы на результаты образования, которые рассматриваются на основе системно-деятельностного подхода. Такую стратегию обучения помогает реализовать образовательная среда LEGO.

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. То есть формирование ключевых компетентностей обучающихся.

Выпускника современной школы необходимо подготовить к жизнедеятельности в данных условиях. Перед средней общеобразовательной школой должны быть поставлены новые и весьма сложные задачи:

1) обновление содержания политехнической подготовки обучающихся с учетом такого направления технических инноваций как робототехника;

2) целенаправленное обучение и воспитание будущих потребителей услуг роботизированной среды;

3) пропедевтика подготовки будущих производителей роботов и роботизированных систем (инженеров-исследователей, инженеров-конструкторов, инженеров-технологов).

Особое место в решении этих задач отводится школьному курсу физики, поскольку изучение ее основ является важной составляющей современного инженерного образования.

Необходимость политехнического образования обучающихся, в том числе при их обучении физике, определено ФГОС основного и среднего (полного) общего образования (2010, 2012 гг.). На настоящем этапе экономического развития нашей страны обеспечению качественного довузовского физико-технического образования уделяется особое внимание. Ставится задача изменения отношения обучающихся к профессиональному инженерному образованию на основе «...демонстрации важности инженерной профессии, престижа и роли инженера в инновационном социально-экономическом развитии общества» (заседание Совета при Президенте по науке и образованию, 23 июня, 2014 г.) [5].

Однако, несмотря на значимость изучения робототехники в школе, на сегодняшний момент нет единого взгляда на содержание и методику обучения данной дисциплине в рамках дополнительного образования.

В большинстве случаев внимание уделяется вопросам организации робототехнического творчества молодежи в системе дополнительного образования, а также конкурсной и соревновательной робототехнике. Задачи включения робототехники в систему общего образования, в том числе в учебный процесс по физике, рассматриваются пока лишь в начальной стадии своей постановки и описания отдельных приемов реализации.

Анализ состояния проблемы внедрения робототехники в учебную и внеурочную деятельность обучающихся средней школы позволил выявить следующие противоречия:

1) на социально-педагогическом уровне: между потребностью отечественной индустрии в устойчивом наращивании кадрового потенциала современного роботостроения и уровнем подготовки обучающихся по данному направлению в основной школе, не обеспечивающим необходимые условия для решения этой задачи;

2) на научно-педагогическом уровне: между возможностью усиления политехнической направленности предметных курсов в основной школе за счет включения в их содержание элементов робототехники, и сложившейся практикой ее преимущественного изучения в системе дополнительного образования, что обусловлено отсутствием в педагогической науке моделей применения робототехники в условиях основного и среднего общего образования;

3) на научно-методическом уровне: между необходимостью формирования у обучающихся начальных знаний и опыта учебной деятельности по робототехнике как востребованной составляющей содержания политехнического обучения в курсе физики и традиционной организацией учебного процесса, для которого не разработана методика применения робототехники в предметном обучении.

Важность разрешения указанных противоречий определяет актуальность настоящего исследования и позволяет сформулировать его проблему: как реализовать пропедевтику физики в основной школе и

способствовать формированию знаний и умений по эксперименту применяя элементы образовательной робототехники?

В соответствии с указанной проблемой сформулирована **тема исследования:** «Пропедевтика знаний и умений по физическому эксперименту средствами конструктора LEGO».

Объект исследования: процесс обучения физике в основной школе.

Предмет исследования: пропедевтика знаний и умений обучающихся по физическому эксперименту при использовании конструктора LEGO.

Цель: разработать методику пропедевтики знаний и умений у обучающихся по физическому эксперименту средствами конструктора LEGO.

Гипотеза исследования: пропедевтика знаний и умений по физическому эксперименту средствами конструктора LEGO в рамках дополнительного образования будет способствовать успешному овладению обучающимися самостоятельной экспериментальной деятельностью, если:

- содержание заданий для обучающихся будет тесно связано с их повседневной жизнью и отражать при этом достижения современной техники;

- на занятиях обучающиеся будут работать в группах со всеми видами представленных конструкторов;

- задания по работе с каждым видом конструктора позволит реализовать репродуктивную, продуктивную и творческую виды деятельности обучающихся по созданию моделей технических устройств.

В соответствии с целью и гипотезой исследования были сформулированы его основные **задачи:**

1. Провести анализ научной литературы и определить состояние проблемы исследования в педагогической науке;
2. Изучить состояние проблемы применения робототехники в системе общего среднего образования. Обосновать необходимость и возможность изучения элементов робототехники в курсе физики средней школы как

важной составляющей содержания пропедевтики по физическому эксперименту.

3. Разработать модель пропедевтики экспериментальных знаний и умений по физике с последующей ее конкретизацией в рамках проблемы исследования.

4. Разработать технологию формирования экспериментальных умений у обучающихся в процессе обучения физике при использовании конструктора LEGO.

5. Экспериментально проверить гипотезу исследования в процессе преподавания в школе.

Методологические основы исследования составляют работы по философии и социологии техники (В.Г. Горохов, А.В. Литвинцева, Н.В. Попкова, М. Хайдеггер), развитию технического творчества (С.А. Новоселов, А.И. Половинкин), теории управления процессом усвоения знаний (Н.Ф. Талызина); развитию познавательных интересов обучающихся (И.Я. Ланина, А.Г. Здравомыслов, Г.И. Щукина), методологии педагогических исследований (В.И. Загвязинский, В.С. Леднев, Д.И. Фельдштейн) и статистической обработки их результатов (М.И. Грабарь, О.Ю. Ермолаев, К.А. Краснянская, Б.Е. Стариченко).

Теоретические основы исследования составили работы в области проектирования учебного процесса по физике (Е.В. Оспенникова, Н.С. Пурешева, А.В. Усова, А.А. Шаповалов), развития инновационного мышления обучающихся (А.П. Усольцев, Т.Н. Шамало) и пропедевтического образования (М.Д. Даммер), методики и техники учебного физического эксперимента (П.В. Зуев, В.В. Майер, А.А. Покровский, Т.Н. Шамало, А.В. Усова), организации технического творчества и проектно-ориентированной деятельности по физике (В.Б. Гундырев, В.Е. Казенас, В.В. Ларионов, В.Г. Разумовский).

Методы исследования: эмпирические — анализ нормативных документов по политехнической подготовке обучающихся средней школы и опыта работы учителей по ее обеспечению; анкетирование и опрос субъектов образовательного процесса; педагогическое наблюдение и опытно-поисковая

работа; систематизация и обобщение педагогических фактов; теоретические – анализ теоретических моделей обучения, выявление противоречий теоретического знания в области пропедевтического обучения; выдвижение гипотез и моделирование учебного процесса, обеспечивающего пропедевтическую подготовку обучающихся в сфере технической инноватики.

Этапы:

1. Анализ литературы, состояния проблемы исследования в науке и практике: сентябрь — декабрь 2015 г.
2. Формирование проблемы исследования. Формулировка темы, объекта, предмета, цели и гипотезы исследования выпускной квалификационной работы: февраль – март 2016 г.
3. Разработка методики формирования экспериментальных знаний и умений обучающихся средствами конструктора: апрель – июнь 2016 г.
4. Педагогический эксперимент и апробация разработанной методики. Анализ данных эксперимента: 2015 – 2017 г.
5. Формулировка выводов и оформление выпускной квалификационной работы: октябрь – ноябрь 2017г.

Экспериментальная база исследования. Опытно-поисковая работа проводилась на базе двух учебных заведений:

- 1) МАОУ «СОШ № 78 г. Челябинска» (2013-2016г.);
- 2) МБОУ «СОШ № 109 г. Челябинска» (2015-2017г.).

Основные результаты работы нашли отражение в публикациях автора [19], внедрены во внеурочную деятельность СОШ № 78 (3 и 4 классы) и СОШ № 109 (5 и 6 классы) г. Челябинска. Разработаны образовательные программы по курсу внеурочной деятельности «Легоконструирование» для 3-4-х классов и 5-6-х. Разработан цифровой образовательный ресурс «Внеуроки» в виде веб-сайта.

На защиту выносятся следующие положения

1. В содержание пропедевтического обучения физике целесообразно включить элементы робототехники. Это обусловлено местом роботостроения

в системе несущих производств нового технологического уклада общества, его ролью в формировании современной техносреды, а также необходимостью решения средствами различных учебных предметов, в том числе физики, важных социально-педагогических задач: а) обучения и воспитания будущих потребителей услуг роботизированной среды, б) пропедевтики подготовки будущих производителей роботизированных систем (инженеров-исследователей, инженеров-конструкторов, инженеров-технологов) и профессиональной ориентации обучающихся на инженерно-технические специальности.

2. Предметом изучения в курсе физики должны стать следующие элементы робототехники: а) физические основы функционирования элементной базы робототехнических устройств (систем исполнения, систем управления и систем обратной связи); б) роботизированные физические наблюдения и эксперименты как инструменты современной методологии научного познания; в) натурное и виртуальное моделирование роботов, их применение в изучении объектов техносреды как методов исследования в области технических приложений физики.

3. Необходимо обеспечить вариативность практики обучения физике с применением робототехники, что обусловлено разнообразием видов и уровней сложности технической деятельности в этой области.

4. Результативность пропедевтического обучения физике с использованием робототехники выражается в росте качества знаний и умений обучающихся в области технических приложений физики, интереса к изучению физики и ее применений в технике, готовности к выбору в старших классах профильного уровня освоения предмета, а также в становлении у них осознанных профессиональных устремлений.

Научная новизна результатов исследования:

1. Обоснована целесообразность включения элементов робототехники в содержание пропедевтического обучения физике;

2. Разработана структурно-функциональная модель процесса формирования знаний и умений по физическому эксперименту у

обучающихся в процессе внеурочной деятельности средствами конструктора Lego, на основе которого определено содержание, методы и формы пропедевтического обучения физике с элементами робототехники;

3. Разработана методика пропедевтического формирования знаний и умений по физическому эксперименту у обучающихся в процессе внеурочной деятельности средствами конструктора Lego.

Практическая значимость результатов исследования обусловлена тем, что разработки автора дают возможность широко внедрять их в практику работы общеобразовательных школ. А именно:

1. Разработаны программы и дидактическое обеспечение курсов дополнительного физического образования с элементами робототехники для обучающихся начальных классов и основной школы;

2. Разработанные учебно-методические материалы адаптированы для учащихся с ограниченными возможностями здоровья;

3. Разработан сайт в помощь учителю в преподавании робототехники, содержащий методические рекомендации к конструированию моделей, документы, регламентирующие внеурочную деятельность учителя, а также статьи различных авторов по образовательной робототехнике.

Глава I. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ РОБОТЕХНИКЕ НА ОСНОВЕ КОНСТРУКТОРОВ «LEGO» В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Пропедевтика физических знаний и умений в школе

Пропедевтика (от др.-греч. προπαίδευσις — 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 [31].

Наряду с программами и курсами физики для основной школы появляются пропедевтические курсы физики, целью которых является перенос физических знаний на более ранний возраст (с V класса). Впервые исследования по пропедевтике физических знаний проводились с четвертого класса под руководством А.В. Усовой. 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 [18].

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.
- Достижение цели и выполнение методологических действий не требует решения системы частно-дидактических (образовательных) задач:
- выявление связи ранее изученного и нового: 1) развитие и углубление изученного; 2) осмысление фактов, явлений, понятий; 3) моделирование объектов, явлений, процессов;

Раскрывая функции пропедевтического курса, мы рассматривали функциональную зависимость между задачами обобщения физики и 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. «человека», позволили 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: 1) позицию личности (социальность, гражданственность, патриотизм); 2) поведение и поступки личности, ее идеалы, ориентиры; 3) духовность и нравственность личности;

4) интеллектуальные особенности личности; 5) 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); 6) 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: 1) исторический характер научного познания; 2) смену парадигм физического знания в процессе познания; 3) роль методологического анализа структуры и содержания курса физики на всех ступенях его изучения; 4) модельный характер физического познания; 5) 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, тем самым 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 [17].

1.2. Анализ литературы по образовательной робототехнике

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 работах приведены конкретные базовые модели или лабораторные работы для стандартных наборов LEGO конструктора. Это приводит к некоторым явлениям:

- Самостоятельная разработка педагогами новых методик внедрения нестандартных моделей 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;

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

1) Никитина Т.В. Образовательная робототехника как направление инженерно-технического творчества школьников [16].

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.

2) Зайцева Н.Н. , Зубова Т.А. , Копытова О.Г. , Подкорытова С.Ю. Образовательная робототехника в начальной школе: пособие для учителя [7].

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

К пособию прилагается CD-диск с видеоматериалами, презентациями и дидактическими материалами к урокам и ссылкой на образовательный ресурс, где преподавателям предлагается дистанционно пройти обучение методикам внедрения образовательной робототехники в учебную деятельность.

3) Злаказов А., Горшков Г., Шевалдина С. Уроки Легоконструирования в школе. Методическое пособие [8].

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 Лего-моделей для школьников разного возраста. Книга содержит материалы по обеспечению методической поддержки конкурсов для обучающихся, нормативному обеспечению подготовки и проведения соревнований по Легоконструированию.

4) Мирошина Т.Ф. , Соловьева Л.Е. , Могилева А.Ю. , Перфирьева Л.П. Образовательная робототехника на уроках информатики и физики в средней школе: пособие для учителя [15].

Пособие содержит методические и дидактические материалы по использованию 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. Множество сайтов посвящены данной тематике [20; 22; 26].

Большинство отечественных учебно-методических изданий последних двух лет, согласно каталогу Всероссийского учебно-методического центра образовательной робототехники за 2013-2014 гг., ориентировано на дошкольное образование и начальную школу, обучение информатике в основной школе (в 5-6 классах), а также на дополнительное образование детей и подростков.

1.3. Наборы LEGO и их характеристики

LEGO (от дат. *Leg Godt* — «играй хорошо») — серии игрушек, представляющие собой наборы деталей для сборки и моделирования разнообразных предметов. Основным продуктом компании LEGO являются разноцветные пластмассовые кирпичики, маленькие фигурки и т. д. Из LEGO можно собрать такие объекты, как транспортные средства, здания, а также движущихся роботов. Все, что построено, затем можно разобрать, а детали использовать для создания других объектов [25].

Конструкторы серии LEGO Education разработаны специально для разностороннего развития ребёнка. Среди наборов серии есть конструкторы

как для маленьких детей, так и для учеников разных классов. Многие наборы содержат не только детали LEGO, но и фигурки людей и животных, цифры и буквы. Несложные конструкторы LEGO Duplo предназначены для детей от двух лет: они помогут малышу получить начальные знания о мире. Таковы, например, наборы «Дом», «Ферма», «Городские жители», «Дикие животные», «Люди мира» и другие. Для детей от 4-5 лет замечательно подойдут конструкторы, которые помогут им разобраться в окружающем мире и постичь азы общественной жизни: «Работники муниципальных служб», «Технические машины», «Городская жизнь», «Общественный и муниципальный транспорт». Такие наборы как «Технология и физика», «ПервоРобот NXT» или «Экспериментальный набор HiTechnic» предназначены для школьников. С их помощью дети смогут в процессе игры освоить такие непростые науки как физика, математика и информатика, а также изучить действие их законов на практике. Образовательные конструкторы от LEGO подходят и для одиночной игры, и для групповых занятий.

1. В набор LEGO WeDo входят 158 элементов, включая USB LEGO — коммутатор (Рис.1), мотор (Рис.2), датчик наклона (Рис.3) и датчик расстояния (Рис.4).

USB LEGO-коммутатор



Рис.1

Через этот коммутатор осуществляется управление датчиками и моторами при помощи программного обеспечения WeDo ТМ. Через два разъёма коммутатора подаётся питание на моторы и проводится обмен

данными между датчиками и компьютером. Программа может работать с тремя USB LEGO-коммутаторами одновременно.

Мотор



Рис.2

Можно запрограммировать направление вращения мотора и его мощность. Питание на мотор (5В) подаётся через USB порт компьютера.

Датчик наклона

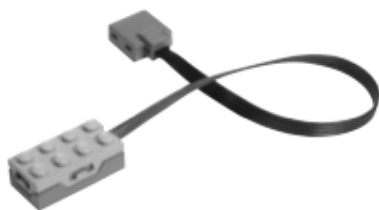


Рис. 3

Датчик наклона сообщает о направлении наклона. Он различает шесть положений: «Носом вверх», «Носом вниз», «На левый бок», «На правый бок», «Нет наклона» и «Любой наклон».

Датчик расстояния

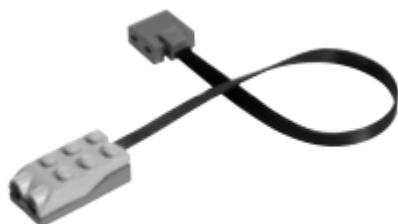


Рис. 4

Датчик расстояния обнаруживает объекты на расстоянии до 15 см.

Программное обеспечение и перечень блоков ПервоРобот LEGO WeDo

Программное обеспечение конструктора WeDo предназначено для создания программ путём перетаскивания Блоков из Палитры на Рабочее

поле и их встраивания в цепочку программы. Каждый мотор или датчик, подключенный к портам LEGO-коммутатора, обнаруживается автоматически (Рис.5, 5a).

2. С набором LEGO Education "Технология и физика" (Рис.6), изучение точных наук станет еще более увлекательным [11].

Обучаясь с данным набором ребенок:

- познает основы математики, физики и техники;
- познакомится со специальными техническими дисциплинами;
- самостоятельно сможет собрать техническое устройство и изучить принципы его работы;
- узнает, как извлечь энергию из ветра.





Рис.5



Рис.5а

В комплект входит 396 компонентов, для 28 моделей:

- оси и колеса;
- строительные элементы;
- крепёжные элементы;
- поворотные элементы и тросики;
- резинки и вкладыши;
- специальные элементы (шестерёнки, ползунки);
- контейнер и инструкции для сборки моделей.



Рис.6

Набор «Пневматика» (Рис.6а) является дополнением к базовому набору и дает возможность построить пять базовых моделей и четыре настоящих пневматических модели. В набор входят цветные иллюстрированные инструкции, насосы, пневмоцилиндры, воздушные клапаны, воздушный баллон и манометр. В комплекте прилагается инструкция, в которой можно найти пособие по сборке 14 основных моделей, план работы на четыре новых урока и два практических задания.

Основные направления конструирования и обучения:

- Сборка реальных моделей и исследование на их основе темы «Пневматика»;
- Изучение силовых установок и их компонентов;
- Измерение давления в паскалях и барах;

- Изучение кинетической и потенциальной энергии.



Рис.6а

3. Система eLAB пополнилась продуктом нового уровня. Набор «Возобновляемые источники» (Рис.7, 7а) энергии содержат 49 заданий, позволяющих обучающимся изучать, исследовать и разрешать задачи, связанные с энергией, получаемой из разных источников. Весь материал разделен на два уровня, которые можно рассматривать как вместе, так и по отдельности.

Уровень 1. Обучающиеся знакомятся с тремя видами возобновляемых источников энергии – солнечной, водной и ветровой [3].

Уровень 2. Исследование различных видов энергии, процессов их получения, преобразования, аккумуляирования и хранения, а также знакомство со смежными понятиями – работой и мощностью [21].

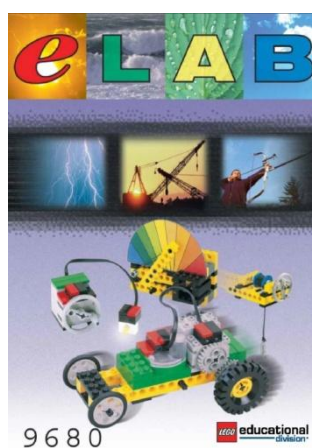


Рис. 7, 7а

4. Микрокомпьютер RCX (Рис.8, 8а) представляет собой программируемый микропроцессорный блок с памятью, жидкокристаллическим дисплеем и

инфракрасным интерфейсом, предназначенным для связи с компьютером PC или Mac, а также с другими микрокомпьютерами. RCX функционирует как автономный компьютер и является "мозгом" всех LEGO-моделей серии ПервоРобот. К нему подключаются LEGO датчики (до трех одновременно), получающие информацию об окружающей среде. Действия роботов определяются программами, которые разрабатываются на настольном компьютере с помощью программного обеспечения RoboLab и загружаются в RCX посредством инфракрасного передатчика. В RCX можно загрузить до 5 программ одновременно. Кроме того, в RCX встроен пьезоэлектрический динамик, воспроизводящий шесть различных звуковых сигналов. Работает от шести батареек AA [9].

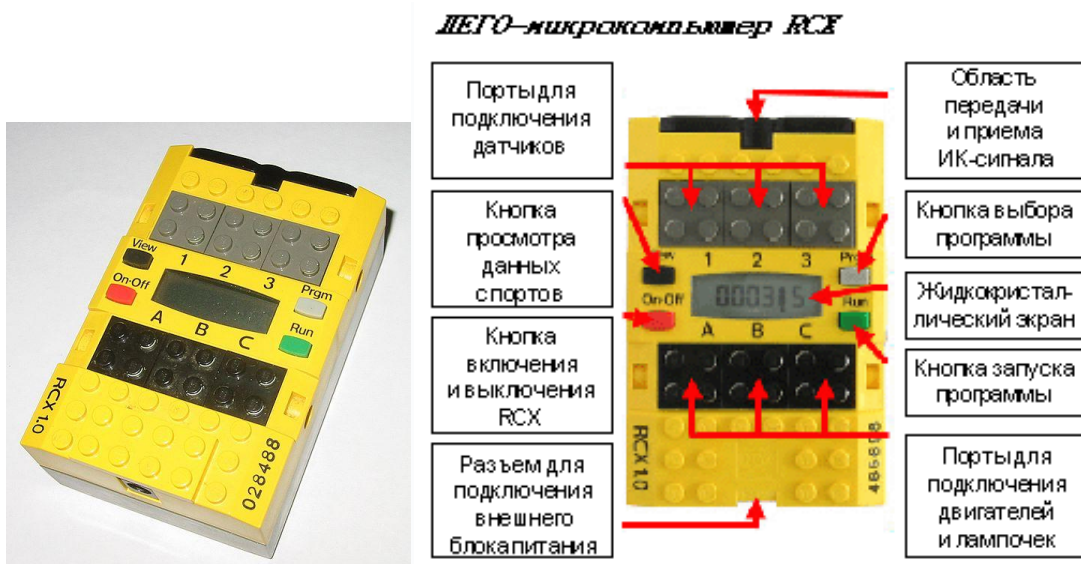


Рис.8

Рис.8а

- LEGO датчик для измерения температуры окружающей среды (Рис.9). В зависимости от показаний этого датчика и условий, заложенных учениками в свои программы поведения роботизированных LEGO моделей, роботы, собранные из конструкторов серии ПервоРобот, изменяют свое поведение.



Рис.9



Рис.10

Показания датчика отображаются по шкале Фаренгейта или Цельсия, в

зависимости от выбора пользователя. Диапазон измерений от - 20°C (- 4°F) до +50°C (+122°F).

- LEGO датчик для оценки уровня освещенности измеряет световой поток от 0,6 до 760 лк.(Рис.10). В зависимости от показаний этого датчика и условий, заложенных учениками в свои программы поведения роботизированных LEGO моделей, роботы, собранные из конструкторов серии ПервоРобот, изменяют свое поведение. Результаты измерения отображаются в программе RoboLab как изменения значения освещенности в условных единицах от 0 до 100.



Рис.11

5. Программируемый 32-битный блок (Рис.11) с беспроводным соединением через Bluetooth и USB-порт. Программируемый матричный дисплей. Четыре входных и три выходных порта. Шесть подключаемых цифровых платформ. Громкоговоритель мощностью 8 Вт. Можно вводить непосредственно 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 [2;23; 24].

Стандартный набор датчиков для микрокомпьютера NXT:

1. Датчик освещенности (Рис.11а);



Рис.11а



Рис.11б

2. Датчик звука (Рис.11б);

3. Датчик касания (Рис.11в);



Рис.11в

4. Ультразвуковой датчик (Рис.11г);



Рис.11г

5. Мотор-тахометр (Рис.11д).



Рис.11д

➤ Датчики HiTechnic к микрокомпьютеру NXT [27].

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

1) Датчик-компас к микрокомпьютеру NXT. Он 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. Он представляет собой одноосный гироскоп, связанный с кварцевым резонатором. С его помощью можно построить робота, который сможет реагировать на скорость поворота.
 - 3) Датчик ускорения к микрокомпьютеру NXT, позволяет роботу определять результирующее ускорение по изменению скорости в каждом из трёх направлений, а также определять своё «отклонение» от горизонтали. Теперь робот будет понимать не только «направо» и «налево», но и «вверх» и «вниз».
 - 4) Мультиплексор датчиков к микрокомпьютеру NXT New. Мультиплексор датчиков HiTechnic расширяет возможности NXT, позволяя подключить до 4 датчиков к одному порту NXT. Можно использовать любую комбинацию датчиков LEGO и датчиков HiTechnic, чтобы расширить возможности вашего робота и освободить другие порты, чтобы, например, соединить контроллеры TETRIX и другие устройства. Есть возможность соединения нескольких Мультиплексоров. Мультиплексор может программироваться в NXT-G, LabVIEW 2009 и RobotC.
 - 5) Коммутатор датчиков касания к микрокомпьютеру NXT Arch. Он даёт возможность построить робота, к которому можно подключать до 4 датчиков касания LEGO через один порт для датчиков NXT.
 - 6) Детектор инфракрасного излучения к микрокомпьютеру NXT. Теперь вы можете создать робота, который будет способен обнаруживать источники ИК-излучения, определять их положение и приблизительное расстояние до них. Посредством пяти инфракрасных сенсоров, направленных в разные стороны через каждые 60 град., датчик определяет, откуда исходят ИК-сигналы и их интенсивность.
 - 7) Модуль инфракрасной связи к микрокомпьютеру NXT поможет создать робота, который будет способен поддерживать связь с другими LEGO устройствами. Установив связь между NXT и RCX, можно, управлять тремя

портами для подключения моторов, а также портами для датчиков, ИК-пультом управления LEGO поездом можно регулировать направление движения до трех поездов, программно управлять до 8 моторами LEGO с Power Functions.

8) Электрооптический датчик микрокомпьютеру NXT даёт возможность построить робота, который сможет обнаруживать объекты при помощи отраженных световых сигналов. Предусмотрено две настройки чувствительности в зависимости от удаленности объекта. Встроенная функция автоматической коррекции окружающего освещения позволяет использовать его как при ярком освещении, так и в затемнённых помещениях.

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



Рис.12

6. Программируемый микрокомпьютер EV3 (Рис.12) является сердцем и мозгом роботов, построенных на платформе LEGO® MINDSTORMS® Education EV3. Микрокомпьютер EV3 имеет программный интерфейс, позволяющий создавать программы и настраивать регистрации данных непосредственно на микрокомпьютере EV3.

Микрокомпьютер EV3 поддерживает Bluetooth, 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;
- 4 порта ввода информации с частотой работы до 1 кГц;
- 4 порта вывода для выполнения команд;
- 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;
- Шестикнопочный интерфейс управления с функцией изменения подсветки (3 цвета) для индикации режима работы микрокомпьютера;
- Монохромный дисплей с разрешением 178×128 пикселей, позволяющий осуществлять детальный просмотр графиков и чтение данных с датчиков;
- Высококачественный встроенный динамик;
- Возможность программирования и регистрации данных с помощью микрокомпьютера; созданные программы и полученные данные могут быть экспортированы в программное обеспечение EV3;
- Поддержка связи с компьютерами через встроенный порт USB, встроенный Bluetooth или подключаемый приемник WiFi;
- Режим USB 2.0 хостинга, позволяющий соединять микрокомпьютеры в последовательную цепь;
- Поддержка WiFi и поддержка подключения USB флеш-карт;
- Питание от 6 батарей типа AA или от аккумуляторной батареи постоянного тока EV3 емкостью 2050 мАч.

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.

1. Датчик гироскопический к EV3(Рис.13).

Цифровой гироскопический датчик EV3 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.

- Точность измерения углов ± 3 градуса;
- Диапазон измерения момента вращения - до 440 град/с;
- Частота опроса до 1 кГц;
- Автоматическое определение программным обеспечением EV3.



Рис.13

2. Датчик касания к EV3(Рис.14).

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.

- Встроенная фронтальная кнопка;
- Автоматическое определение программным обеспечением EV3.



Рис.14

3. Ультразвуковой датчик расстояния к EV3 (Рис.15).

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.

- Диапазон измеряемых расстояний от 1 до 250 см;
- Точность измерений +/- 1 см;
- В режиме приема сигнала внешний светодиод мигает; в режиме излучения светодиод постоянно горит;
- Если ультразвуковой сигнал распознан, датчик возвращает логическое значение "Истина";
- Автоматическое определение программным обеспечением EV3.



Рис.15

4. Датчик цвета (освещенности) к EV3(Рис.16).

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.

- Измеряет отраженный красный свет и внешнее рассеянное освещение, от полной темноты до яркого солнечного света;
- Фиксирует и определяет 8 цветов;
- Частота опроса до 1 кГц;
- Автоматическое определение программным обеспечением EV3.



Рис.16

5. ИК-датчик к EV3(Рис.17).

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.

- Измерения приближения/удаления в пределах 50-70 см;
- Максимальное расстояние улавливания ИК-сигналов до 2 м;
- До 4-х индивидуальных каналов приема сигнала;
- Получение удаленных ИК-команд управления;
- Автоматическое определение программным обеспечением EV3.



Рис.17

6. ИК-маяк к EV3 (Рис.18).

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 ААА.

- До 4-х индивидуальных каналов передачи сигнала;
- Кнопка и тумблер для включения/выключения;
- При работе ИК-маяка горит зеленый светодиод;
- Автоматическое отключение при простое более 1 часа;
- Радиус действия до 2 м;



Рис.18

1.4. LEGO как основа урока, проектной и внеурочной деятельности

В Федеральном государственном стандарте результаты образования рассматриваются на основе системно-деятельностного подхода, при котором ребенок не получает знания в готовом виде, а добывает их сам в процессе собственной учебно-познавательной деятельности.

Конструкторы LEGO являются одними из самых популярных конструкторов у ребят разных возрастов. LEGO предлагает наборы для конструирования, ориентированные на детей от 6 месяцев, и заканчивая студентами первых курсов ВУЗов.

Обучающийся выступает в роли активного участника процесса обучения со своими собственными взглядами и представлениями об окружающем мире, мотивация идет через решение практически значимых проблем.

Использование образовательной робототехники на уроках позволяет сделать современную школу конкурентоспособной. А сам урок по-настоящему эффективным и продуктивным для всех участников образовательного процесса.

Использование образовательных роботов является мощным средством для обучения и самообучения. С помощью графических языков программирования обучающиеся создают осязаемые модели и управляют этими моделями, применяют этот арсенал для постановки и решения задач. В арсенале LEGO есть множество механизмов для моделирования и понимания окружающего мира. Конструирование своего собственного понимания

окружающего мира является особенностью системно-деятельностного подхода.

Применение роботов как объекта изучения позволяет обучающимся определиться в выборе будущей профессии, закрепить физические, математические и ИТ-основы, лежащие в робототехнике, воспитывает коммуникативные навыки.

В рамках школьного урока и дополнительного образования робототехнические комплексы LEGO могут применяться по следующим направлениям:

- Демонстрация;
- Фронтальные лабораторные работы и опыты;
- Исследовательская проектная деятельность.

Эффективность обучения основам робототехники зависит и от организации занятий, проводимых с применением следующих методов:

- Объяснительно-иллюстративный — предъявление информации различными способами (объяснение, рассказ, беседа, инструктаж, демонстрация, работа с технологическими картами и др);
- Эвристический — метод творческой деятельности (создание творческих моделей и т.д.);
- Проблемный — постановка проблемы и самостоятельный поиск её решения обучающимися;
- Программированный — набор операций, которые необходимо выполнить в ходе выполнения практических работ (форма: компьютерный практикум, проектная деятельность);
- Репродуктивный — воспроизводство знаний и способов деятельности (форма: собирание моделей и конструкций по образцу, беседа, упражнения по аналогу);
- Частично-поисковый — решение проблемных задач с помощью педагога;
- Поисковый — самостоятельное решение проблем;
- Метод проблемного изложения — постановка проблемы педагогом, решение ее самим педагогом, соучастие обучающихся при решении.

Основной метод, который используется при изучении робототехники, - это метод проектов. Под методом проектов понимают технологию организации образовательных ситуаций, в которых обучающийся ставит и решает собственные задачи, и технологию сопровождения самостоятельной деятельности обучающегося [10].

Проектно-ориентированное обучение — это систематический учебный метод, вовлекающий обучающихся в процесс приобретения знаний и умений с помощью широкой исследовательской деятельности, базирующейся на комплексных, реальных вопросах и тщательно проработанных заданиях.

Основные этапы разработки LEGO-проекта:

1. Обозначение темы проекта;
2. Цель и задачи представляемого проекта. Гипотеза;
3. Разработка механизма на основе конструктора LEGO-модели NXT (RCX);
4. Составление программы для работы механизма в среде LEGO Mindstorms (RoboLab);
5. Тестирование модели, устранение дефектов и неисправностей.

При разработке и отладке проектов обучающиеся делятся опытом друг с другом, что очень эффективно влияет на развитие познавательных, творческих навыков, а также самостоятельность школьников. Таким образом, можно убедиться в том, что LEGO, являясь дополнительным средством при изучении курса информатики, позволяет обучающимся принимать решение самостоятельно, применимо к данной ситуации, учитывая окружающие особенности и наличие вспомогательных материалов. И, что немаловажно, — умение согласовывать свои действия с окружающими, т.е. работать в команде.

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.

Компетентностный подход в общем и среднем образовании объективно соответствует и социальным ожиданиям в сфере образования, и интересам участников образовательного процесса. Компетентностный подход — это подход, акцентирующий внимание на результатах образования, причём в качестве результата образования рассматривается не сумма усвоенной информации, а способность действовать в различных проблемных ситуациях.

Главная задача системы общего образования — заложить основы информационной компетентности личности, т.е. помочь обучающемуся овладеть методами сбора и накопления информации, а также технологией ее осмысления, обработки и практического применения.

Робототехника в школе представляет обучающимся технологии 21 века, способствует развитию их коммуникативных способностей, развивает навыки взаимодействия, самостоятельности при принятии решений, раскрывает их творческий потенциал. Дети и подростки лучше понимают, когда они что-либо самостоятельно создают или изобретают. При проведении занятий по робототехнике этот факт не просто учитывается, а реально используется на каждом занятии.

Сейчас основная задача - как можно больше молодёжи привлечь к науке и инженерному делу. Ключевая возможность учебных комплектов по робототехнике — простая интеграция с любой образовательной программой.

Дополнительные занятия с использованием LEGO в школе начинаются с начальной школы. Весь курс построен на пропедевтическом и интеграционном принципах.

Малыши начинают изучение с азов: они учат, как правильно называются детали, какие есть крепления, как правильно конструировать модели.

На занятиях начальной школы предусмотрены самые разные интересы ребят. Это и художественное, и техническое моделирование, и игровое творчество. Кроме стандартных «технических» заданий по строительству мостов и зданий ребята моделируют подарки-украшения,

мебель для кукольных замков-домиков, украшения-композиции офисов и квартир.

Кроме того, на занятиях ребята часто воплощают в жизнь те знания, которые они получают на уроках: русского языка — строя буквы, окружающего мира, реализуя различные проекты.

В процессе активной работы детей по конструированию, исследованию, постановке вопросов и совместному творчеству не только существенно улучшаются «традиционные» результаты, но и открывается много дополнительных интересных возможностей. Работая в мини-группах, дети, независимо от их подготовки, могут строить модели и при этом обучаться, получая удовольствие.

В последующем обучающиеся начинают работать с LEGO-наборами: Первые конструкции, Первые механизмы. Конструкторы эти достаточно простые, но уже тогда обучающиеся знакомятся с механизмами, которые встречаются в повседневной жизни, и в дальнейшем будут изучать на уроках физики, технологии и математики.

Работа проходит в группах по 3 – 5 человек. Как правило, учителя разрабатывают собственные планы занятий, соответствующие индивидуальным особенностям своих учеников, однако общая последовательность остается следующей:

- Сформулировать общие принципы простого механизма;
- Познакомить обучающихся с активной лексикой, например, используя ее при рассказе об изучаемом простом механизме;
- Собрать и изучить одну или все принципиальные модели;
- Собрать и изучить основную модель и выполнить задание, но только после того, как будут выполнены задания для принципиальной модели;
- Попытаться выполнить творческое задание;

При выполнении творческого задания модели создают не по инструкции, а опираясь на полученные знания и свой жизненный опыт;

- Сначала ребята продумывают модели, которые они хотят создать, обговаривают технические характеристики и функции;
- Затем создают эти модели. Одновременно происходит корректировка первоначального замысла (у некоторых он совершенно меняется);
- Следующая ступенька — «оживление» моделей. Придуманые истории, происходившие с их творениями.

Эти занятия позволяют решить также проблемы, связанные с возрастными особенностями обучающихся 7—10 лет, обусловленные недостаточным уровнем развития абстрактного мышления, существенным преобладанием образно-визуального восприятия над другими способами получения информации. Преимущество состоит в том, что обучающийся находится не в виртуальном пространстве, а может ощущать физический смысл процессов, которым обучается. Ребята узнают, почему слетает цепь у велосипеда, как поворачивает папина машина и работает подъемный кран.

Выполнение заданий способствует развитию у обучающихся знаний, умений и навыков в различных областях: конструирования, основ механики, моделирования, абстракции и логики.

Занятия робототехникой помогают обучающимся достичь таких личностных результатов, как:

- сформированность познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей;
- самостоятельность в приобретении новых знаний и практических умений;
- мотивация образовательной деятельности школьников на основе личностно ориентированного подхода;
- формирование ценностных отношений друг к другу, учителю, авторам открытий и изобретений, результатам обучения.

В среднем звене (5 – 8 классы) во внеурочной деятельности нашей школы робототехника применяется по следующим направлениям:

- поддержка учебного процесса по образовательным дисциплинам физико-математического и естественнонаучного циклов (технология, физика, математика, информатика) в рамках реализации базисного учебного плана (демонстрация опытов, выполнение фронтальных лабораторных работ и опытов);
- Создание игровых ситуаций на уроках предметов гуманитарного цикла (литература, история, обществознание, иностранный язык);
- Исследовательская проектная деятельность.

Знакомясь на практике с силами тяжести, сопротивления, изучая равноускоренное движение, законы сохранения энергии, обучающиеся разрабатывают модели гидроэлектростанции, ветровой генератор.

Затем ребята изучают основы пневматики и принципы работы пневматических машин. В 7 классе основы пневматики изучаются и в школьном курсе физики, и у школьников есть реальная возможность применить полученные знания на уроках. Однако заинтересовать учеников 7 класса сложнее. Обучение выходит на более высокий уровень: игровая компонента начинает уступать место серьезному продуманному изучению предмета.

И конечно, неопределимы во внеурочных занятиях метапредметные результаты внедрения LEGO-технологий:

- овладение навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности, умениями предвидеть возможные результаты своих действий;
- понимание различий между исходными фактами и гипотезами для их объяснения, теоретическими моделями и реальными объектами, овладение универсальными учебными действиями на примерах гипотез для объяснения известных фактов и экспериментальной проверки выдвигаемых гипотез, разработки теоретических моделей процессов или явлений;

- приобретение опыта самостоятельного поиска, анализа и отбора информации с использованием новых информационных технологий для решения познавательных задач;
- освоение приемов действий в нестандартных ситуациях, овладение эвристическими методами решения проблем;
- формирование умений работать в группе.

В 8 – 10 классе ребята знакомятся с элементами логики и программирования, начинается работа с Робототехникой. Работа на занятиях организуется так: сначала определяется с видом конструктора. Далее обучающиеся делятся на тех, кто работает непосредственно с конструктором, собирает и моделирует конструкцию, и тех, кто работает с программным обеспечением, пишет программу [13; 14].

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 обучающихся, их ориентация на профессии инженерно-технического профиля.

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 обучающихся:

1. использование имеющихся роботов с другими системами,

2. создание нового робота,

3. 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;
- комбинированный вариант (2 и 3) [6].

Занятия робототехникой в какой-то мере способствуют и выбору будущей профессии. На определенном этапе ребенок понимает, что ему больше нравится — программировать или конструировать — и он начинает заниматься этим более углубленно.

Таким образом, на занятиях по LEGO-конструированию обучающиеся встречаются с ключевыми понятиями информатики, прикладной математики, физики, знакомятся с процессами исследования, планирования и решения возникающих задач; получают навыки пошагового решения проблем, выработки и проверки гипотез, анализа неожиданных результатов.

Методики LEGO разработаны так, чтобы учесть индивидуальные особенности и различия детей. На занятиях ребятам предлагаются темы, которые будят их интерес и основываются на имеющихся у них знаниях, задачи ставятся так, чтобы каждый обучающийся нашел своё решение своим способом.

Выводы по первой главе

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

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 обучающихся формируются компетенции, необходимые современному школьнику. Среди них предметные, метапредметные, ИКТ-компетенции, коммуникативные.

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 обучающихся 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 использовано в работе учителей-предметников.

Применение LEGO технологий на уроках может дать обучающимся 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.

Глава II. МЕТОДИКА ПРОПЕДЕВТИКИ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ ПО ФИЗИЧЕСКОМУ ЭКСПЕРИМЕНТУ В ПРОЦЕССЕ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СРЕДСТВАМИ КОНСТРУКТОРА LEGO

2.1. Структурно-функциональная модель формирования знаний и умений по физическому эксперименту у обучающихся в процессе внеурочной деятельности средствами конструктора Lego

Подходы к внедрению образовательной робототехники в учебно-воспитательный процесс в начальной и основной школе могут быть различны. Введение в учебный план самостоятельного предмета «Робототехника» или «Легоконструирование» позволяет обучающимся повторять, систематизировать, обобщать и использовать знания по разным предметам в процессе изучения и конструирования учебных моделей роботов.

В современных школах реализуется другой подход, а именно: изучение робототехники в структуре внеурочной деятельности как составляющей политехнического содержания. С этой целью должна быть разработана образовательная программа по робототехнике. На основе данной программы выстраиваются необходимые содержательные связи с учебными дисциплинами такими как: физика, информатика, математика и т.д.

В настоящей диссертации в рамках реализации второго образовательного подхода ставится задача разработки модели и методики формирования знаний и умений у обучающихся по физическому эксперименту. Основу решения этой задачи составляет система общих регулятивов, на которые следует ориентироваться, на наш взгляд, при разработке моделей внедрения робототехники во внеурочную деятельность основной школы, а именно:

1. Понимание необходимости освоения основ робототехники как условия адаптации обучающихся в современной техносфере и их

- предпрофессиональной подготовки к выбору инженерно-технических специальностей в последующем образовании и трудовой деятельности;
2. Важность разработки и внедрения в практику обучения не только естественнонаучной, математической и технологической, но и гуманитарной составляющей междисциплинарной программы, а именно вопросов философии и социологии робототехники как условия понимания ее назначения, общих тенденций развития и социальных последствий внедрения и распространения;
 3. Наличие содержательной и процессуальной компоненты в обучении робототехнике: а) обеспечение формирования системы базовых знаний (конкретных и обобщенных, в том числе метатехнических знаний); б) организация начальной практической подготовки обучающихся по моделированию и конструированию простейших роботов, формирование обобщенных умений в проектной и проектно-исследовательской деятельности; создание условий для технического и дизайнерского творчества обучающихся;
 4. Дифференциация и индивидуализация обучения, выявление одаренных обучающихся и обучающихся с ОВЗ, их поддержка в рамках программ индивидуального развития.

В нашем исследовании под пропедевтикой знаний и умений по физическому эксперименту понимается целенаправленная совместная деятельность субъектов в процессе реализации различных видов деятельности, обеспечивающие формирование у обучающихся готовности к практическому обучению на конструкторе Lego, на оборудовании смежного содержания конструктор – физическое оборудование, и непосредственно на физическом оборудовании определенных в рамках лабораторной работы.

Рассмотрение пропедевтической подготовки обучающихся с позиции системно-деятельностного подхода, призванного выявить взаимодействующий принцип деятельности субъектов образовательного процесса, позволяет выбрать систему знания о сущностных характеристиках исследуемого феномена на основе развития и функционирования. Роль

системно-деятельностного подхода применительно к предмету нашего исследования состоит в том, что его понятия, принципы и методы позволяют более глубоко проникнуть в сущность процесса формирования знаний и умений по физическому эксперименту, создать целостное представление о нем и на основе этого разработать модель методики формирования знаний и умений по физическому эксперименту средствами конструктора Lego.

Нами разработана структурно-функциональная модель процесса пропедевтики знаний и умений у обучающихся по физическому эксперименту в системе внеурочной деятельности (Рис.19), основными структурными элементами которой являются следующие блоки:

- Нормативно-ориентировочный;
- Мотивационно-прогностический;
- Содержательно – деятельностный;
- Процессуально-формирующий;
- Оценочно-результативный.

Нормативно-ориентировочный блок модели представлен в виде комплексной составляющей, обусловленный законами, требованиями ФГОС НОО и ФГОС ООО, а также соответствующими приказами Минобрнауки РФ и другими нормативно-правовыми актами, регламентирующими деятельность образовательных организаций.

Мотивационно-прогностический блок направлен на решение поставленных комплексных задач с учетом требований к уровню формирования знаний и умений у обучающихся. Решение этих задач направлено на выявление уровня сформированности знаний и умений по физическому эксперименту у обучающихся средствами конструктора Lego.

На основе поставленных цели и задач были определены потребности, мотивы и интересы обучающихся, способствующие эффективной организации внеурочной деятельности; выявлен начальный уровень сформированности знаний и умений, обучающихся к конструированию; апробированы педагогические условия, способствующие формированию компетентностей у обучающихся; показаны в графическом выражении мера

и степень эффективности предлагаемых условий и методов, используемых во внеурочной деятельности.

Содержательно-деятельностный блок реализуется в процессе работы во внеурочной деятельности через пропедевтику знаний и умений по физическому эксперименту. Данный блок направлен на формирование ценностного отношения и реализацию программ в педагогической деятельности.

Процессуально-формирующий блок направлен на реализацию процесса формирования знаний и умений обучающихся в системе внеурочной деятельности. Этот процесс включает в себя взаимосвязь формируемых знаний и умений, технологию организации учебного процесса с помощью методов, форм и средств.

Оценочно-результативный блок позволяет на основе диагностики процесса формирования знаний и умений определить уровни (базовый, повышенный, творческий) соответствия обучающихся выявленным критериям с помощью маршрутных листов, ориентированных на выполнение показателей развития образовательных компетентностей.

Рейтинги (уровни) обучающихся, разработанные в ходе экспериментальной работы, дают возможность оценить уровень «приращения» знаний и умений в процессе формирования экспериментальных знаний и умений обучающихся на основе предложенных критериев, признаков и показателей подготовки обучающихся.

Принципы подготовки обучающихся: 1) принцип приоритета личности ориентирован на школьника, то есть участника подсистемы, процесса или ситуации, и рассматривает их исходя из реальных потребностей, интересов и возможностей обучающихся; 2) принцип саморазвития подразумевает создание систем, процессов или ситуаций динамичными, гибкими, способными по ходу реализации к изменениям, перестройке, усложнению или упрощению.

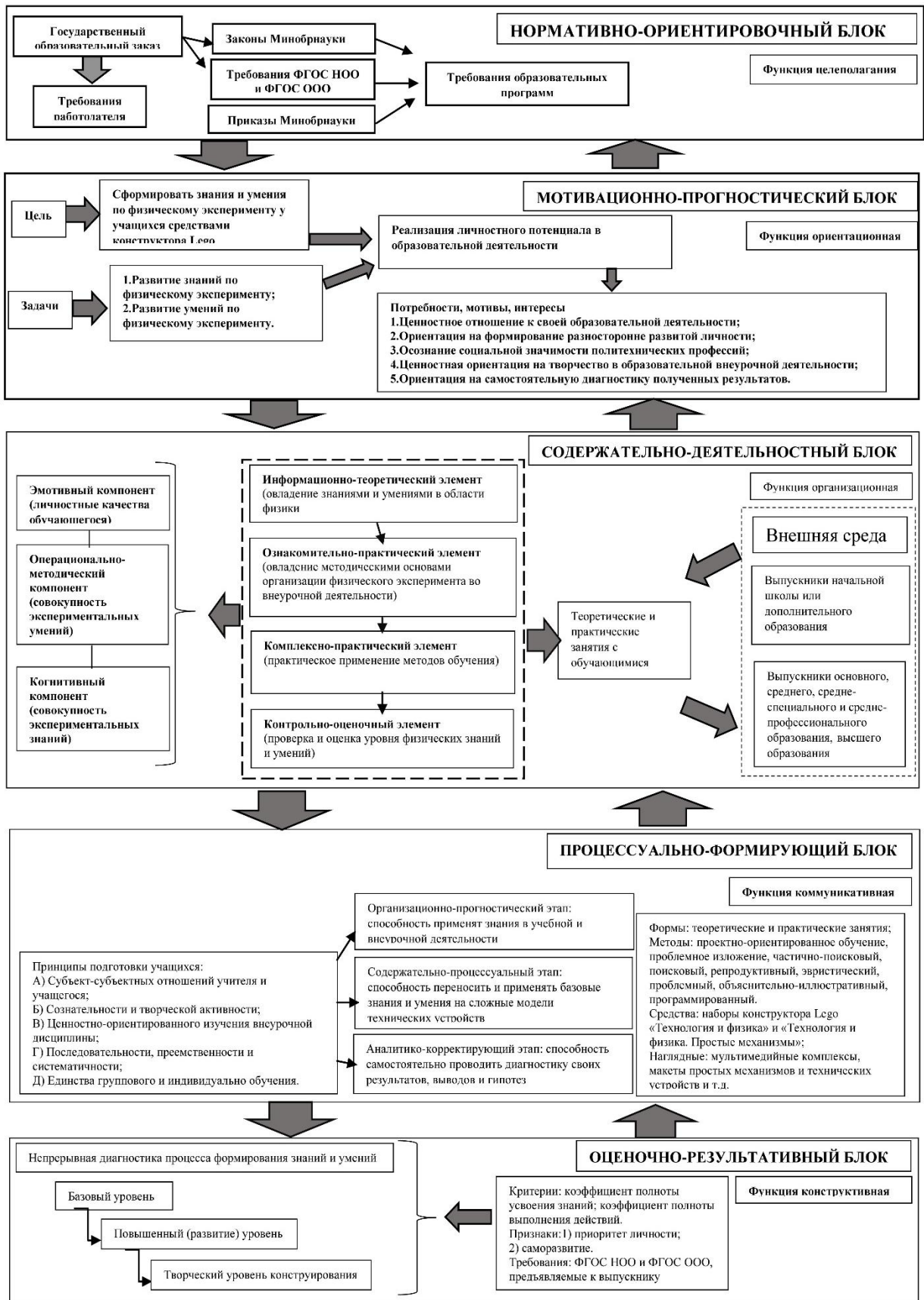


Рис. 19

Рассмотрим особенности этой модели.

Данная модель отражает общую идею и источники содержания политехнического обучения, в основе которого лежит социальный заказ общества. Применительно к внеурочному процессу по физике, организованному с применением образовательной робототехники, к ним относятся:

- Демонстрация возможностей робототехники как направления технической инноватики в преобразовании современной техносреды.
- Демонстрация роли физики как науки в развитии элементной базы робототехники и создании различных видов роботов;
- Формирование представлений о роли робототехники в развитии физики как в области научного знания, а также методики и технологии современных физических исследований (в частности формирование знаний и умений постановки роботизированного эксперимента);
- Повышение качества обучения: расширение и углубление предметных знаний, их систематизация и обобщение; осознание взаимосвязи наук, учебных и внеурочных дисциплин; понимание важности их комплексного применения в решении технических задач; развитие мотивации к изучению физики и ее технических приложений; формирование практических умений в сфере технического моделирования и конструирования.

Для формирования качественных знаний и умений не только по физическому эксперименту, но и проектно-исследовательской деятельности, и по политехническому обучению в целом, мы предполагаем, что необходимо внедрять образовательную робототехнику во все уровни обучения. Сформировать единую структуру в системе образования для того, чтобы обучающийся имел возможность непрерывно развивать, поддерживать, использовать знания и умения, полученные с помощью образовательной робототехники, во всех сферах научных дисциплин (Рис.20).

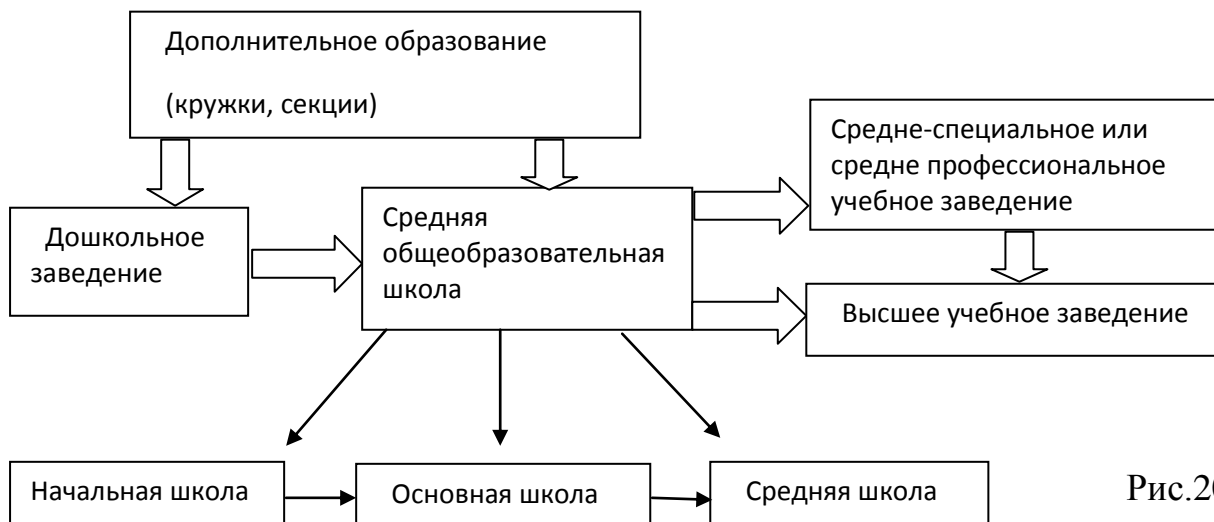


Рис.20

2. 2. Формирование экспериментальных умений в процессе внеурочной деятельности в начальной и основной школе с использованием конструктора LEGO

Робототехника — прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем. Робототехника опирается на такие дисциплины как электроника, механика, программирование [1].

Робототехника является одним из важнейших направлений научно-технического прогресса, в котором проблемы механики и новых технологий соприкасаются с проблемами искусственного интеллекта. На современном этапе в школе рассматриваются проблемы робототехники. LEGO роботы встраиваются в учебный процесс.

Если ребенок интересуется данной сферой с самого младшего возраста, он может открыть для себя много интересного. Поэтому, внедрение робототехники в учебный процесс и внеурочное время приобретают все большую значимость и актуальность. Основное оборудование, используемое при обучении детей робототехнике в школах — это LEGO конструкторы.

Цель использования LEGO конструирования в системе дополнительного образования является овладение навыками начального технического конструирования, развития мелкой моторики, изучение различных видов конструкций и их основных свойств (жесткости, прочности, устойчивости), выработка навыка взаимодействия в группе.

В данной работе представлен конструктор LEGO «Технология и физика» (Рис.21, 22). В наборе содержится оборудование, позволяющее ставить перед учащимися соответствующие «научные» задачи, так что они ощущают себя настоящими юными учеными. В процессе работы обучающиеся задают вопросы «А что если...?», делают предположения или выдвигают гипотезы, затем испытывают созданные модели, записывают результаты и представляют свои открытия.



Рис.21, 22

При работе с набором ученики приобретают навыки:

- Творчески подходить к задачам — уметь объяснять, как все работает, и показывать взаимосвязь между причиной и следствием;
- Проверять идеи, основываясь на очевидных результатах наблюдений и измерений;
- Ставить задачи, которые можно решить научными методами, и объяснять, как находить ответы на них;
- Предвидеть, что может произойти, и избегать нежелательных ситуаций;
- Проводить объективные тесты, изменяя отдельные параметры, и наблюдать или измерять результаты;
- Проводить систематические наблюдения и измерения, используя информационные и коммуникационные технологии для сохранения полученных результатов;
- При повторении пройденного материала выделять важные моменты и устранять недоработки;
- Определять, согласуются ли выводы с предварительными оценками и возможны ли дальнейшие прогнозы.

Представим Учебный план образовательной робототехники для обучающихся начальной школы (табл. 1). В процессе активной работы

обучающихся по конструированию, исследованию, постановке вопросов и совместному творчеству не только существенно улучшаются «традиционные» результаты, но и открывается много дополнительных интересных возможностей.

Таблица 1

Учебный план образовательной робототехники для обучающихся
начальной школы

Занятия	Научные проблемы, рассматриваемые на занятиях. Структура решения научных проблем: прогнозирование, оценка, наблюдение, измерение, проведение тщательных исследований, запись результатов.	Содержание занятий по курсу «Конструирование и Технология» (КиТ). Структура конструкторской деятельности: работа с элементами и деталями, встраивание механизмов в модели (структуры), системы и подсистемы, оценка результатов.
Силы и движение		
Уборочная машина	<ul style="list-style-type: none"> • Повышающая зубчатая передача. • Скомпенсированные и некомпенсированные силы. 	<ul style="list-style-type: none"> • Использование шкива для повышения безопасности механизма.
Игра «Большая рыбалка»	<ul style="list-style-type: none"> • Уменьшение скорости и увеличение силы посредством ремня и шкивов. 	<ul style="list-style-type: none"> • Система безопасности, основанная на использовании храпового механизма с собачкой. • Конструирование моделей/игр.
Свободное качение	<ul style="list-style-type: none"> • Использование колес на оси для перемещения грузов. • Наклонные плоскости и измерение расстояний. 	<ul style="list-style-type: none"> •
Механический молоток	<ul style="list-style-type: none"> • Рычаги, кулачки и наклонные плоскости. • Исследование силы трения. 	<ul style="list-style-type: none"> • Управление воздействием и его хронометраж. • Конструирование механических игрушек.
Средства измерения		
Измерительная тележка	<ul style="list-style-type: none"> • Понижающая зубчатая передача. • Калибровка шкал и считывание показаний при измерении расстояний. 	<ul style="list-style-type: none"> •
Сортировщик писем	<ul style="list-style-type: none"> • Рычаги, шкивы и скомпенсированные силы. • Калибровка шкал и считывание показаний при измерении массы. 	<ul style="list-style-type: none"> •

Таймер	<ul style="list-style-type: none"> • Калибровка шкал и считывание показаний при измерении времени. • Повышающая зубчатая передача, маятники и опускающиеся грузы. 	<ul style="list-style-type: none"> • Система с обратной связью для измерения скорости опускания груза.
Энергия		
Ветреная мельница	<ul style="list-style-type: none"> • Использование энергии ветра для приведения в действие механизмов. • Накопление и преобразование энергии. 	<ul style="list-style-type: none"> • Система безопасности и управления на основе храпового механизма с собачкой.
Буер	<ul style="list-style-type: none"> • Использование энергии ветра для передвижения. • Преобразование энергии. 	<ul style="list-style-type: none"> • Использование маховика в качестве устройства для изменения скорости.
Инерционная машина	<ul style="list-style-type: none"> • Накопление кинетической энергии. • Уравновешенные и неуравновешенные силы. 	<ul style="list-style-type: none"> •
Магнетизм		
Магнитная птица	<ul style="list-style-type: none"> • Металлы и неметаллические материалы. • Обнаружение магнитных полей 	<ul style="list-style-type: none"> • Свойства различных материалов. • Конструирование моделей / игр.
Магнитный цирк	<ul style="list-style-type: none"> • Одноименные и разноименные полюса. • Свойства магнитов. 	<ul style="list-style-type: none"> • Система автоматического подсчета.

Особенности методики проведения занятий

Занятия с наборами проводятся по достаточно единой структуре. В обобщенном виде мы ее можем представить следующим образом.

- Установление взаимосвязей («Задача из жизни»);
- В наборах заложены идеи, помогающие ученикам и героям Кате и Диме уяснить проблему и найти наилучший способ ее решения.
- Конструирование;
- Обучающиеся создают модели, в которых заложены основные концепции обучения. Учитель направляет учеников в исследованиях и решении задач.
- Рефлексия;
- Школьники обсуждают проект, воплощают свои идеи, а учитель может содействовать этому процессу, задавая наводящие вопросы. Вопросы

содействуют тому, что бы обучающиеся довели до конца свои исследования, давали прогнозы и логические обоснования.

- Развитие;

Развитие идей учеников в значительной степени зависит от того, насколько успешно учитель способствовал творчеству детей, поощряя их изменять или добавлять различные функции к созданным ими моделям, чтобы приспособить их к последующим играм, но обязательно — в рамках изучаемого раздела. На этом этапе класс может работать с различной скоростью и на разных уровнях сложности. Данный этап можно пропустить или перенести на следующие занятие — по усмотрению учителя.

Чтобы сделать работу с набором еще ближе к деятельности в реальном мире, разработана система «совместного творчества». Работая в паре, каждый обучающийся строит свою часть модели, рассказывает о ней и затем согласовывает окончательную сборку с партнером. Для этого подготовлены уникальные технологические карты для совместной работы по сборке только одной половины модели (Рис.23, 24).

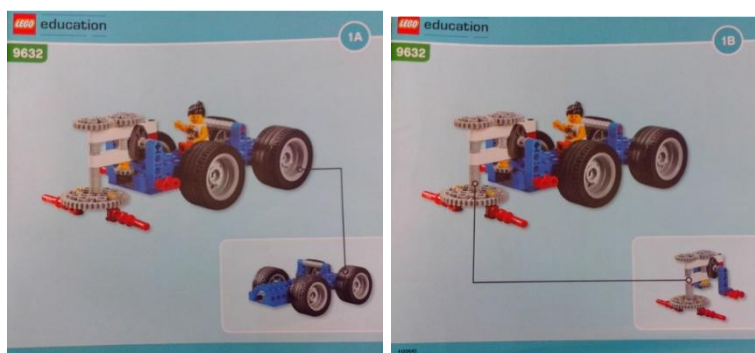


Рис.23, 24

В технологической карте «В» для каждого занятия имеется раздел РАЗВИТИЕ (Рис.25), предназначенный для совместной работы обоих учеников.

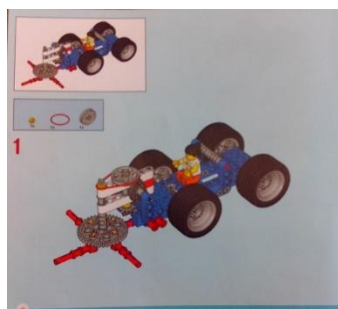


Рис.25

Работа школьников с иллюстрированными инструкциями по сборке моделей способствует развитию у них высокого уровня пространственного воображения и логики.

Решение реальных проблем

Занятия, на которых ученики сталкиваются с реальными жизненными проблемами, полезно провести после проработки соответствующей темы. В ходе таких занятий учитель имеет возможность проверить, насколько успешно ученики справляются с поиском и применением информации, необходимой для решения поставленных задач. При описании проблемы даются перекрестные ссылки на базу знаний по другим основным и мини-моделям. Обучающиеся могут задавать вопросы, творчески перестраивать модели и развивать собственные идеи при решении каждой конкретной проблемы.

Не следует ограничивать учеников в выборе конкретных конструкций, их надо лишь наталкивать на идеи, которые они могут воплотить в своих моделях [12].

Приведем перечень возможных реальных проблем (приложение 1):

- Ралли по холмам;
- Магический замок;
- Почтовая штемпельная машина;
- Ручной миксер.

Процесс формирования экспериментальных знаний и умений у обучающихся можно продолжить в основной школе в рамках внеурочной деятельности с помощью набора «Технология и физика. Простые механизмы» (Рис 26).



Рис.26

Этот набор позволит ставить перед учащимися более сложные и не менее интересные задачи, как и предыдущий конструктор. Заставит размышлять, задавать вопросы, дискутировать. Работая с набором, обучающиеся должны будут применять ранее полученные знания не только в конструировании, но и знания по естественным наукам, искать творческий подход и использовать интуицию при изучении нового.

Отличительной особенностью данного набора является то, что работая с базовыми моделями обучающиеся постигают основные механические и конструктивные принципы, заключенные в механизмах и конструкциях, с которыми они сталкиваются каждый день. Эти небольшие модели легко построить, и каждая из них наглядно и доступно демонстрирует принципы действия простых машин, механизмов и конструкций.

Последовательно переходя от занятия к занятию пользуясь технологическими картами и рабочими бланками (маршрутными листами), обучающиеся самостоятельно познают принципы работы простых механизмов, и учатся проверять их на практике, фиксировать и анализировать результаты работы.

Особенности методики проведения занятий

Занятия с набором проводится по единой структуре. В обобщенном виде мы ее можем представить следующим образом.

- Установление взаимосвязей (краткое объяснение предназначения и функций каждой модели);
- Конструирование (сборка учащимися моделей по инструкциям, в которых заложены основные концепции основных разделов обучения. Учитель выступает в роли консультанта, который проверяет правильность работы модели);
- Рефлексия (углубление понимания приобретенного опыта за счет выдвижение гипотез и предполагаемых результатов эксперимента, анализ полученных результатов, выдвижение новых идей по реализации поставленной проблемы);

- Развитие (предлагаются пути и способы продолжения исследований на основе полученных результатов. Обучающиеся экспериментируют, разрабатывают модели с новыми возможностями, а также развивают свои идеи применительно к реальным машинам и механизмам).

Рабочие бланки обучающихся (маршрутные листы)

Рабочие бланки предоставляют обучающимся возможность самостоятельной работы без помощи учителя. Следуя указаниям в бланках, обучающиеся высказывают свои предположения, проводят испытания и измерения, записывают полученные результаты, модифицируют и сравнивают модели, делают выводы.

Группы могут обмениваться маршрутными листами, сравнивать и анализировать полученные результаты, обсуждать аспекты модифицированных моделей.

Рабочие бланки позволяют учителю оценивать уровень каждого обучающегося, и помогаю судить о сформированности тех или иных компетентностей.

Творческие задания

Цель этих заданий – ориентировать обучающихся на разработку своих собственных решений реальных задач, причем решить эти задачи можно различными способами.

Занятия по решению реальных проблем максимально приближены к жизни. На каждом из них обучающиеся совершенствуют свои знания и умения, углубляют понимание принципов действия базовых моделей.

Представим Учебный план образовательной робототехники для обучающихся основной школы (табл. 2), в котором отражены основные темы и учебные цели курса.

Таблица 2

Формирование знаний и умений на различных заданиях по образовательной робототехнике для обучающихся основной школы

	Рычажные весы	Башенный кран	Пандус	Гоночный автомобиль	Катапульта	Ручная тележка	Лебедка	Карусель	Наблюдательная	Мост
Естественные науки										
Сбор, запись и представление данных	+	+	+	+						
Анализ данных	+	+	+	+						
Методы научных исследований	+	+	+	+						
Определение параметров	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Силы, воздействующие на объект	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Равновесие	+		+							
Движение объекта		+	+	+	+	+	+	+		
Трение	+	+	+	+						
Технология										
Знания в области науки и технологии	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Творческое конструирование		+	+	+	+	+	+	+	+	+
Испытание моделей и анализ результатов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Моделирование решения задачи		+	+	+	+	+	+	+	+	+
Формулирование условий и ограничений задачи		+	+	+	+	+	+	+	+	+
Оценка качества созданных конструкций		+	+	+	+	+	+	+	+	+
Применение собранных данных для объяснения наблюдаемых процессов	+	+	+	+						
Определение направления и хода развития процессов	+	+	+	+						
Анализ информации и	+	+	+	+						

оценка ее достоверности										
Транспортные системы и подсистемы			+	+						
Назначение конструкций		+						+	+	+
Конструирование										
Изучение последовательных этапов конструирования		+	+	+	+		+	+	+	+
Применение методов моделирования для решения задач проектирования					+	+	+	+	+	+
Объяснение принципа действия и назначения базовой модели		+	+	+	+	+	+	+	+	+
Объяснение воздействия растягивающих и сжимающих сил		+							+	+
Объяснение особенностей конструкции		+	+		+		+	+	+	+
Математика										
Применение формул	+	+	+	+						
Построение и оценка математических доказательств	+	+	+	+						
Формулирование обобщающих утверждений	+	+	+	+						
Математика на службе науки и техники	+	+	+	+						
Демонстрация и объяснение математических идей с помощью создаваемых моделей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Наглядное представление и объяснение процессов в физике, математике и повседневной жизни при помощи моделирования	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Используя данные наборы можно выстроить прочную логическую цепочку в процессе формирования знаний и умений у обучающихся по физическому эксперименту. Обучающиеся младшей школы «познают играя» с конструктором, а обучающиеся основной школы осознанно изучают принципы действия простых механизмов для того, чтобы на их основе

смоделировать более сложную конструкцию для реализации поставленной задачи.

Таким образом, устанавливается логический «мост», между первично изученными простыми механизмами во внеурочной деятельности и этими же механизмами, рассмотренными на уроке и лабораторных занятиях по физике.

Работа с учащимися, имеющими ограниченные возможности здоровья

Для усвоения учащимися с ОВЗ необходимого минимума знаний и умений по какой-либо дисциплине, в том числе и внеурочной, обучение должно быть направлено на развитие познавательной сферы личности (ощущений, восприятия, памяти, мышления, воображения). Благодаря конструктору Lego учителя способны дифференцировать обучение и во внеурочной деятельности. Сенсорное развитие способствует психическому развитию обучающихся с ОВЗ в целом. К образовательной робототехнике сенсорная среда имеет непосредственное значение. С помощью нее обучающиеся приобретают первичные знания и умения за счет простейших действий в конструировании и моделировании: подвигать и пощупать изучаемый объект.

За счет курса робототехники у обучающихся с ОВЗ развивается память. Постоянное повторение, использование и воспроизведение базовых знаний и умений по конструированию простейших механизмов «выстраивает» основу для дальнейшего использования этих компетенций на уроках физики. Для улучшенного запоминания акцентируется внимание на материале, который необходимо запомнить через включения различных заданий: на качественное объяснение происходящего, математического расчета необходимой физической величины (выигрыш в силе при использовании простого механизма), модифицирование базовой конструкции в более сложную структуру.

Кроме того, образовательная робототехника является отличным средством для развития мышления как у обычных обучающихся, у

«одаренных», и обучающихся с ОВЗ. Зачастую, слабоуспевающие в обучении подходят к решению поставленных задач совершенно с иной точки зрения, что помогает им на качественном уровне создавать и конструировать базового и повышенного уровня сложности модели.

Подводя итог вышесказанному, образовательная среда Lego не делает различия между учащимися, она в полной мере предоставляет возможности познания робототехники всем и каждому, с какими бы то они не были особенностями. И благодаря этому обучающимся с ОВЗ предоставляется возможность в рамках ФГОС НОО и СОО преодолевать затруднения в учебных дисциплинах политехнического направления за счет внеурочной деятельности по робототехнике.

2.3. Формирование экспериментальных умений у обучающихся в процессе обучения физике при использовании конструктора LEGO

В обучении физике и другим предметам естественного цикла ведущую роль играют экспериментальные умения. Проведенные исследования, в этой области, привели к выводу, что при ныне применяемой в средней школе методике обучения умение самостоятельно проводить эксперимент, ставить простейшие опыты формируется у учеников крайне медленно. Ученики все еще выполняют опыты по готовым инструкциям, в которых определены составляющие всех операций, последовательность их выполнения, способы математической обработки полученных данных и т.д. Деятельность ученика носит в основном репродуктивный характер. В результате обучающиеся, выполнив в процессе обучения несколько сотен опытов по физике, химии, биологии, к моменту окончания средней школы не могут определить характерные черты эксперимента, выделить в нем основные операции и выполнить их самостоятельно. Следовательно, необходимо усовершенствовать методику формирования у обучающихся экспериментальных умений, которые являются важной составляющей познавательных умений.

Эксперимент позволяет осуществлять проверку правильности научных выводов и открытий новых закономерностей. Эксперимент - это средство проверки пригодности технических проектов и технологических процессов. Широкое применение эксперимента в школьном преподавании способствует формированию у обучающихся правильного представления об особенностях научного эксперимента и сущности этого метода научного исследования, а также элементарных экспериментальных умений.

Научному эксперименту, как правило, предшествует умозаключение в виде гипотезы о том, что должно быть при определенных действиях. Когда определена суть эксперимента, разрабатывается способ и методика его осуществления. Это первый этап на пути к осуществлению эксперимента.

Из сказанного следует, что обучение обучающихся должно включать формирование следующих экспериментальных умений:

- 1) самостоятельное формулирование цели опыта;
- 2) формулировку и обоснование гипотезы, лежащей в основе эксперимента;
- 3) выявление условий, необходимых для постановки опыта;
- 4) проектирование эксперимента;
- 5) подбор необходимых приборов и материалов;
- 6) составление экспериментальной установки и создание необходимых условий для выполнения опыта;
- 7) осуществление измерений;
- 8) проведение наблюдений;
- 9) фиксирование (кодирование) результатов измерений и наблюдений;
- 10) математическая обработка результатов измерений;
- 11) анализ результатов и формулировка выводов.

Для того, чтобы обучающиеся могли качественно овладеть основами физического эксперимента, необходимо спланировать работу учителя и создать систему заданий, выполнение которых предполагало бы формирование экспериментальных умений обучающихся. Для этой цели могут служить экспериментальные задания творческого характера. (ТЭЗ — творческие экспериментальные задания). ТЭЗ отличаются от типичных задач

или лабораторных работ тем, что ни идея, ни ход выполнения, а в большинстве случаев и конечный результат учащемуся не известны и нет четкого алгоритма их выполнения. Однако в работах, посвященных изобретательству и творческой деятельности обучающихся, существует тенденция к созданию общего плана действий, который, однако, не гарантирует успешного прохождения учащимися всех его этапов самостоятельно, а соответственно, и выполнение задания без помощи учителя. Все же выполнение подобных задач будет подготовкой к самостоятельному выполнению творческих экспериментальных задач на второй ступени изучения физики и других естественных предметов. Наибольшие трудности вызывает формирование у обучающихся умения правильно формулировать цель эксперимента. Между тем, естественные науки не могут обойтись без выдвижения гипотез.

Для развития умения выдвигать и обосновывать гипотезу можно применять много методов - метод проб и ошибок, метод каталога, морфологического анализа, метод контрольных вопросов, элементы АРИЗ (алгоритм решения изобретательских задач), "мозговой штурм", синектический метод. Многие ученики, выполняющие исследования по традиционной методике, не осознают всей важности установления и соблюдения условий их протекания, приводящего к искаженным результатам. Это является следствием того, что учителя естественнонаучных дисциплин не обращают должного внимания на формирование у обучающихся умения самостоятельно определять условия проведения эксперимента и следовать им. Между тем целенаправленное формирование этого умения учитель физики может начать уже в седьмом классе при проведении первых опытов. При формировании рассматриваемого умения в восьмом классе нужно направить деятельность обучающихся на самостоятельное определение условий опыта, показать, что часто эти условия уже "заложены" в целях эксперимента и в теоретическом обосновании гипотезы.

Выполнение следующего структурного элемента эксперимента — его проектирование — обусловлено тем, насколько глубоко ученики осознали цель эксперимента, его гипотезу и условия протекания. Только после выполнения перечисленных структурных элементов эксперимента проводится подбор необходимых приборов и материалов, составление установки, осуществляются запланированные наблюдения и измерения, проводится их запись, математическая обработка результатов и анализ. В конце работы делается вывод о том, достигнута ли цель, подтвердилась ли гипотеза. Таким образом, при выполнении тезисов осуществляется формирование экспериментальных умений обучающихся и их развитие уже на первом этапе изучения физики. Кроме формирующей функции, такие задачи могут выполнять и контролирующую функцию. Также можно будет более объективно оценить учебные достижения обучающихся, особенно на высоком уровне. Чтобы можно было гарантировать успешное выполнение ТЭЗ, целесообразно использовать задачи-подсказки, из которых методом аналогий можно обнаружить способ выполнения творческого задания.

В качестве творческого задания, лабораторной работы, демонстрационного эксперимента можно предложить обучающимся работу с конструкторами LEGO по необходимой тематике.

Выводы ко второй главе

Обучение школьников конструированию имеет большое значение в развитии у них мышления, памяти, воображения и способности к самостоятельному творчеству.

На занятиях по конструкторской деятельности у обучающихся формируются важные качества: умение слушать педагога, понимать умственную 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 выполнения. Это играет решающую роль в осознании школьником своих действий и их результатов. Предметом основного внимания обучающихся 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. Это исключает механическое выполнение работы однажды заученным способом, простое подражание товарищу. Это 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 перейдут из начальной школы в основную или старшую с необходимым багажом умения не только самостоятельно проводить эксперимент или исследовательскую работу, а также задатками для так называемого «творческого конструирования», которое представлено в ОГЭ по физике. Такое обучение удовлетворяет требованиям ФГОС общего образования.

Глава III. ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1. Педагогический эксперимент в начальной школе и его результаты

Целью педагогического эксперимента являлась апробация разработанной методики формирования экспериментальных умений у обучающихся классов начальной и основной школы в процессе внеурочной деятельности с использованием конструктора LEGO [19].

Задачи педагогического эксперимента:

1. Посредством знакомства с набором LEGO «Технология и физика» привлечь обучающихся к исследовательской работе.
2. Сформировать первичные представления о физических понятиях (трение, масса, свободное скольжение, энергия) и технических устройствах (уборочная машина, измерительная тележка, механический молоток, таймер, ветреная мельница и т.д.).
3. Сформировать экспериментальные умения у обучающихся посредством конструирования изделий, их модернизации и выполнении «научных» исследований.

Во время проведения педагогического эксперимента были сформированы две группы (экспериментальная и контрольная) среди обучающихся 3-х и 4-х классов МАОУ «СОШ №78 г. Челябинска», посещающих кружок «Робототехника». Начальный срез нами не был проведен, т.к. обучающиеся уже в достаточной степени были ознакомлены LEGO-конструированием.

Все выполненные учащимися контрольные задания проверялись в соответствии со структурой физического эксперимента. Поэтому по результатам выполнения заданий мы судили о сформированности у школьников экспериментальных умений.

Для промежуточного контроля были выбраны технологические карты, предполагающие выполнение заданий по конструированию («почтовые весы» и «таймер» (приложение 2)). Ниже на рисунках (Рис. 27а, 27б) представлены результаты выполнения этих заданий учащимися.

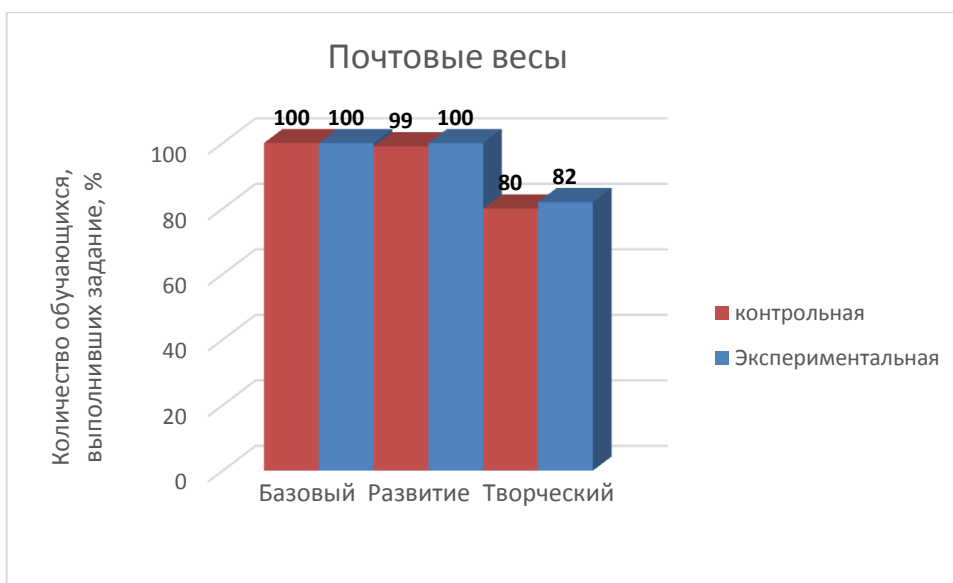


Рис. 27а

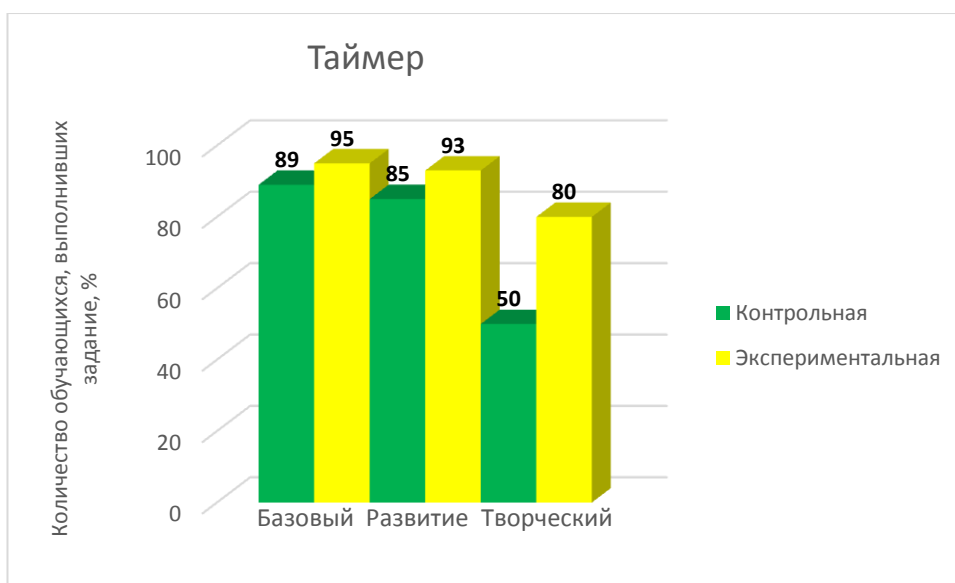


Рис. 27б

По итогам промежуточного среза можно сделать вывод о том, что обучающиеся отлично справляются с базовым уровнем конструирования, как и в экспериментальной, так и в контрольной группе. Уровень конструирования на этапе «развитие» также достаточно высок, но в контрольной группе выше, чем в экспериментальной. С творческим уровнем обучающиеся обеих групп справились не так хорошо, как с другими уровнями.

Для контрольного среза были выбраны задания повышенного уровня на конструирование («ручной миксер» и «магический замок» (приложение 1)) (Рис.27в).

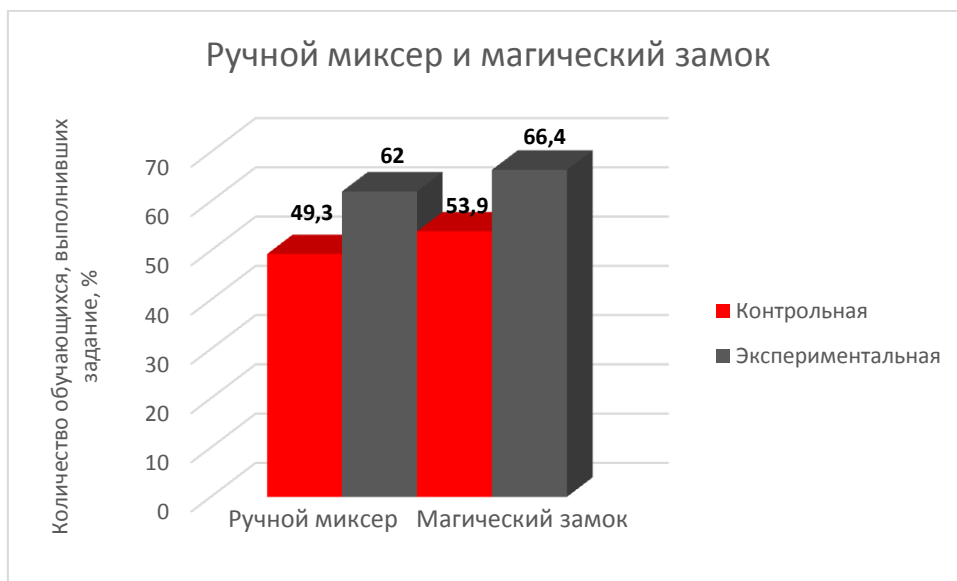


Рис. 27в

По итогам контрольного среза можно сделать вывод о том, что так называемое «свободное конструирование» на заданную тему дается ученикам групп хуже, чем базовое конструирование. Это наглядно показывает о различном уровне сформированности экспериментальных умений школьников, а также дает оценку сформированности у них пространственного мышления.

По данным опроса среди учеников, посещающих кружок «Робототехника», только 5 человек имеют желание выполнять задания уровня «свободного конструирования», около 80% готовы выполнять задания уровня «творческое», остальных удовлетворяет конструирование по технологическим картам.

3.2. Педагогический эксперимент в основной школе и его результаты

Второй этап педагогического эксперимента проходил в 5-х и 6-х классах основной школы МБОУ «СОШ № 109 г. Челябинска», среди которых также были сформированы две группы: экспериментальная и контрольная.

Задачи педагогического эксперимента:

1. Посредством знакомства с набором LEGO «Технология и физика. Простые механизмы» привлечь обучающихся к исследовательской работе.

2. Сформировать первичные представления о физических понятиях (сила, выигрыш в силе, точка приложения силы, работа, равновесие, масса, мощность и т.д.), простых механизмах (рычаг, блок, наклонная плоскость, винт, ворот и т.д.) и технических устройствах (мост, наблюдательная вышка, карусель, лебедка, ручная тележка, катапульта, гоночный автомобиль и т.д.).

3. Сформировать экспериментальные умения у обучающихся посредством конструирования изделий, их модернизации и выполнении «научных» исследований.

Начальный срез нами не был проведен, т.к. обучающиеся уже в достаточной степени были самостоятельно ознакомлены LEGO-конструированием.

Все выполненные учащимися контрольные задания проверялись в соответствии со структурой физического эксперимента. Поэтому по результатам выполнения заданий мы судили о сформированности у школьников экспериментальных умений.

Для промежуточного контроля были выбраны следующие этапы:

- Базовый;

На данном этапе формировались первичные знания и умения для работы с простыми механизмами. Для каждого из них разработаны различные модификации заданий для улучшенного понимания принципа работы данного механизма.

- Повышенный;

Данный этап предполагает усовершенствовать базовую модель, произвести простейшие расчеты на выигрыш в силе данного механизма, и на интуитивном уровне предположить о результатах эксперимента.

- Творческий;

Этот этап представлен в виде решения реальных заданий: конструирование объектов за счет полученных знаний на предыдущих

этапах. Осознанное проектирование и конструирование, прогнозирование, расчет и презентация результатов эксперимента.

В отличие от первого этапа эксперимента, где обучающиеся как бы играя начинают формировать знания и умения по физическому эксперименту, второй этап предполагает более серьезную работу: непосредственное изучение физических основ для конструирования моделей и решения реальных задач. «Игра» с конструктором отходит постепенно на второй план, что позволяет обучающимся с каждым годом посещения курса образовательной робототехники усваивать первичные физические понятия и величины, принципы действия технических устройств, и на этой основе сформировать знания и умения по физическому эксперименту, которые могут быть применены непосредственно в учебном процессе на уроках физики, так и в других дисциплинах.

Еще одним существенным отличием является то, что для 5-х и 6-х классов вводилась дифференциация: обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) присутствовали только в контрольных группах.

Результаты «базового» этапа (Рис.28а) представляют собой обобщенные данные по выполнению всех заданий для каждого из простых механизмов: рычаг, колесо и ось, блок, наклонная плоскость, клин, зубчатая передача, кулачок и храповой механизм с собачкой.

Это показывает на уровень сформированности знаний и умений по каждому из простых механизмов, для детального анализа необходимо вернуться к маршрутным листам обучающегося, и рассмотреть его динамику в частном порядке.

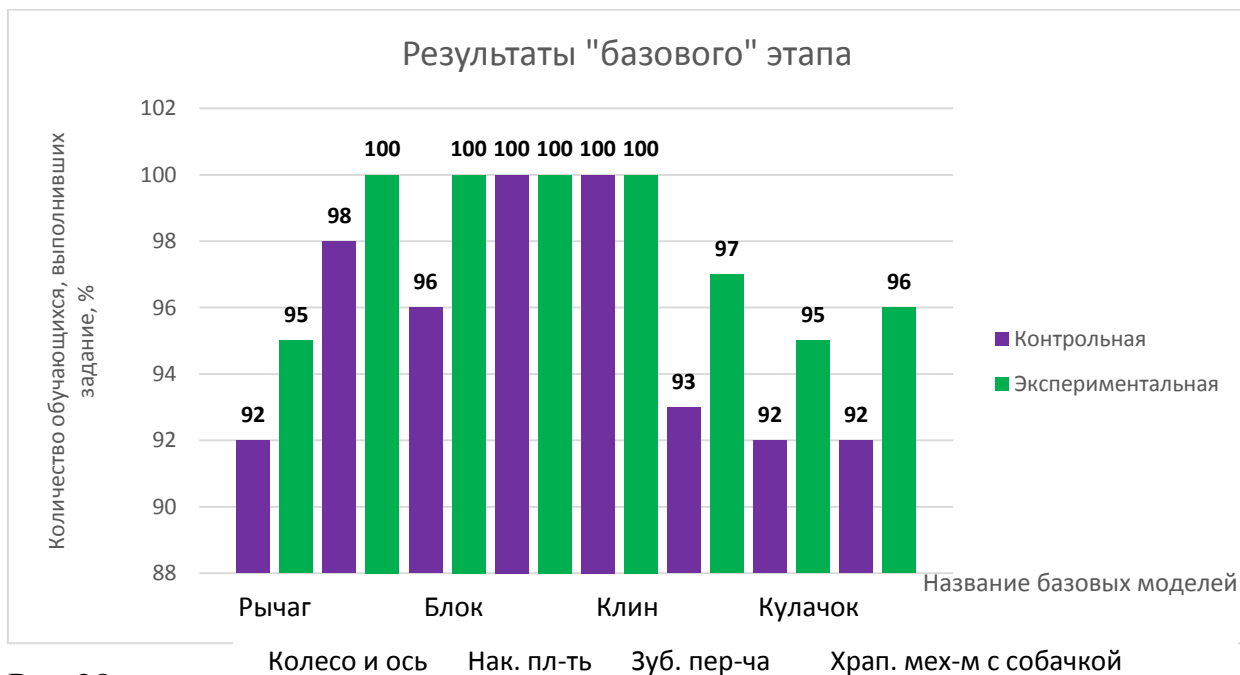


Рис.28а

Как видно из диаграммы уровень сформированности базовых знаний и умений по работе с простыми механизмами высок, как и в контрольной, так и в экспериментальной группах, несмотря на то, что в контрольных группах присутствовали обучающиеся с ОВЗ. Для таких школьников необходимо больше времени для анализа полученных знаний и умений, большее количество повторений пройденного материала. С другой же стороны, такие обучающиеся способны сохранять качественно изученный материал на длительный период, а, следовательно, в 7 классе при изучении физики, они способны воспользоваться на занятиях остаточными знаниям по физическим понятиям и принципам действия простых механизмов.

Результаты выполнения заданий «повышенной» сложности на занятиях по робототехнике представлены на рисунке 28б. На данном этапе обучающиеся показали результаты ниже, чем на базовом этапе. Такое различие (10%) обусловлено затруднениями в устном математическом счете и не точными объяснениями в качественных заданиях. Обучающимся было предложено рассчитать выигрыш от применения простого механизма:

1 – рычаг, 2 – колесо и ось, 3 – блок, 4 – наклонная плоскость, 5 – клин, 6 – винт.



Рис.28б

Для обучающихся с ОВЗ большее затруднение составляет производить расчет выигрыша от применения простого механизма, даже с предложенной упрощенной формулой, но на качественных заданиях обучающиеся показывают хороший высокий стабильный результат.

Кроме того, обучающиеся и контрольной, и экспериментальной групп на данном этапе самостоятельно предлагают различные модификации базовых моделей (не заданных в маршрутном листе), выдвигают гипотезы по результатам эксперимента.

Последний 3 этап нашего педагогического эксперимента предполагает «творческое конструирование», на котором обучающиеся решают реальные задачи т.е. конструируют технические устройства, опирающиеся на принцип действия простых механизмов: 1 – рычажные весы, 2 – башенный кран, 3 – пандус, 4 – гоночный автомобиль, 5 – катапульта, 6 – ручная тележка, 7 – лебедка, 8 – карусель, 9 – наблюдательная вышка, 10 – мост.

Результаты «творческого» этапа представлены на рисунке 28в.

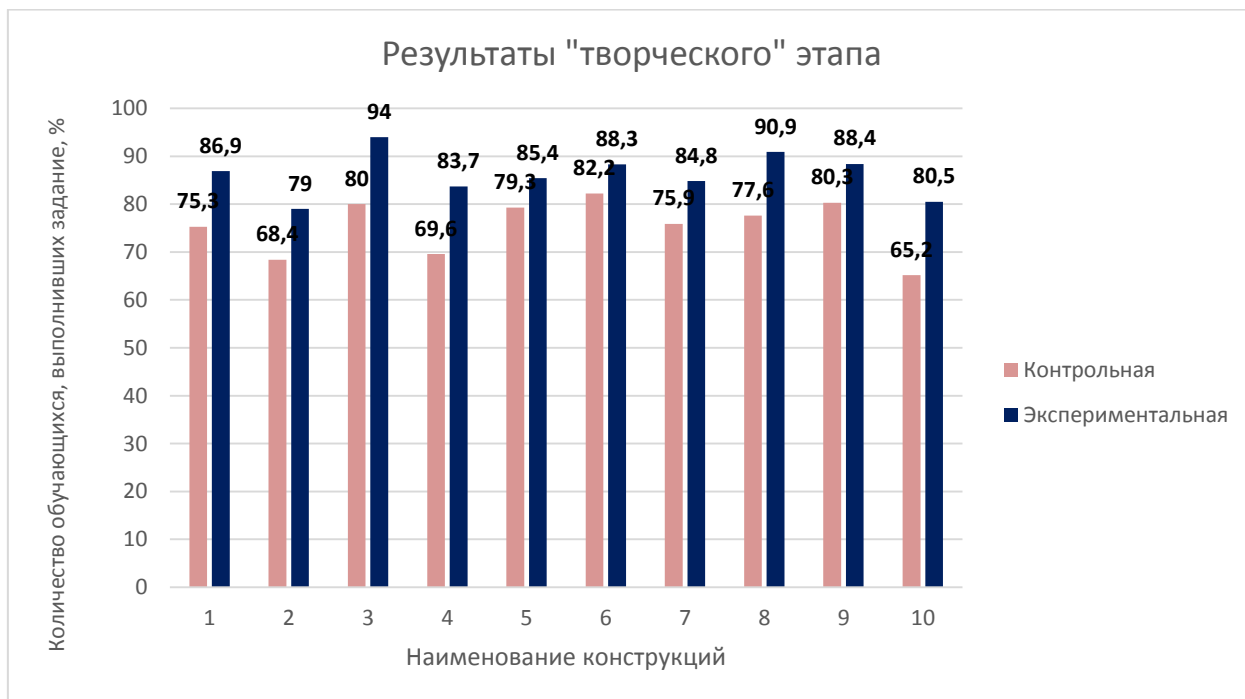


Рис. 28в

Данная диаграмма наглядно показывает, что решение реальных задач остается на невысоком уровне относительно с базовыми и повышенными уровнями сложности. По результатам опроса только 73,14% готовы к решению заданий творческого конструирования, из них 60,7% готовы приступить к решению с поддержкой учителя.

В качестве проверки полученных результатов, мы предлагаем статистику выполнения лабораторных работ 7-х классов, смежных по теме с моделями из курса робототехника, в период с 2015 по 2017 учебный год: 1) измерение времени (Рис.29а); 2) измерение массы тела на рычажных весах (Рис.29б); 3) изучение условия равновесия рычага (Рис.29в); 4) измерение КПД при подъеме тела по наклонной плоскости (Рис.29г).

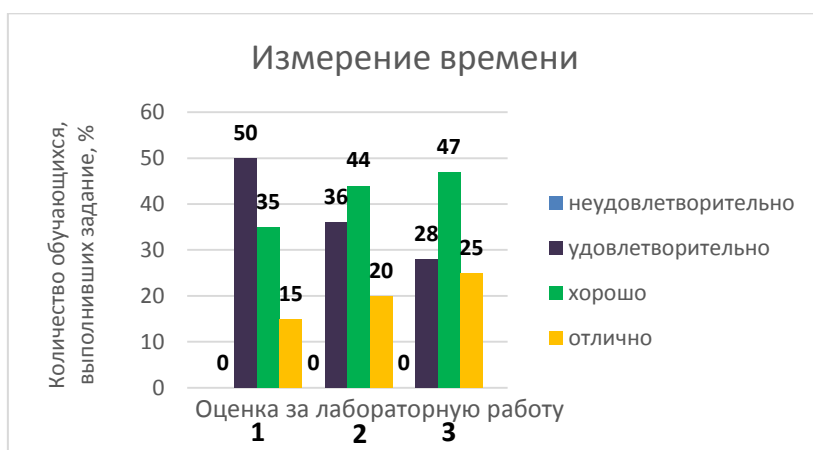


Рис.29а

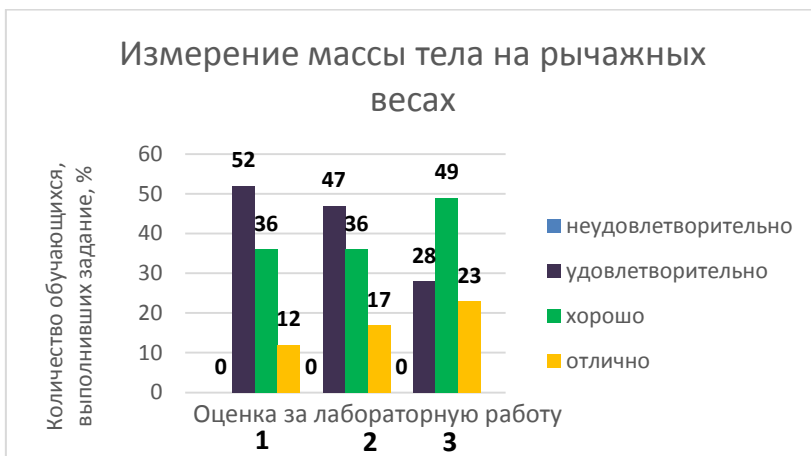


Рис.29б

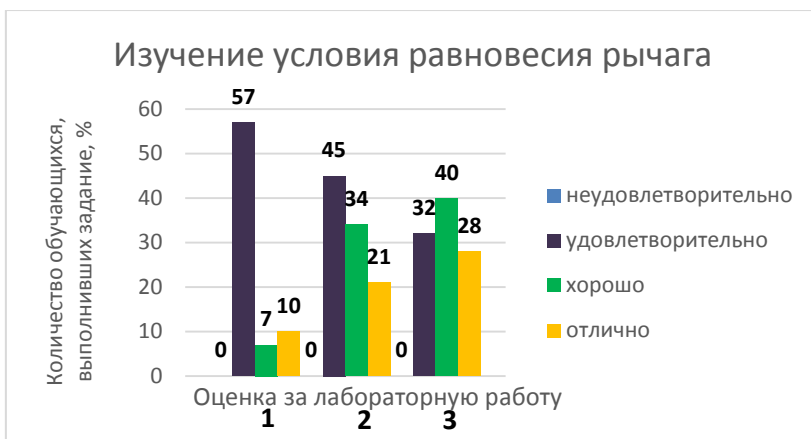


Рис.29в

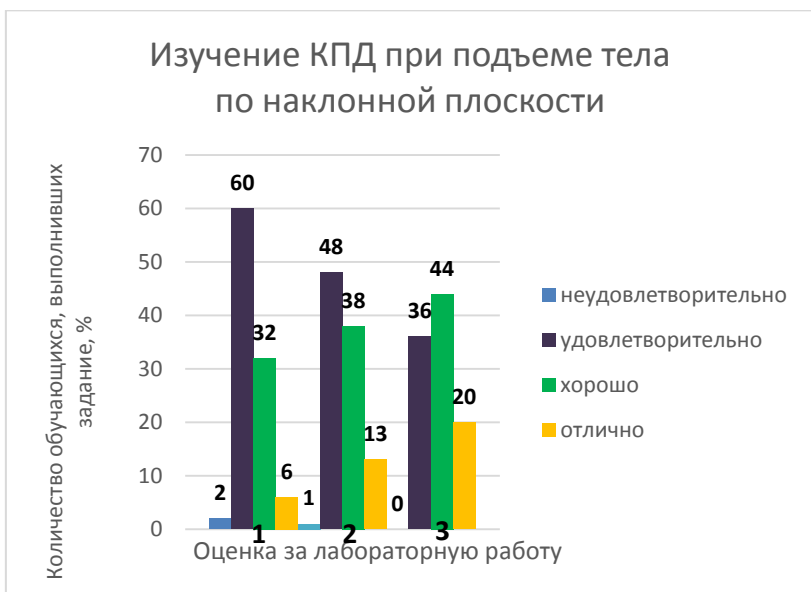


Рис.29г

На данных график наглядно видно, что процент качественного выполнения возрастает с учетом количества лет посещения образовательной робототехники (1 – не посещали, 2 – посещали 1 год (5 или 6 класс), 3 – посещали 2 года (5 и 6 класс)).

На основе этих результатов можно сделать вывод о том, что у обучающихся в процессе внеурочной деятельности формируются знания и умения по физическому эксперименту.

3.3. Проверка достоверности сформулированных выводов

Критерий Макнамары

Этот критерий предназначен для работы с данными, полученными в самой простой из номинальных – дихотомической шкале, допускающей два типа ответов – «да» или «нет» (кодируются цифрами 1 и 0 соответственно).

Экспериментальные данные (или данные опроса), полученные педагогом в результате двукратного опроса, записываются в четырехпольную таблицу формата 2x2 (таб.3):

Таблица 3

		Второй опрос	
		Да	Нет
Первый опрос	Да	A	B
	Нет	C	D

Поля в этих таблицах заполняются числами:

A – количество обучающихся, которые до и после эксперимента ответили «да».

B – количество обучающихся, которые до эксперимента ответили «да», а после эксперимента – «нет».

C – количество обучающихся, которые до эксперимента ответили «нет», а после эксперимента – «да».

D – количество обучающихся, которые до и после эксперимента ответили «нет».

Расчет эмпирического значения $M_{эмп}$ критерия производится (для $B \neq C$) следующим образом:

а) если $B+C=n \leq 20$, то $M_{эмп}$ находится по таблице $M(n,m)$, где $m=\min(B,C)$.

б) если $B+C > 20$, то $M_{эмп}$ вычисляется по формуле

$$M_{эмп} = \frac{(B-C)^2}{B+C}$$

При $B=C$ рекомендуется использовать χ^2 -критерий.

Опишем алгоритм применения критерия Макнамары следующей схемой (Рис.30):

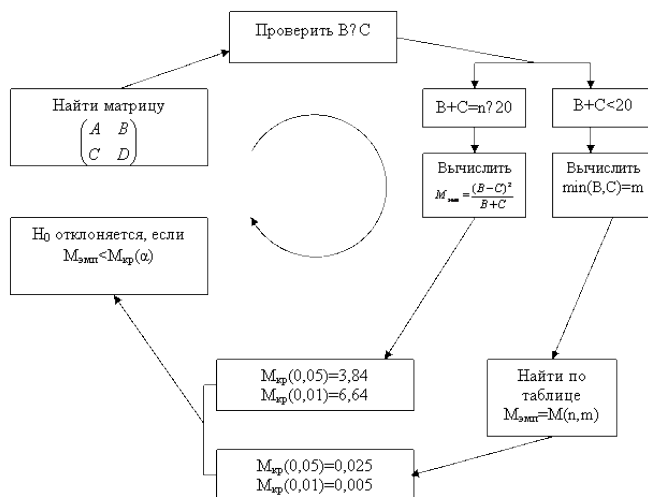


Рис.30

Нулевая гипотеза $H_0 = \{\text{различие значений исследуемого показателя до и после эксперимента не существенно}\}$; альтернативная гипотеза — $H_1 = \{\text{различие показателя до и после эксперимента существенно}\}$ [4].

В качестве нулевой гипотезы H_0 примем гипотезу: занятия по робототехнике положительно влияют на формирование экспериментальных умений у обучающихся.

Альтернативная гипотеза H_1 : занятия по робототехнике не влияют на формирование экспериментальных умений у обучающихся.

Построим четырехпольную таблицу результатов (таб.4):

Таблица 4

		Второе тестирование	
		Справились	Не справились
Первое тестирование	Справились	A=7	B=7
	Не справились	C=3	D=3

По условию $B+C=n \leq 20$ находим то $M_{эмп}$ по таблице $M(n,m)$, где $m=\min(B,C)$.

Для нашего случая критическое значение равно 7,815.

Так как условие нулевой гипотезы H_0 не выполняется, т.е. $M_{экс} < M_{кр}(\alpha)$, следовательно, отвергается гипотеза H_1 .

Критерии, оценивающие сформированности знаний и умений по физическому эксперименту

1. Коэффициент полноты усвоения знаний мы вычисляли по формуле:

$$\bar{K} = \frac{\sum_i^N n_i}{nN},$$

здесь n – количество элементов знаний, подлежащих усвоению; n_i – количество элементов, усвоенных i -м учащимся; N – количество обследованных учащихся. Коэффициент полноты выполнения контрольных заданий рассчитывался по аналогичной формуле (n – количество контрольных заданий, n_i – количество заданий, выполненных i -м учащимся).

2. Коэффициент полноты выполнения действий (при проверке сформированности экспериментальных умений)

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=v}^N p_i}{pN},$$

где p – количество действий, подлежащих выполнению; p_i – количество действий, выполненным i -м учащимся; N – количество обследованных учащихся.

Приведенные выше критерии позволяют судить об эффективности формирования знаний и умений по физическому эксперименту обучающихся во внеурочной деятельности.

Результаты полноты усвоения знаний и полноты выполнения действий представлены в таблице 5.

Таблица 5

Группа	Количество обучающихся	Количество годов обучения	Количество выполненных заданий / Количество заданий на различных уровнях			Коэффициент полноты усвоения знаний, \bar{K}			Коэффициент полноты выполнения действий, \bar{P}		
			Базовый	Повышенный (развитие)	Творческий	Базовый	Повышенный (развитие)	Творческий	Базовый	Повышенный (развитие)	Творческий
Контрольная	56	1	50 / 54	6 / 8	7 / 10	0,017	0,013	0,013	0,017	0,012	0,012
Экспериментальная	48	1	52 / 54	7 / 8	8 / 10	0,019	0,018	0,017	0,019	0,018	0,017
Контрольная	52	2	52 / 54	7 / 8	8 / 10	0,018	0,017	0,015	0,017	0,016	0,016
Экспериментальная	43	2	53 / 54	8 / 8	9 / 10	0,023	0,023	0,021	0,023	0,023	0,020

Выводы по третьей главе

По данным проведенного педагогического эксперимента можно убедиться в том, что занятия в сфере образовательной робототехники в начальной и основной школе приводит к формированию знаний и умений у обучающихся начальной и основной школы, как по физическому эксперименту, так и по проектно-исследовательской деятельности.

С раскрытием содержания целей, задач и этапов конструирования в курсе образовательной робототехнике во внеурочной деятельности определяется значимая составляющая содержания политехнического обучения.

Проведена проверка гипотезы исследования. Доказана результативность разработанной модели пропедевтики по физическому эксперименту во внеурочной деятельности. Выявлена устойчивая положительная динамика полноты усвоения обучающимися экспериментальных знаний и умений

Заключение

LEGO роботы все больше проникают в образовательную среду, тем самым, прочнее связывая обучение с увлечением.

Внедрение робототехники во внеурочную деятельность в начальной и основной школе позволяет не только проводить пропедевтику дисциплин естественнонаучного цикла, но и осознанно формировать экспериментальные умения, а также заложить основы проектно-исследовательской деятельности.

Перенос начала изучения таких дисциплин как физика на более ранний возраст позволяет уменьшить риск отторжения учащимися сложного и объемного материала в основной школе. Посредством пропедевтических курсов с LEGO конструкторами обучающиеся с раннего возраста формируют «скелет» для удобного наложения на него основной массы науки в основной и средней школе. Это позволяет эффективно снизить временные затраты на обучение физическому эксперименту обучающихся.

Наша работа имеет практическую ценность, так как нами был разработан цифровой ресурс в помощь учителю в преподавании робототехники. Данный ресурс сформирован в виде сайта, в котором представлены несколько рабочих программ, методические рекомендации к конструированию моделей, документы, регламентирующие внеурочную деятельность учителя, а также статьи различных авторов по образовательной робототехнике.

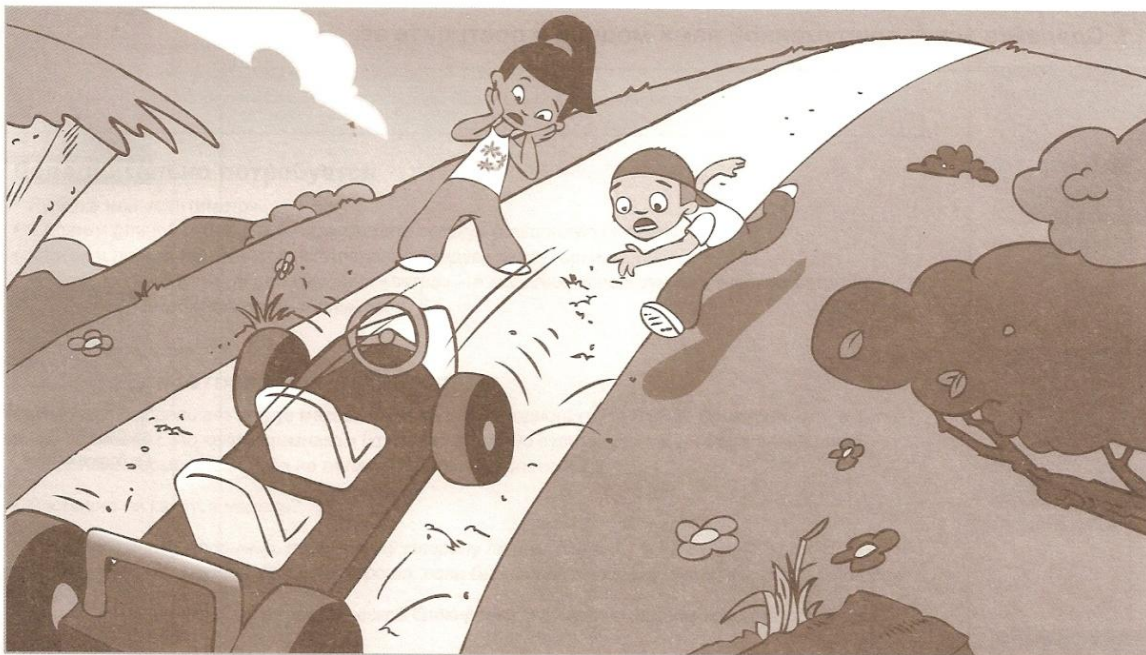
Библиографический список

1. Автоматизированные устройства. ПервоРобот. Книга для учителя. LEGO Group, перевод ИНТ. — 134 с.
2. Белиовская, Л. Г. Програмируем микрокомпьютер NXT в LabVIEW/ Л. Г. Белиовская, А. Е. Белиовский, — М: ДМК-пресс, 2013 г. – 196 с.;
3. Возобновляемые источники энергии. Книга для учителя. LEGO Group, перевод ИНТ. —122 с.
4. Грабарь, М.И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы / К.А. Краснянская. — М.:Педагогика, 1977 - 136с.
5. Ершов М.Г. Использование робототехники в преподавании физики // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. – 2012. - №8. – С.77-85.
6. Ершов М.Г. Робототехника как средство индивидуализации образовательного процесса по физике //Пермский педагогический журнал. – 2014. - №5. – С.104-109.
7. Зайцева, Н.Н. Образовательная робототехника в начальной школе: учеб.-метод. пособие / Т.А. Зубова, О.Г. Копытова, С.Ю. Подкорытова, В.Н. Харламов (рук.) и др. — Челябинск, 2012. — 192 с. : ил.
8. Злаказов, А.С. Уроки Лего-конструирования в школе: учебное пособие / А.С. Злаказов, Г.А. Горшков, С.Г. Шевалдина. — М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2013. — 120 с.
9. Индустрия развлечений. ПервоРобот. Книга для учителя и сборник проектов. LEGO Group, перевод ИНТ, — 87 с.
10. Интернет-сайт РКЦ г. Челябинска <http://do.rkc-74.ru/>, Сетевое сообщество Лего-педагогов Сладковского района;
11. ИНТ. Наборы LEGO ДАСТА для образовательной области «Технология» (<http://www.int-edu.ru/lego/catalog/techno.htm>).
12. Книга для учителя. Методическое пособие из набора «Технология и физика». LEGO Group, перевод ИНТ. — 178 с.;

13. Макарова, Н. В. Информатика: основы компьютерной грамоты. Начальный курс. — СПб.: Питер, 2000. — 143 с.;
14. Макарова Н.В. Информатика, 5–6-е классы. Начальный курс (2-е издание). — СПб.: Питер, 2003. — 160 с.;
15. Мирошина Т.Ф. «Образовательная робототехника на уроках информатики и физики в средней школе: пособие для учителя» / Л. Е. Соловьева, А. Ю. Могилева, Л. П. Перфирьева — Челябинск: Взгляд, 2011. — 150с.;
16. Никитина, Т.В. Образовательная робототехника как направление инженерно-технического творчества школьников [Текст]: учебное пособие / Т.В, Никитина. — Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2014. — 169 с.
17. Потапова, М. В. Пропедевтика как дидактическое условие преемственности в системе непрерывного физического образования. — Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 : Челябинск, 2001. — 278 с.
18. Савицкая, А.В. Дополнительное физическое образование в условиях лаборатории пропедевтики знаний и умений для обучающихся V-VI классов лицея : Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 : Челябинск, 2004. — 206 с.
19. Соколова А.А. «Пропедевтика знаний и умений по физическому эксперименту во внеурочной деятельности средствами конструктора LEGO» //Наука, образование, общество. – 2016. - №2 (8). – С.81-89.
20. Технология и информатика: проекты и задания. ПервоРобот. Книга для учителя. LEGO Group – М.:ИИТ. — 80 с.
21. Энергия, работа, мощность. Книга для учителя. LEGO Group, перевод ИИТ. — 63 с.
22. i-школа. ЛЕГО (<http://www.home-edu.ru/&r=class&p=robolab>).
23. LEGO Mindstorms Education. Перворобот NXT. Введение в робототехнику. – The LEGO Group, 2006.— 66 с.
24. LEGO MINDSTORMS NXT 2.0. Руководство пользователя. – The LEGO Group, 2009. — 64 с
25. <https://ru.wikipedia.org/wiki/LEGO>;
26. http://ru.wikipedia.org/wiki/LEGO_Mindstorms

27. <http://www.int-edu.ru/index.php> (Институт новых технологий).
28. <http://www.lego.com/ru-ru/> (Компания LEGO).
29. <http://education.lego.com/ru-ru?noredir=true> (Продукция LEGO)
30. <http://www.hitechnic.com/> (Компания Hitechnic)
31. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%CF%F0%E5%EF%E5%E4%E5%E2%F2%E8%EA%E0>

5.2 Ралли по холмам



Проблема

Дима и Катя сделали прекрасную двухместную машину, но оказалось, что толкать её на горку очень трудно.

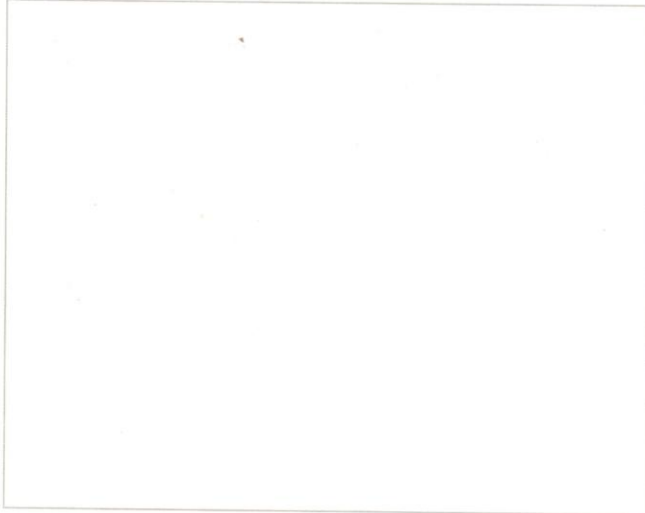
Как вы думаете, можно ли что-нибудь сделать, чтобы машина не скатывалась с горки обратно, когда Дима и Катя останавливаются перевести дыхание?

Инструкция по конструированию

Разработайте и сделайте такую машину, которая:

- может везти груз массой не менее 50 г (это приблизительная масса одного груза ЛЕГО);
- снабжена системой безопасности, предотвращающей скатывание обратно, но не мешающей ей катиться вперёд.

1. Сделайте эскиз придуманной вами модели и постройте её.

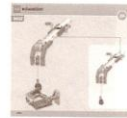


2. Назовите три самые важные части модели и объясните, как они работают.

3. Предложите три усовершенствования модели.

Нужна помощь?

Посмотрите следующие модели:



Большая рыбка



Свободное качение



Базовые модели по теме «Колёса»

Ралли по холмам

Цели занятия

Практическое применение знаний по темам:

- Колёса и оси
- Трение
- Храповые механизмы и зубчатые передачи (зубчатые колёса)
- Прогнозирование результатов и измерения
- Проверка работоспособности модели; основы безопасности механизмов

Дополнительно потребуется

- Рулетка или «сантиметр».
- 2 планки длиной около 1 м, чтобы сделать «горку» (наклонную поверхность).
- Картон и липкая лента – для изготовления пандуса вниз горки.
- Настольный вентилятор для создания «ветра» – в моделях, использующих энергию ветра.
- Пластилин – чтобы вылепить гонщиков.

Проверка работоспособности модели

- Сможет ли модель везти груз массой не менее чем у одного груза ЛЕГО? Проверьте это, а затем увеличьте груз. По каким признакам (критериям) можно судить, удачна ли модель? Машина не должна тормозиться, груз не должен тереться о колёса и т.д.

- Свободно ли катится модель?

Сделайте горку, например, подняв одну сторону планки длиной 1 м на высоту 30 см, и спустите с неё модель. Было бы хорошо, если бы модель смогла катиться и дальше по полу.

- Срабатывает ли функция автоматической блокировки скатывания задним ходом (в обратную сторону)?

Разверните модель носом вверх и поставьте так, чтобы она ничего не касалась. А теперь отпустите её. Осталась ли она на месте? Увеличивайте крутизну горки (наклона планки) до тех пор, пока модель не начнёт соскальзывать с неё. Чем круче будет горка в момент начала соскальзывания модели, тем лучше.

- Насколько безопасно и комфортно в вашей машине экстремального класса?

Вылепите из пластилина двух гонщиков и сделайте их «комбинезоны» очень гладкими. Затем аккуратно посадите их на кресла. Пусть машина катится с горки, пока сама не остановится. Посмотрите, нет ли на «комбинезонах» повреждений (царапин, вмятин и других отметин) – чем их меньше, тем лучше. Как гонщики перенесут удары во время ралли? И может ли ваша машина стать эффективной «скорой помощью»?

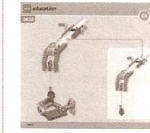
Дополнительные задания

- Используйте энергию ветра, чтобы помочь вытолкнуть машину на горку. Обеспечьте надёжное срабатывание системы блокировки скатывания модели назад на случай, если ветер вдруг стихнет.
- Внедорожник (вездеход): сможете ли вы соорудить джип, который преодолевает препятствия (линейки, карандаши или другие предметы, разложенные на его пути), взбираясь на гору?

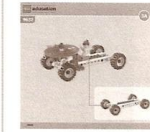
Полезный совет: сделайте на машине багажник.

Нужна помощь?

Посмотрите следующие модели:



Большая рыбка



Свободное качение



Базовые модели по теме «Колёса»

5.3 Магический замок



Проблема

Дима хочет хранить свои секретные документы под замком в специальном сундучке (сейфе). Но он знает, что Катя способна открыть практически любой замок, и к тому же она всегда не прочь сунуть нос в его секреты!

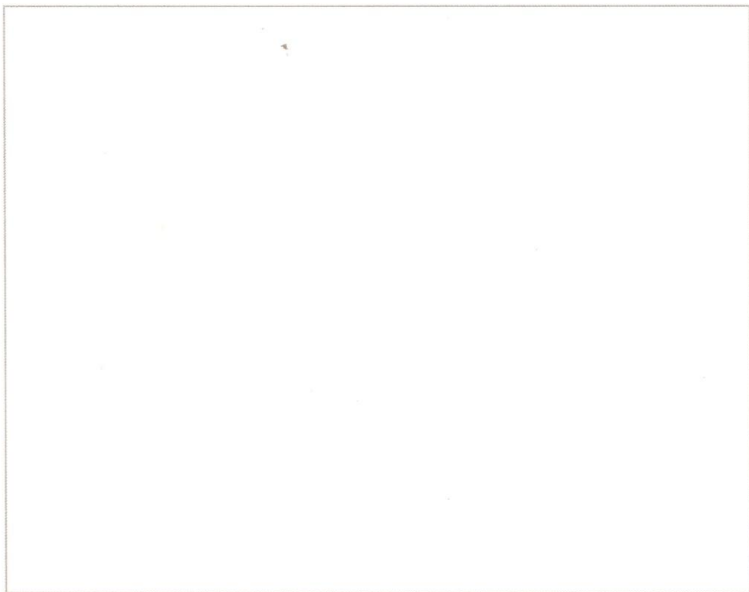
Сможете ли вы придумать такой замок «с секретом», который бы запирался без ключа?

Подсказка для конструирования

Придумайте и сделайте дверцу для сундучка:

- с секретным замком или защёлкой;
- которую можно запирать и отпирать, только приложив магнит к нужному месту.

1. Сделайте эскиз придуманной вами модели и постройте её.



2. Назовите три самые важные части модели и объясните, как они работают.

3. Предложите три усовершенствования модели.

Нужна помощь?
Посмотрите следующие модели:



Магнитный цирк



Почтовые весы



Базовые модели по теме «Рычаги»

Магический замок

Цели занятия

Практическое применение знаний по темам:

- Магниты и различные материалы
- Рычаги
- Наблюдения и исследования моделей
- Проверка работоспособности модели; основы надёжности механизмов

Дополнительно потребуется

- Картон.
- Ножницы.
- Липкая лента.
- Доброволец из другой группы – для независимой проверки замка.

Проверка работоспособности

- Можно ли открыть дверцу, если замок «заперт»?

Заприте дверцу и уберите магнит-ключ. А теперь попробуйте её открыть, но не сломайте при этом. В конце концов, это – только опытный образец!

- Легко ли отпирается дверца?

Поместите магнит в нужное место и откройте дверцу. Чем легче она открывается, тем лучше.

- Насколько надёжен замок?

Заприте замок, отпирите его и откройте дверцу – 5 раз подряд. Ну и как она – в порядке? Продолжайте в том же духе! Чем больше раз сработает замок до поломки, тем лучше.

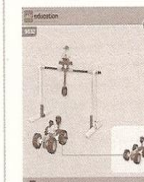
- Действительно ли у вас секретный замок?

Вызовите добровольцев из другой группы, и пусть они попытаются открыть дверцу (не подглядывая, как это делает хозяин сундучка). Чем меньше народу знает, как открыть замок, тем лучше!

Дополнительные задания

- Прodelайте замочную скважину для магнитного ключа, который отпирает или запирает защёлку, когда его поворачивают.
- Сделайте прочную коробку из картона или из дополнительных кирпичей ЛЕГО.
- Придумайте замок, открыть который можно только при наличии двух ключей.

Нужна помощь?
Посмотрите следующие модели



Магнитный цирк



Почтовые весы



Базовые модели по теме «Рычаги»

5.4 Почтовая штемпельная машина



Проблема

Слишком ветрено, чтобы играть на улице, поэтому Катя отправилась на почту, чтобы помочь ставить штемпели на письма. От такой работы девочка сильно устала, у неё даже заболела рука, и она задумалась о том, как бы заставить ветер «работать»!

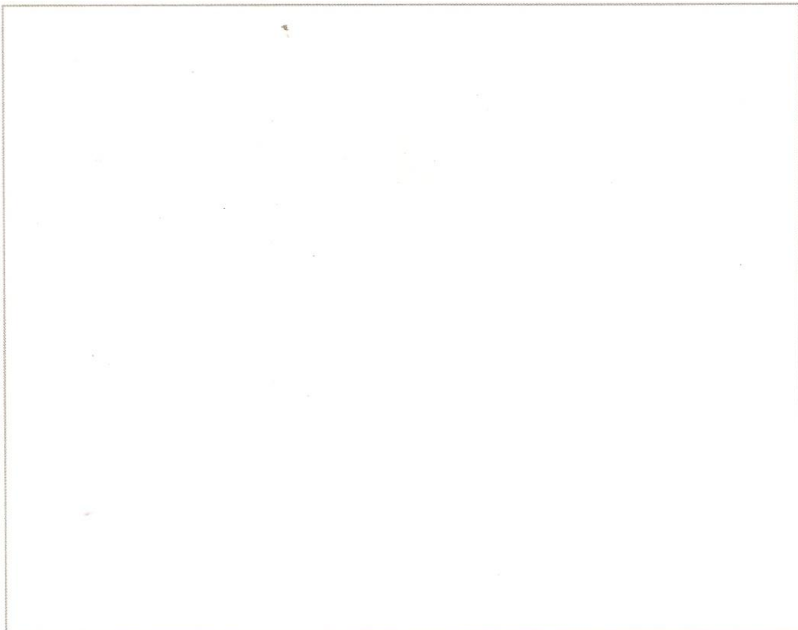
А вы можете помочь Кате найти способ использовать энергию ветра?

Инструкция по конструированию

Придумайте и сделайте штемпельную машину, использующую для работы энергию ветра, которая:

- может ставить штампы на тонкой бумаге (чем больше штампов машина сможет поставить за одну минуту, тем она лучше);
- приводится в действие «ветром» от настольного вентилятора, установленного на расстоянии 1 м от нее.

1. Сделайте эскиз придуманной вами модели и постройте её.



2. Назовите три самые важные части модели и объясните, как они работают.

3. Предложите три усовершенствования модели.

Почтовая штемпельная машина

Цели занятия

Практическое применение знаний по темам:

- Возобновляемая энергия
- Рычаги
- Кулачки (эксцентрики)
- Зубчатые колёса и передачи
- Наблюдения, усовершенствования моделей и измерения параметров
- Проверка работоспособности модели; основ безопасности механизмов

Дополнительно потребуется

- Бумага.
- Ножницы.
- Липкая лента.

Проверка работоспособности модели

- Работает ли ваша модель при наличии «ветра»?

Включите вентилятор, расположенный на расстоянии 1 м, и проверьте, двигается ли механизм.

- Действительно ли устройство ставит штампы?

Нарежьте несколько листов бумаги – это будут «письма». Простемпелюйте половину «писем» при помощи своей модели. Затем отдайте кому-нибудь все «письма». Смогут ли он (или она) определить, где есть штамп, а где его нет?

- Какова производительность модели?

- Определите скорость штемпелевания. На сколько писем машина сможет поставить штамп за одну минуту, находясь на расстоянии 1 м от вентилятора?

Чем больше будет таких писем, тем лучше!

- Насколько эффективен ветровой движитель?

На каком максимальном расстоянии от вентилятора модель будет продолжать работать? Чем больше это расстояние, тем эффективнее модель.

- Насколько созданное устройство безопасно?

Проверьте, может ли устройство случайно ушибить ваши пальцы? Если модель безопасна, то с ней легко работать, а риск получить травму невелик.

Дополнительные задания

- Соорудите специальный конвейер, чтобы доставлять «письма» прямо под штамп.
- Сделайте из старого ластика штамп и нанесите на него надписи шариковой ручкой. Можете ли вы сделать эту надпись зеркальной, чтобы отпечаток получался «нормальным»? Сколько штампов удастся поставить до того, как надпись потребует освежить?
- Придумайте и сделайте систему, автоматически сообщающую вам, сколько штампов было поставлено.

Нужна помощь?

Посмотрите следующие модели:



Механический молоток



Ветряная мельница



Базовые модели по теме «Рычаги и зубчатые передачи»

Нужна помощь?

Посмотрите следующие модели:



Механический молоток



Ветряная мельница



Базовые модели по теме «Рычаги и зубчатые передачи»



Проблема

Бабушка боится пользоваться электрическим миксером, но, взбивая венчиком яйца для оладий и тортов вручную, она сильно устаёт. Неужели нет лучшего способа делать тесто?

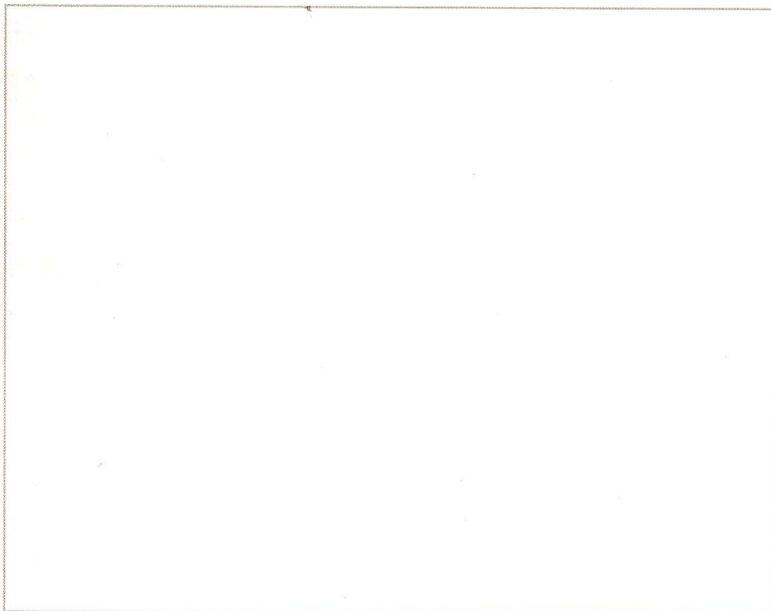
Можете ли вы помочь Диме и Кате придумать, как облегчить труд бабушки?

Инструкция по конструированию

Придумайте и сделайте ручной механический миксер:

- легкий и удобный в работе;
- которым действительно можно сбивать яйца;
- венчики которого вращаются гораздо быстрее, чем вы крутите ручку;
- венчики находятся не ближе 10 см от вашей руки.

1. Сделайте эскиз придуманной вами модели и постройте её.

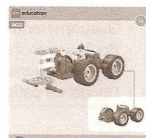


2. Назовите три самые важные части модели и объясните, как они работают.

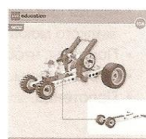
3. Предложите три усовершенствования модели.

Нужна помощь?

Посмотрите следующие модели:



Уборочная машина



Инерционная машина



Базовые модели по теме «Зубчатые передачи и системы блоков»

Ручной миксер

Цели занятия

Практическое применение знаний по темам:

- Зубчатые передачи и/или системы блоков
- Энергетический выход
- Достоверность оценки
- Зубчатые колёса и передачи
- Проверка работоспособности модели; основы безопасности механизмов

Дополнительно потребуется

- Линейка.
- Секундомер.
- Ножницы.
- Чашки или небольшие миски, наполовину наполненные тёплой водой, и несколько капель жидкого моющего средства.
- Поддоны, чтобы собирать брызги.
- Добровольцы из другой группы для «независимой» проверки миксеров.
- Полотенца.

Проверка работоспособности

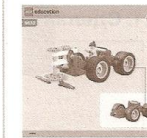
- Безопасность превыше всего: как близко находятся ваши руки от вращающихся венчиков (насадок)?
Удерживая миксер на весу, вращайте рукоятку. Линейкой измерьте минимальное расстояние между рукой и венчиком. Оно не должно быть меньше 10 см.
- Насколько быстро крутятся венчики?
Поверните рукоятку на один оборот. Подсчитайте, сколько оборотов при этом сделают венчики – чем больше, тем лучше. Чтобы миксер работал эффективно, венчики должны вращаться как минимум в 5 раз быстрее рукоятки.
- Насколько хорошо работает миксер? Какая у него эффективность?
Чтобы результаты испытаний были достоверными, необходимо обеспечить одинаковые условия их проведения: каждый миксер должен смешать одинаковое количество воды и моющего средства за одно и то же время. Поставьте добровольных контролёров перед чашами, в которых будете тестировать модели (на поверхности воды НЕ ДОЛЖНО БЫТЬ ПЕНЫ). Запустите секундомер и начните контрольное взбивание. Через одну минуту остановитесь. Очень быстро измерьте высоту шапки пены (пока она не осела) – чем она выше, тем эффективнее миксер.
- Насколько удобно, легко и безопасно работать с миксером?
Подсчитайте, сколько раз вам пришлось перехватить миксер рукой (по оставшимся отпечаткам) – чем больше отпечатков, тем неудобнее пользоваться миксером. Попросите добровольцев оценить, насколько легко было работать (1 – чрезвычайно трудно, 5 – очень легко). Сколько случилось нестандартных ситуаций – чем меньше, тем лучше! Самый эффективный миксер произведёт пены больше всех и быстрее всех, и будет самым лёгким и удобным в работе.

Дополнительные задания

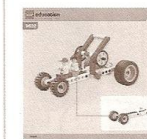
- Сделайте сверхбезопасный миксер, механизм которого начинает «проскальзывать», если в венчики попали пальцы или кошечка.
- Превратите его в тестомешалку! Для этого венчики должны вращаться медленнее, чем рукоятка, настолько, насколько это возможно. Проведите испытания в реальных условиях – с мукой и водой.
- А сможете ли вы переделать этот миксер в стиральную машину? Сделайте стиральную машину с верхней загрузкой. Вырежьте маленькие квадратики из ткани, испачкайте их, например, каким-нибудь соусом. При вращении рукоятки в одну сторону венчики должны вращаться вперёд-назад.

Нужна помощь?

Посмотрите следующие модели:



Уборочная машина



Инерционная машина



Базовые модели по теме «Зубчатые передачи и системы блоков»

3.6 Почтовые весы

Учебные цели

- Освоить измерение массы.
- Тренировать навык калибровать шкалы.
- Провести «научные» исследования.

Конструирование и технология

- Использование механизмов – рычагов и шестерен.
- Сборка деталей.
- Тестирование моделей перед внесением улучшений.

В технический словарь

- эффективность
- равновесие (балансировка)
- точность (измерений)
- калибровка (градуировка)
- шкала
- сброс показаний
- масса нетто

Дополнительно потребуется

- Маркеры для маркерной доски, чтобы разметать шкалу.
- Ножницы, маркеры или карандаши, использованные конверты, бумага и липкая лента, чтобы сделать письма и почтовые марки.
- Несколько небольших предметов весом менее 150 г.
- Небольшой мешочек с одинаковыми монетами.
- Лёгкая пластмассовая чашка.
- Сосуд с делениями (мерный стакан).
- Вода.

УСТАНОВЛЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ

Дима и Катя организовали у себя в школе почтовое отделение и при нём службу доставки. Они собираются писать письма и отправлять их всем своим школьным друзьям.

Чтобы сделать всё «взаправду», Катя придумала очень красивые почтовые марки. Она с удовольствием взвешивает все письма и определяет, какую марку к какому письму приклеить.

Дима тоже хочет воспользоваться почтой, чтобы отправить Свете большую бандероль – у неё скоро день рождения. Он обернул подарок и хотел было приклеить марку для бандероли, но ... похоже, что почтовые весы не справятся с таким большим грузом.

Каким образом Дима и Катя решат эту проблему? Они хотят быть уверенными, что приклеили нужную марку и подарок Свете будет доставлен.

Как Кате сделать надёжную и удобную систему для определения разницы в массе писем и бандеролей, которые одноклассники приносят для отправки? Помогите ей!



КОНСТРУИРОВАНИЕ

Постройте сортировщика писем
(технологические карты 6А и 6В, с. 11, этап 20)

Точная настройка сортировщика

Рычаг должен поворачиваться без затруднений и каждый раз возвращаться в исходное положение. Если он «залипает», проверьте, не слишком ли туго затянуты втулки осей. Сдвигая противовес дальше от оси или ближе к ней, найдите положение, в котором указатель остановится на «нуле» шкалы.



Разметьте шкалу маркером для маркерной доски или вырежьте из бумаги копию и наложите её поверх пластиковой шкалы.



Полезный совет
Чтобы сортировщик писем работал точно, его необходимо тщательно отрегулировать.

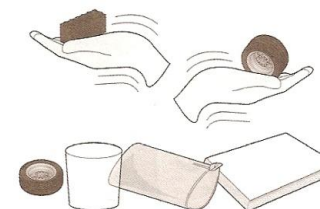
Знаете ли вы?
Хотя собранное вами устройство довольно сложное, оно представляет собой рычаг первого рода.

Письмо своим весом создаёт усилие, поднимающее противовес. А можете ли вы определить местоположение точки опоры рычага или оси его вращения?

РЕФЛЕКСИЯ

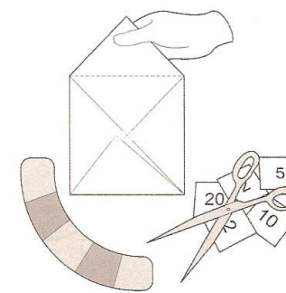
Рука соперничает с механизмом

Расположите 5 приготовленных вами предметов, включая большое колесо с шиной (16 г) и ЛЕГО-груз (53 г), в порядке возрастания их массы – как вам кажется – «на глаз». Оцените массу этих предметов и запишите. А затем взвесьте их. Насколько точны были ваши оценки? Удалось ли вам расположить их в правильном порядке?



Школьное почтовое отделение

Ежедневно или еженедельно дети проявляют чудеса активности в школьном почтовом отделении, так помогите же им! Сделайте сами конверты и упаковки, напишите письма. Придумайте свои марки и начинайте взвешивание.



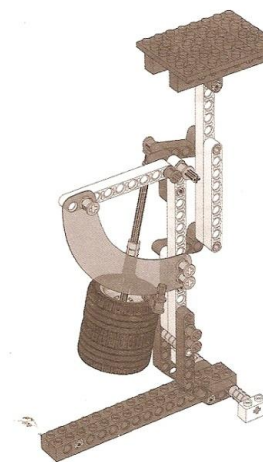
Определение большой массы

Как можно взвесить упаковку – массой больше 150 г?

Спросите у ребят и запишите их идеи.

Постройте модель (с. 11, этап 21) и наденьте второе колесо на ось противовеса. Теперь нужно откалибровать новую чистую шкалу или перекалибровать голубую пластиковую.

Определите, какие предметы самые тяжёлые. Сможете ли вы выделить два различных предмета с примерно равными массами?



Полезный совет
Как правило, мы точнее оцениваем массу тяжёлых предметов, чем лёгких. А механизм почти всегда точнее наших оценок.

Полезный совет
Сдвиньте противовес выше по оси. При этом может потребоваться переустановить и указатель. В результате более лёгкие предметы, например письма, будут смещать рычаг дальше по шкале. Но вам придется откалибровать (проградировать) новую чистую шкалу в каких-либо единицах: рублях, копейках... или изготовленных вами «марках».

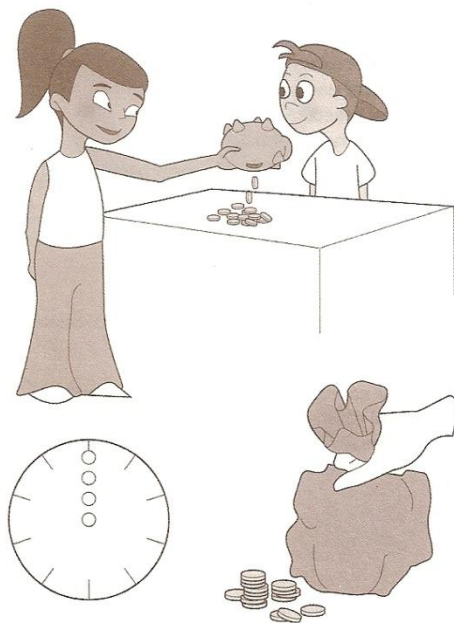
РАЗВИТИЕ

Мешочек с монетами

Найдите решение: действительно ли это самый быстрый способ сосчитать большое количество одинаковых монет?

Постройте последнюю модель с вращающимся указателем (с. 16, этап12).

Начните измерения, установив чистую шкалу. Взвесьте 5, 10, а затем 20 монет, отмечая положение указателя на шкале. Остальные шкалы проградуируйте в фунтах, евро или др. А теперь проверьте, как работает модель, взвесив «денежный мешок» или просто горстку монет.



Умный сортировщик

Найдите решение: а что, если мы захотим узнать, сколько весит жидкость без ёмкости, или шоколад без упаковки, ... или монеты в копилке? Спросите у детей, нет ли у них идей, как вернуть указатель обратно на нулевую отметку шкалы, то есть сбросить показания.

Для начала мы должны скомпенсировать («вычесть») вес контейнера.

1. Нарисуйте или вырежьте копию градуированной круглой шкалы, прикрепите её к шкале на модели и установите указатель на нулевую отметку.
2. Поставьте на лоток сортировщика пластиковую чашку.
3. Переведите указатель обратно на нулевую отметку. При помощи сосуда с делениями отмерьте 100 мл воды.
4. Вылейте воду в чашку – указатель покажет 100 граммов! Установив указатель снова на нуль, вы скомпенсировали вес чашки. Таким образом, вы измерили вес нетто воды в чашке (то есть только вес содержимого).



Почтовые весы

Имя, Фамилия: _____

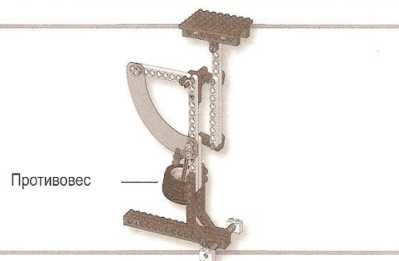
Как Катя сделает свою надежную и удобную систему для определения разницы в весе писем и бандеролей, которые одноклассники приносят для отправки? Помогите Кате!



Постройте сортировщика писем

(технологические карты 6А и 6В, с. 11, этап 20)

- Рычаг должен поворачиваться без затруднений. В противном случае ослабьте втулки осей и удостоверьтесь, что все остальные элементы конструкции плотно подогнаны друг к другу.
- Чтобы переустановить указатель, сдвиньте противовес вдоль его оси.

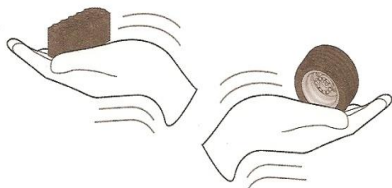


Рука соперничает с механизмом: что лучше?

- Расположите 5 предметов в порядке возрастания их веса (массы).
- Занесите их названия в таблицу.
- Сначала оцените их массу.
- А затем взвесьте их все.

Идея

Когда будете оценивать массу предметов, в другой руке для сравнения держите колесо или ЛЕГО-груз, масса которых известна.



53 г



16 г

	Предметы	Моя оценка	Мои измерения
1		г	г
2		г	г
3		г	г
4		г	г
5		г	г

Денежный мешок

Постройте модель с чистой шкалой (технологическая карта 6В, с. 16, этап 12).

- Взвесьте 5, 10 и 20 одинаковых монет.
- Проградуируйте шкалу в «монетах».
- Сначала прикиньте, а затем взвесьте «денежный мешок» и по шкале определите, сколько в нём монет.
- Пересчитайте монеты – насколько точной была ваша оценка?

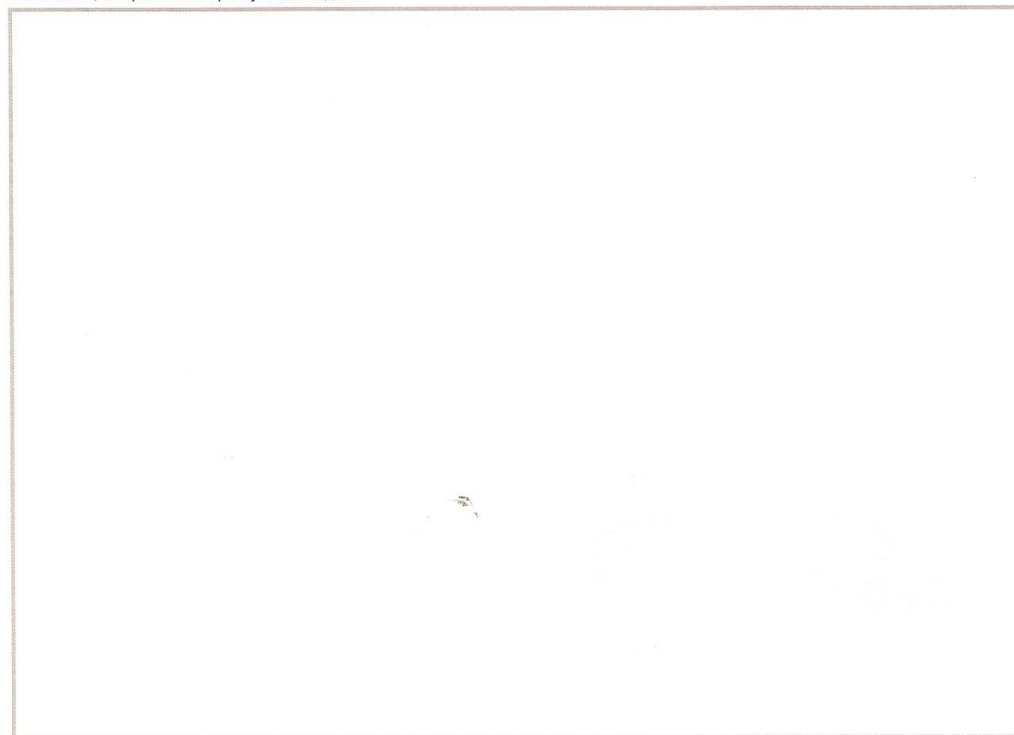


Мои предположения	Мои измерения	Мои подсчёты

Моё замечательное устройство для взвешивания

Нарисуйте конструкцию своего устройства для взвешивания и дайте ей имя.

Объясните, как работают три лучшие модели.



3.7 Таймер

Учебные цели

- Освоить измерение времени.
- Закрепить понятия:
 - трения;
 - энергии;
 - количества движения (импульса).
- Провести «научные» исследования.

Конструирование и технология

- Сборка деталей.
- Использование механизмов – зубчатых колёс (шестерен).
- Тестирование перед внесением улучшений (перед модификацией).
- Знакомство с управляющими механизмами.

В технический словарь

- маятник
- точность (измерений)
- калибровка
- шкалы
- период колебаний
- потенциальная и кинетическая энергия
- трение
- регулятор хода (часов)

Дополнительно потребуется

- Ножницы.
- Маркеры или карандаши.
- Секундомер или таймер.

УСТАНОВЛЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ

Дима и Катя смотрели по телевизору Олимпийские игры и заспорили о том, что значит побить олимпийский рекорд. Они отправились в парк и решили трижды обежать вокруг старого дуба, стоящего на лужайке.

Катя бежала первой. Дима командовал: «На старт! Внимание! Марш!» и одновременно с командой «Марш!» нажал кнопку своего наручного секундомера. Но вот беда – он нажал слишком сильно, и секундомер сломался.

Как же теперь ребятам узнать быстро ли они пробегут вокруг дуба?

Сможете ли вы сделать таймер, который поможет засекаать время забегов и будет показывать, что прошла 1 минута?

Придумайте его!



КОНСТРУИРОВАНИЕ

Соберите таймер

(технологические карты 7А и 7В, с. 15, этап 27)
Установите груз в самый низ маятника.

Точная регулировка таймера

Что вы заметили при поднятии груза (когда завелили часы)?

Небольшое промежуточное зубчатое колесо отходит от оси маятника, в результате чего указатель (стрелка) не может вращаться (это очень похоже на то, как заводятся настоящие часы).

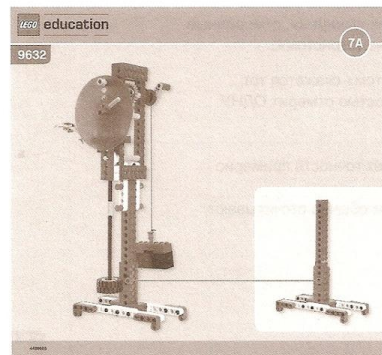
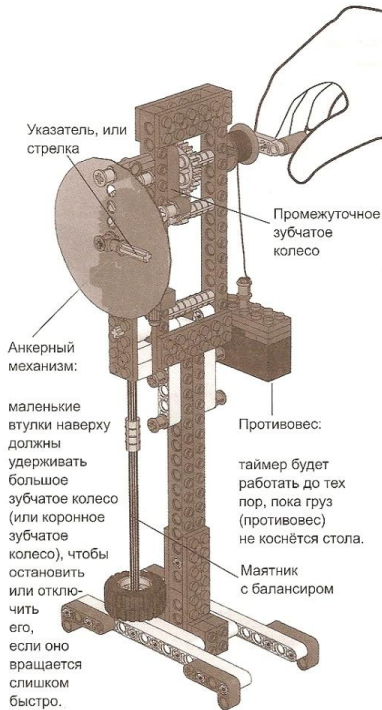
Запустите маятник. Что при этом происходит?

Как правило, при нескольких первых попытках маятник останавливается уже через несколько секунд. Ослабьте все втулки, которые могут быть затянуты слишком туго, и ещё раз тщательно установите регулятор хода. Остальные элементы конструкции надёжно затяните, чтобы обеспечить выравнивание осей.

Может ли таймер измерить целую минуту?

С помощью секундомера засекайте продолжительность работы таймера. Что вы при этом заметили?

Таймер заведён на три минуты. Но указатель (стрелка) делает оборот за каждые 15 секунд, то есть приходится запоминать количество полных оборотов, сделанных стрелкой, чтобы отмерить минуту.



ПРИМЕЧАНИЕ

Внимательно рассмотрите маятник и анкерный механизм.



Почему этот механизм называется регулирующим?

Аккуратно отожмите регулятор от большого зубчатого колеса. Заведите таймер и понаблюдайте, что произойдет.

Большое зубчатое колесо будет вращаться с максимальной скоростью. Регулирующий механизм предотвращает слишком быструю отдачу энергии, накопленной грузиком. Иногда эту часть механизма часов называют «регулятором» («стабилизатором»).

РЕФЛЕКСИЯ

Будет ли более короткий маятник двигаться (колебаться) медленнее?

Поднимите «колесо» выше по оси и ещё раз засекайте время.

Таймер работает быстрее – стрелка делает оборот за 10 секунд! Но более длинный маятник будет цепляться за стол.

Вывод: мы должны уменьшить скорость вращения стрелки за счёт понижения передачи.

Понижение передачи зубчатого механизма таймера

Перестройте модель таймера таким образом, как это описано на с. 16, этап 28, и снова произведите замеры. Для повышения точности измерений разметьте или вырежьте новую бумажную шкалу, рассчитанную на 1 минуту, если хотите сохранить свою исходную шкалу.

Теперь стрелка вращается гораздо медленнее. Один оборот она делает за 75 секунд, то есть в 5 раз медленнее.

Калибровка с точностью до одной минуты

Поднимая или опуская грузик (балансир), добейтесь того, чтобы стрелка делала один оборот ТОЧНО за одну минуту; время засекайте по секундомеру.

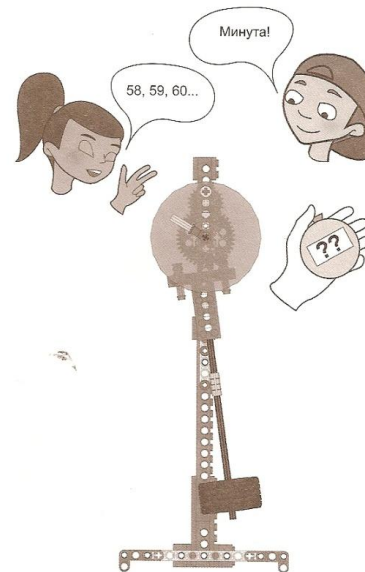
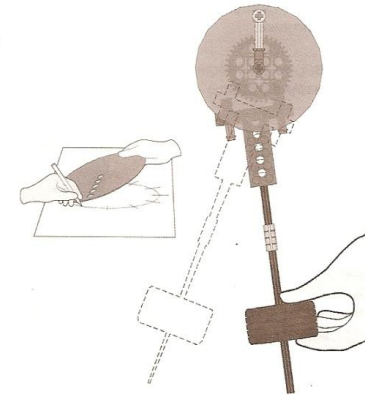
Действительно ли таймер гораздо точнее, чем «счёт до 60»?

Вам потребуется команда из трёх учеников, чтобы провести испытания:

1. «Счётчик» будет МЕДЛЕННО считать до 60 с закрытыми глазами.
2. «Хронометрист» подаст знак, когда стрелка покажет одну минуту на шкале ЛЕГО.
3. «Наблюдатель» будет ответственным за измерение фактического количества секунд, составляющих «минуты», отмеренные «Счётчиком» и «Хронометристом».

Лучшим «Хронометристом» окажется тот, кто с наибольшей точностью отмерит ОДНУ МИНУТУ.

Наш ЛЕГО-таймер имеет точность примерно 1 секунду!
Это гораздо точнее, чем обычно отсчитывают люди.



Полезный совет

Правильное положение грузика – примерно на середине оси.

Знаете ли вы?

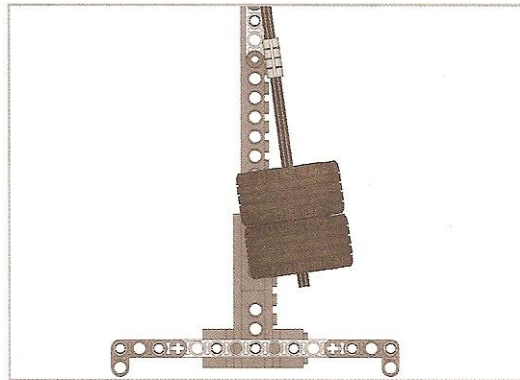
Система 8-зубое колесо/40-зубое колесо с «паразитным» 24-зубым колесом между ними снижает скорость вращения стрелки в 5 раз.

РАЗВИТИЕ

Тяжёлый маятник

Наденьте на маятник ещё одно тяжёлое колесо. Что при этом происходит?

Добавление веса само по себе не очень сильно влияет на движение маятника. Но при этом возрастает сопротивление воздуха и трение, что замедляет движение маятника.



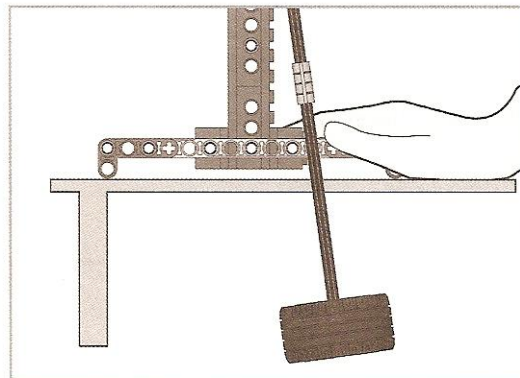
Длинный маятник

Посмотрим, что произойдёт, если изменить вес и длину маятника.

Поставьте таймер на край стола и увеличьте длину маятника в два раза. Чтобы модель не опрокинулась, придерживайте её за основание. Что при этом происходит?

Механизм таймера работает гораздо медленнее.

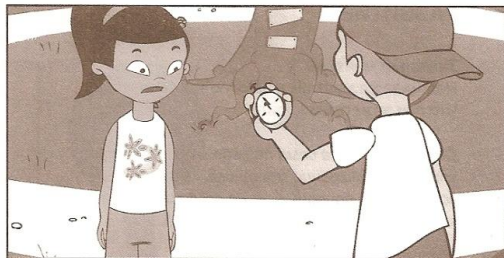
Длинный маятник движется существенно медленнее.



Таймер

Имя, фамилия: _____

Сможете ли вы сделать таймер, который поможет засекасть время забегов и будет показывать, что прошла 1 минута. Придумайте его!



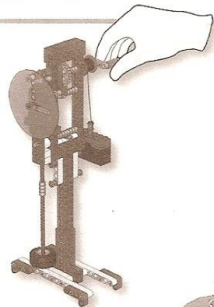
Постройте таймер

(технологические карты 7А и 7В, с. 15, этап 27)

- Заверните и запустите таймер.
- Если он остановится слишком быстро, ослабьте втулки шестерёнок и осей и проверьте, чтобы остальные элементы конструкции были плотно подогнаны друг к другу.

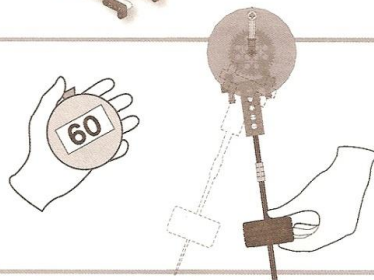
За сколько секунд стрелка делает полный оборот?

Мой ответ: _____



Настройка зубчатого механизма для точного измерения одной минуты

- Постройте модель таймера (с. 16, этап 28).
- Разметьте шкалу на 1 минуту.
- За сколько секунд стрелка делает полный оборот?
- Изменяя положение грузика на оси, добейтесь, чтобы стрелка делала полный оборот точно за одну минуту.



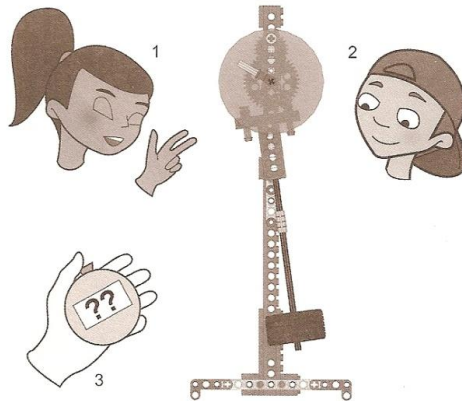
Действительно ли ваш таймер более точен, чем «счёт до 60»?

Вам потребуется команда из трёх учеников, чтобы провести испытания:

1. «Счётчик» будет МЕДЛЕННО считать до 60 с закрытыми глазами.
2. «Хронометрист» подаст знак, когда стрелка покажет одну минуту на шкале ЛЕГО.
3. «Наблюдатель» будет ответственным за измерение фактического количества секунд, составляющих «минуту», отмеренные «Счётчиком» и «Хронометристом».

На старт! Внимание! Марш! – команды вашим «Хронометристам». Лучшим из них окажется тот, кто с наибольшей точностью отмерит ОДНУ МИНУТУ.

	Первый «Счётчик»	Второй «Счётчик»	Третий «Счётчик»
Испыт. 1	факт. с	факт. с	
Испыт. 2	факт. с	факт. с	
Испыт. 3	факт. с	факт. с	



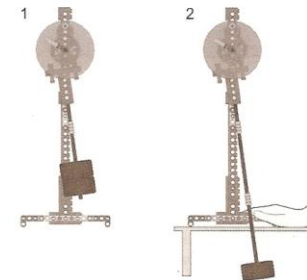
Действительно ли таймер дает более точное значение, чем субъективный отсчёт?

Мой ответ: _____

Тяжёлый маятник – длинный маятник

Который из них движется медленнее?

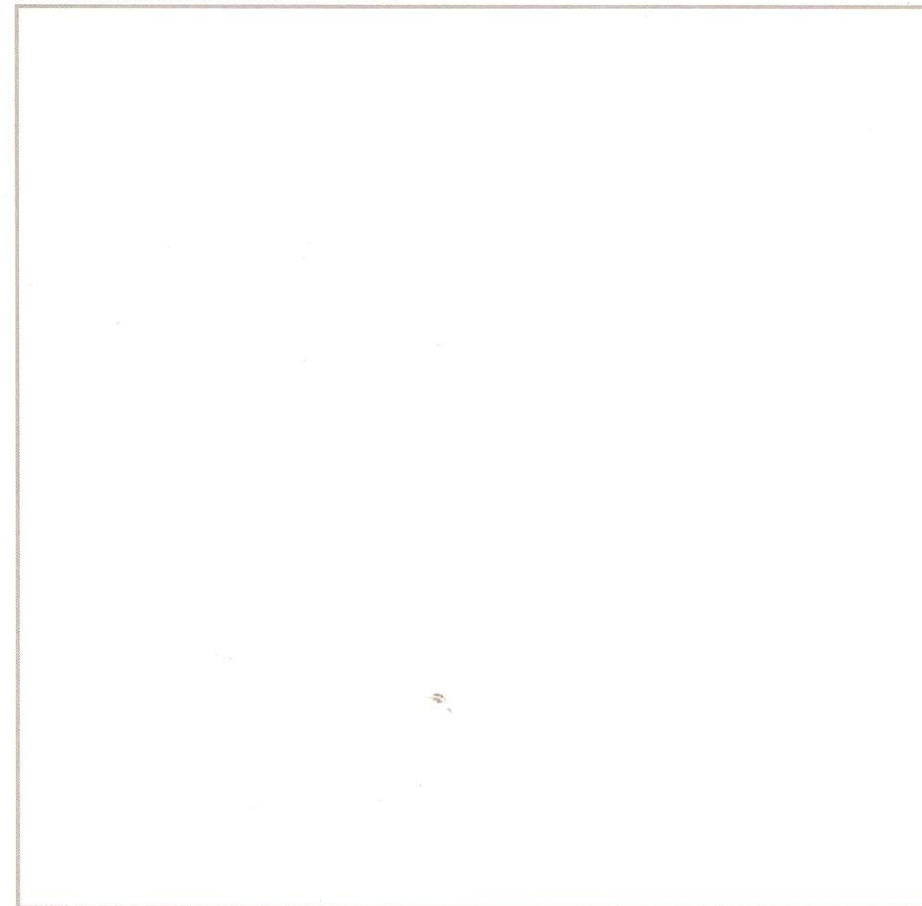
Мой ответ: _____



Мой таймер

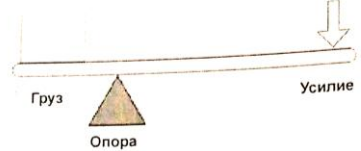
Нарисуйте свою лучшую конструкцию таймера и предложите, как сделать, чтобы таймер издавал предупреждающий звуковой сигнал по истечении одной минуты.

Объясните, как работают три самые удачные модели.



Простые машины. Рычаг

Из всех простых механизмов чаще всего, наверное, используется рычаг. Рычаг – это жесткий стержень или твердый предмет, который служит для передачи силы. С помощью рычага можно изменять прикладываемую силу (усилие), направление и расстояние перемещения. В каждом рычаге обязательно присутствуют усилие, опора (или ось вращения) и нагрузка (груз). В зависимости от их взаимного расположения различают рычаги первого, второго и третьего рода.



В рычагах первого рода точка опоры расположена между точками приложения усилия и нагрузки. Наиболее распространенными примерами рычага первого рода являются пила, лом, плоскогубцы и ножницы.



В рычагах второго рода точка опоры и точка приложения усилия находятся на противоположных концах, а точка приложения нагрузки расположена между ними. Самые часто встречающиеся примеры рычага второго рода – щипцы для раскалывания орехов, тачка, ключ для открывания бутылок.

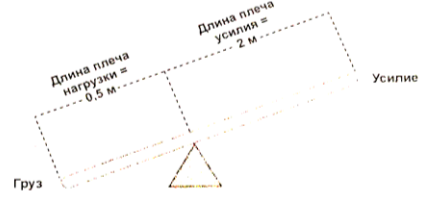


В рычагах третьего рода точка опоры и точка приложения нагрузки находятся на противоположных концах, а точка приложения усилия – между ними. Наиболее известные примеры рычага третьего рода – линзет и щипцы для льда.

Выигрыш от применения рычага

Выигрыш в силе, который обеспечивает рычаг, равен отношению длины плеча усилия к длине плеча нагрузки и вычисляется по следующей формуле:

$$\text{Выигрыш в силе} = \frac{\text{Длина плеча усилия}}{\text{Длина плеча нагрузки}}$$

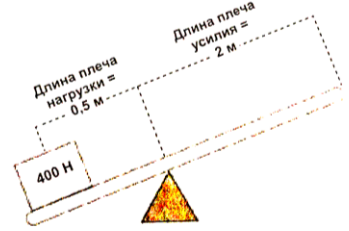


Выигрыш в силе для рычага первого рода равен:

$$\text{Выигрыш в силе} = \frac{2 \text{ м}}{0,5 \text{ м}} = 4$$

Величина прилагаемой силы, необходимой для подъема заданной нагрузки при использовании рычага любого рода, рассчитывается по формуле:

$$\text{Прилагаемая сила (усилие)} \times \text{длина плеча усилия} = \text{Нагрузка} \times \text{длина плеча нагрузки}$$



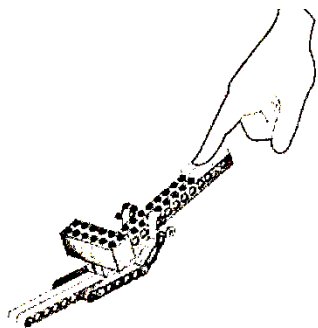
$$\text{Усилие} \times 2 \text{ м} = 400 \text{ Н} \times 0,4 \text{ м}$$

$$\text{Усилие} = \frac{400 \text{ Н} \times 0,4 \text{ м}}{2 \text{ м}} = 80 \text{ Н}$$

Чтобы поднять груз в 400 Н при помощи этого рычага первого рода, необходимо приложить усилие в 80 Н. Однако точка приложения усилия должна быть в пять раз дальше от точки опоры, чем точка приложения нагрузки.

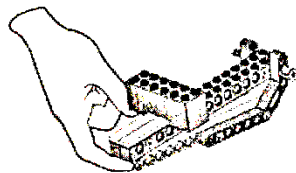
A1

Соберите модель A1, Технологическая карта I, с. 2–3
Нажмите на рычаг и поднимите груз.
Напишите, тяжело или легко было поднимать груз.
Обведите кружками и подпишите точку опоры, точку приложения нагрузки и точку приложения усилия.
Какого рода рычаг перед вами?



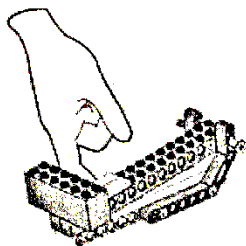
A2

Соберите модель A2, Технологическая карта I, с. 4–5
Поднимите рычаг.
Напишите, тяжело или легко было поднимать груз.
Обведите кружками и подпишите точку опоры, точку приложения нагрузки и точку приложения усилия.
Какого рода рычаг перед вами?



A3

Соберите модель A3, Технологическая карта I, с. 6–7
Поднимите рычаг.
Напишите, тяжело или легко было поднимать груз.
Обведите кружками и подпишите точку опоры, точку приложения нагрузки и точку приложения усилия.
Какого рода рычаг перед вами?



Рычажные весы

Естественные науки

- Наблюдение и измерение воздействия силы на объект.
- Силы.
- Методы исследования.
- Простые машины – рычаг.

Технология

- Сборка деталей.
- Построение простых машин.
- Анализ результатов.
- Исследование выигрыша в силе.
- Изучение свойств материалов.

Конструирование

- Описание и объяснение работы элементов конструкции и влияния нагрузки.
- Испытание и оценка моделей перед внесением изменений.

Математика

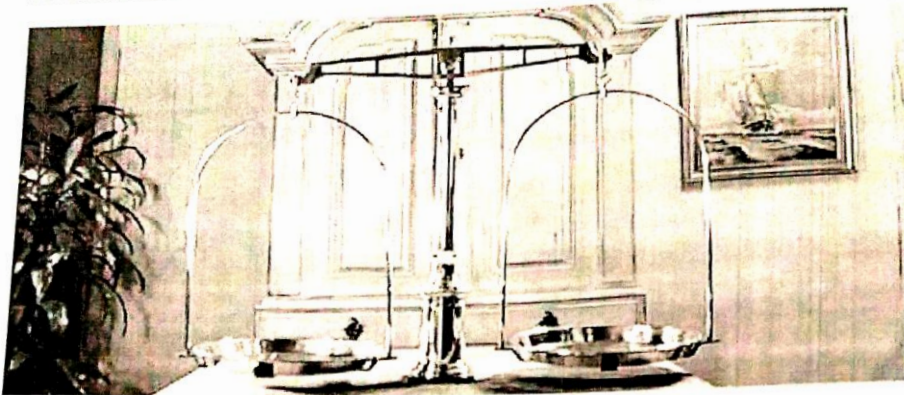
- Определение погрешности.
- Развитие методов и подходов к решению задач на преобразования подобия.
- Выбор и применение методов измерения длины с приемлемой степенью точности.
- Исследование отношений величин; свойства пропорций.

В технический словарь

- Усилие
- Равновесие
- Точка опоры
- Рычаг
- Нагрузка (груз)
- Масса

дополнительно потребуется
Рулетка или «сантиметр».
Откалиброванные весы.

Установление взаимосвязей



Самое простое устройство для взвешивания – это рычажные весы. Первоначально весы представляли собой балку (рычаг) с точкой опоры посередине. Изменение нагрузки на одном из концов рычага меняет положение всего рычага и нарушает равновесие.

Соберите модель рычажных весов и исследуйте, как изменение нагрузки и положения влияет на их работу.

Конструирование

Соберите рычажные весы и грузы (Технологические карты 15А и 15В, с. 9, шаг 9)

Убедитесь, что коромысло (рычаг) весов поднимается и опускается свободно и что весы находятся в состоянии равновесия.



Рефлексия

Почему весы находятся в состоянии равновесия?
Подвесьте грузы, как показано на рисунке. Используя формулы из раздела «Простые машины. Рычаг», определите выигрыш от применения рычага и объясните, что происходит.

Сначала определите выигрыш, который обеспечивает рычаг в весах А. Запишите величину выигрыша на рабочем бланке.

Затем, используя формулу для вычисления величины усилия, необходимого для подъема груза, объясните, почему весы находятся в состоянии равновесия. Запишите результаты в Рабочем бланке.

Прделайте то же самое с рычажными весами В и С.

Выигрыш, обеспечиваемый рычагом весов А (с. 10, шаг 10), равен 1. Весы находятся в состоянии равновесия потому, что груз по обе стороны от точки опоры одинаковой и расстояние от точки опоры до грузов одно и то же.

Рычаг весов В (с. 11, шаг 11) обеспечивает выигрыш, равный 2. Весы находятся в состоянии равновесия потому, что масса груза на левом плече рычага в два раза меньше массы груза на правом, но расположен он в два раза дальше от точки опоры, чем правый груз.

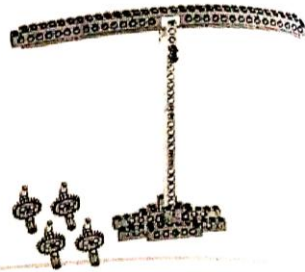
Рычаг весов С (с. 12, шаг 12) обеспечивает выигрыш, равный 3. Весы находятся в состоянии равновесия потому, что масса груза на левом плече рычага в три раза меньше массы груза на правом, но расположен он в три раза дальше от точки опоры, чем правый груз.



Рычажные весы

Имя, фамилия: _____

Дата и предмет: _____



Соберите рычажные весы и грузы

(Технологические карты 15А и 15В, с. 9, шаг 9)




- Убедитесь, что коромысло (рычаг) весов поднимается и опускается свободно и что весы находятся в состоянии равновесия.

Почему весы находятся в состоянии равновесия?

Подвесьте грузы, как показано на рисунке. Используя формулы из раздела «Простые машины. Рычаг», определите выигрыш от применения рычага и объясните, что происходит.

Сначала определите выигрыш, обеспечиваемый рычагом в весах А. Затем с помощью формулы для вычисления величины усилия, необходимого для поднятия груза, покажите, почему весы находятся в состоянии равновесия. Прodelайте то же самое с рычажными весами В и С.

Эта формула поможет вам объяснить, почему каждая модель находится в равновесии:
 Уравновешивающий груз × Длина плеча приложения уравновешивающего груза = Груз × Длина плеча приложения груза

	Выигрыш в силе	Масса груза	Расстояние от точки приложения груза до точки опоры	Масса уравновешивающего груза	Расстояние от точки приложения уравновешивающего груза до точки опоры
А  (с. 10, шаг 10)					
В  (с. 11, шаг 11)					
С  (с. 12, шаг 12)					

Сколько весит груз?

Ваша задача – взвесить сборный груз А при помощи собранной вами модели весов.


На одно плечо весов подвесьте груз А, а на другое подвешивайте собранные ранее грузики, пытаясь найти положение, при котором рычаг весов придет в равновесие.

Затем вычислите массу груза А, учитывая, на каком расстоянии от точки опоры находятся ваши грузики.

Проверьте точность своих вычислений, взвесив груз А на обычных откалиброванных весах.

Соберите свой комплект грузиков из элементов ЛЕГО и проверьте, насколько точен их вес.



	Масса груза по результатам вычислений	Масса груза по результатам взвешивания	Погрешность, %
А 			

Полезный совет

Определите, насколько точны были ваши вычисления, найдя разницу между реальной и вычисленной вами массой. Затем разделите разницу на значение реальной массы и результат умножьте на 100.

Объясните полученные результаты:
