

**Научно-исследовательская работа**

**Технология**

**БИОНИКА: ПРИРОДНЫЕ АНАЛОГИ СВОИМИ РУКАМИ**

***Выполнил:***

***Черканович Владислав Александрович***

*учащийся 4 класса*

*МБОУ многопрофильный лицей города Кирово-Чепецка Кировской области*

***Сафронова Наталья Геннадьевна***

*учитель начальных классов*

*МБОУ многопрофильный лицей города Кирово-Чепецка Кировской области*

***Черканович Светлана Сергеевна***

*родитель*

## Содержание

Введение .....	3
1. Бионика – наука, вдохновлённая природой .....	5
1.1. Понятие бионики .....	5
1.2. История развития бионики .....	5
1.3. Основные направления бионики .....	6
2. Природные аналоги своими руками .....	6
2.1. Идеи, подсмотренные у природы .....	6
2.2. Создание макета детской площадки .....	10
2.3. Мастер-класс для одноклассников по изготовлению конструкций .....	11
2.4. Самооценка выполненной работы .....	12
2.5. Экспертная оценка.....	12
Заключение .....	14
Список используемых источников .....	15
Приложение .....	16

## Введение

### Актуальность

Человек перенял у природы очень многое, если не сказать всё: умение разводить огонь, прятаться в норку от непогоды, хранить пищу про запас, маскироваться под окружающую среду и ещё много других вещей, о которых мы знаем так давно, что уже и не задумываемся об их появлении в нашей жизни. А ведь существует целая наука – бионика, цель которой сделать мир людей ещё более удобным при помощи техники, созданной подглядыванием за живой природой.

**Проблема:** Как наука бионика влияет на нашу жизнь? Какие идеи можно подсмотреть у природы и использовать их при создании различных конструкций?

**Тема исследования:** Бионика: природные аналоги своими руками.

**Цель:** Изучение идей природы и реализация их в виде конструкторских решений.

Для достижения цели я поставил перед собой следующие задачи:

1. Изучить литературу о бионике.
2. Провести наблюдение природных объектов.
3. Реализовать идеи, подсмотренные в природе, в виде конструкторских решений.
4. Провести опыты с полученными конструкциями.
5. Привлечь одноклассников к изготовлению конструкций на основе нескольких природных идей.
6. Создать макет, включающий в себя конструкции, созданные на основе природных подсказок.
7. Провести самооценку выполненной работы.
8. Выяснить мнение специалистов по выполненной работе.

**Объект исследования** – природные подсказки

**Предмет исследования** – конструкции, созданные на основе природных подсказок.

**Гипотеза:** Если изучить природные подсказки, то можно создать на основе их различные конструкции.

**Методы исследования:**

- теоретические методы: сравнение;
- эмпирические методы: изучение литературных источников и ресурсов Интернет, опрос, наблюдение, эксперимент

**Краткий литературный обзор**

Для более глубокого понимания изучаемой проблемы я изучил материал из сети Интернет и прочитал книги:

Леонович А.А. Бионика: подсказано природой.

Нахтигаль В. Бионика.

Роговцева Н.И., Богданова Н.В., Добромыслова Н.В. Технология 3 класс: учебник для общеобразовательных учреждений.

Цойх М. Бионика: Энциклопедия.

**Характеристика личного вклада в решение избранной проблемы:**

После изучения литературы о бионике и наблюдения природных объектов в природе были изготовлены конструкции на основе полученных природных подсказок. На основании результатов проведенных опытов был изготовлен макет детской площадки, который включает в себя все изученные природные идеи.

**Практическая значимость:** Данное исследование может быть использовано на уроках окружающего мира и технологии в начальной школе при изучении и создании различных конструкций своими руками с помощью идей, которые нам демонстрирует природа.

# 1. Бионика – наука, вдохновлённая природой

## 1.1. Понятие бионики

Бионика (от греч. *biōn* - элемент жизни, буквально - живущий) – прикладная наука о применении в технических устройствах и системах принципов организации, свойств, функций и структур живой природы, то есть формы живого в природе и их промышленные аналоги. Другими словами, это пограничная наука, существующая между биологией и техникой, решающая инженерные задачи на основе моделирования структуры и жизнедеятельности организмов [6]. Бионика позволяет придумывать и создавать разнообразные дизайнерские и архитектурные решения, беря за основу природные формы. Бионика не творит новый мир, а используя гениальные творения природы, преобразует их, воплощая в человеческих работах. Девиз бионики: «Живые прототипы – ключ к новой технике». Эмблема бионики – скальпель и паяльник, соединенные знаком интеграла. Скальпель - символ биологии, паяльник - техники, а интеграл объединяет обе науки. Этот союз биологии, техники и математики позволяет надеяться, что бионика проникнет туда, куда не проникал ещё никто, и увидит то, чего не видел ещё никто [1].

## 1.2. История развития бионики

Отцом бионики называют великого Леонардо да Винчи. В записях этого гения можно найти первые попытки технического воплощения природных механизмов. Чертежи да Винчи иллюстрируют его стремление создать летательный аппарат, способный двигаться крыльями, как при полёте птицы. Следующим, кто поддержал идею симбиоза природы и технологий, стал Рудольф Штайнер. Под его руководством началось широкое применение бионических принципов в проектировании зданий. Утверждение бионики как самостоятельной науки произошло в 1960 году [2]. С тех пор, благодаря бионике, в нашей жизни появилось множество замечательных вещей. Самые интересные: в основе конструкции Эйфелевой башни лежит принцип строения человеческих костей, застёжка-липучка подсмотрена у репейника, современные многоэтажки копируют строение стеблей злаков, высокая скорость кораблей – заслуга дельфинов и китов (ученые создали обшивку, аналогичную коже этих морских жителей), изобретение шарниров позаимствовано у морских ракушек, с помощью строения клюва веретенника человек изобрёл пинцет, изобретение присоски взято у осьминогов и лягушек, паутинные нити положили начало строительству прочных красивых подвесных мостов, на основе рёва тигра разработан новый тип оружия – ультразвук, игла для забора крови полностью повторяет строение зуба-резца летучей мыши, поршневой шприц имитирует

кровеносный аппарат комара, принцип действия парашюта взят у пушистых «парашютиков» одуванчиков. Можно найти множество таких примеров [5].

### **1.3. Основные направления бионики**

В настоящее время бионика начала активно развиваться. Это связано с тем, что современные технологии переходят на нано-уровень и позволяют копировать природные аналоги с небывалой ранее точностью. Бионика нашла применение не только в высокотехнологичных продуктах, но в дизайне и архитектуре [2]. Различают три основных направления в бионике: биологическая бионика, которая изучает процессы, происходящие в биологических системах, теоретическая бионика, содержанием которой является разработка математических моделей явлений и процессов, протекающих в живых организмах, техническая бионика, сферой деятельности которой является реализация математических моделей или иных сторон деятельности живых организмов с целью усовершенствования существующих и создания совершенно новых технических средств и систем [1].

**Выводы по первой главе:** Таким образом, бионика включает в себя создание новых для строительства материалов, структуру которых подсказывают законы природы.

## **2. Природные аналоги своими руками**

### **2.1. Идеи, подсмотренные у природы**

После изучения литературы о бионике, я решил найти в природе объекты, о которых прочитал, изучить их и на основе полученных идей сделать своими руками несколько конструкций. Для выполнения задуманного мне потребовался фотоаппарат, нитки, бумага, картон, ножницы, клей.

**Идея для создания лёгких и прочных конструкций.** Глядя на строение кокона тутового шелкопряда, решил позаимствовать идею для создания лёгких и прочных конструкций. Кокон тутового шелкопряда – это оболочка из шёлка, внутри которой появляются личинки этой гусеницы до превращения в куколку. Создание кокона начинается с постройки каркаса, на котором держится вся конструкция. Гусеница совершает быстрые, равномерные движения головой и укладывает нить в форме «восьмерки». Среди творений рук человека такую конструкцию можно встретить в одежде, мебели. Например, пальто-кокон очень уютно и удобно. В форме лёгкого кокона выполняются кресла-качели для дачи из пластика [7]. Вот и я с помощью ниток, клея ПВА и воздушного шарика получил устойчивую конструкцию кокона. При высыхании клея, нитки становятся прочными и легкими, держат форму, на которую их наматывали.

Задекорировал шарик, он остался в прежней форме (см. Приложение 1).

**Вывод:** Конструкция из ниток и клея получилась прочная и лёгкая.

**Идея для создания прочных и складчатых поверхностей, крыш.**

Растения лапчатка гусиная и хоста защищают свои листья от нагрузок с помощью складчатой поверхности. Такие поверхности способны выдержать большую нагрузку, не ломаясь. Ребристая форма листа придаёт дополнительную жёсткость в пространстве. Благодаря ребристой форме можно легко удерживать тяжёлый вес. В этом заключается одна из интереснейших закономерностей природы – сопротивляемость конструкций по форме. Принцип сопротивляемости конструкций по форме, существующий в природе, нашёл широкое применение в современном строительстве, например, черепичные крыши домов достаточно прочны [7]. С помощью листа бумаги, картона и клея ПВА я получил прочную и устойчивую конструкцию в виде веера.

**Опыт 1.** Чтобы проверить прочность конструкции, я провёл опыт. Сначала положил простой тетрадный лист между книжками. Лист прогнулся под собственной тяжестью. Тот же тетрадный лист сложил «гармошкой»: такой складчатый лист лежит и даже может вынести небольшую нагрузку. Если увеличить груз, то складки распрямляются, лист прогибается, но ещё не падает. Если укрепить края складчатого тетрадного листа, приклеив к нему картонную полоску, то такой лист может выдержать большой груз (см. Приложение 2).

**Вывод:** Материал, который имеет складчатую, ребристую конструкцию, достаточно прочен.

**Идея для создания спиральных и пружинящих конструкций.** Изменяя лишь форму, придавая ей вид спирали и пружины, природа, таким образом, достигает в конструкции дополнительную жёсткость и устойчивость в пространстве. Так, например, завиваются в спираль тонкие и длинные стебли огурцов, кабачков, гороха, которые не могут стоять самостоятельно. Описывая круги верхушкой побега, вьющиеся растения обшаривают вокруг себя: не попадётся ли поблизости какая-нибудь опора, по которой можно будет карабкаться вверх. Но вот опора «попалась», и тонкий стебелёк охватывает её. Теперь молодая верхушка уже движется вокруг своей опоры. Но, вращаясь, она всё время растёт, тянется вверх и поэтому охватывает опору не в одном месте, как кольцо, а спиралью — с каждым кругом всё выше и выше. Ещё интереснее лезят растения, имеющие усики - изменившиеся листья или побеги. С их помощью растение, например, горох, легче и быстрее карабкается вверх и находит опору. А плющ прикрепляется к опоре маленькими корешками на стеблях [6]. Эта природная подсказка нашла своё применение в архитектуре. Например, спиральный небоскрёб в «Москва-Сити». Подсмотрев, как усики

растений обвивают опору, я решил сделать спиральную модель и пружинящую спиральную конструкцию. Для этого мне потребовались бумага, клей, ножницы, карандаш, нитка. С помощью спиральной модели я получил эффект движущейся спирали, а с помощью пружинящей спиральной конструкции эффект спирали, обхватывающей пальцы [6].

**Опыт 2.** Я взял лист бумаги и вырезал из него спираль с тремя-четырьмя витками. К центру спирали привязал нитку. Подвесил свою спиральку над радиатором отопления так, чтобы ей ничто не мешало. Спираль сразу же пришла в движение и закрутилась. С помощью двух полосок бумаги я оплел ручку. Концы закрепил клеем, ручку убрал. Держа за концы конструкцию, ее можно сжимать и разжимать, тем самым обхватывать предмет (см. Приложение 3). **Вывод:** С помощью спиральной модели я получил эффект движущейся спирали, а с помощью пружинящей спиральной конструкции эффект спирали, обхватывающей пальцы.

**Идея для создания сетчатых и дырчатых конструкций.** Кости птиц должны быть легкими и прочными одновременно, чтобы пернатые могли держаться в воздухе. Поэтому кости птиц внутри полые, со множеством тонких костных перегородок - мозолистых тел. Перегородки очень легки, но многократно разветвляясь и напластовываясь, образуют тонкую и прочную сетчатую, губчатую структуру [1]. На основе конструктивного изучения структуры костей и других природных моделей родился в архитектуре принцип дырчатых конструкций, положивший начало разработке новых пространственных систем, например, сетчатые лёгкие конструкции мостов делают из алюминия, они прочны и воздушны [6]. С помощью бумаги, ножниц, скотча и карандаша, я получил устойчивую дырчатую модель, в то же время она прочная и легкая. Чтобы это доказать, я провёл опыт.

**Опыт 3.** Я взял лист бумаги, разлиновал его, сделал прорези, не дорезая до краев листа бумаги. Выпукло выгнул лист и скрепил скотчем. Тем самым получил довольно устойчивую дырчатую конструкцию из бумаги с покатым куполом. Если сгибать полоски в разных местах, можно получить разную форму купола еще более устойчивую за счет созданной ребристости (см. Приложение 4). **Вывод:** Если сделать покатый купол, то получим легкую и воздушную конструкцию. А если добавить ребристость, то получим ещё и прочность конструкции.

**Идея для создания трансформирующихся защитных поверхностей.** Растения защищают свои пестики и тычинки с помощью подвижных конструкций, которые открываются или закрываются по мере необходимости. Цветки закрываются, чтобы защитить свои чувствительные тычинки и пестики от росы и дождя. Когда туман рассеивается, солнышко припекает, цветки опять



открываются [4]. Принцип движения лепестков был перенесен в архитектуру. В основе идеи создания стадиона под крышей - огромные лепестки цветков, которые располагаются по кругу. При дожде сегменты крыши, расположенные обычно друг над другом, разъезжаются и закрывают весь стадион [6]. С помощью бумаги, ножниц, карандаша и воды в тарелке я получил эффект бумажного раскрывающегося цветка.

**Опыт 4.** Я вырезал из бумаги шести-лепестковый цветок, загнул бумажные лепестки к сердцевине цветка, сложенный цветок поместил в воду и наблюдал «разворачивание» лепестков (см. Приложение 5). **Вывод:** При попадании воды бумага увлажняется, и влажная сторона вытягивается. Изменение влажности приводит к так называемым «гигроскопическим» движениям. Гигроскопический принцип действует у лепестков многих цветов.

**Идея для создания конусных и цилиндрических конструкций.** Шляпки грибов разной конусовидной формы защищают споры грибов от дождя. Растущий конусом вверх стебель бамбука пробивает почвенную корку и превращается в прочный полый цилиндр - стебель «соломину». Принцип строения стебля соломины был перенесен в архитектуру [6]. С помощью бумаги и клея ПВА смастерил конус и цилиндр и решил проверить на прочность конструкции, проведя опыт.

**Опыт 5.** Два усеченных конуса надел друг на друга и положил сверху йогурт в баночке. Конструкция выдерживает тяжесть йогурта в баночке. **Вывод:** Получился эффект бумажной устойчивой конструкции.

**Опыт 6.** Четыре цилиндра поставил на основание, поверх них положил книгу. Конструкция выдерживает тяжесть книги. **Вывод:** Получился эффект бумажной устойчивой конструкции.

Затем смастерил бумажную поделку, в которой несколько конусов располагается вершинами вверх, а также поделку, в которой бумажные конусы располагаются основаниями вверх. Обе поделки представляют шаровидные конструкции.

**Опыт 7.** Опытным путём проверил прочность и подвижность конструкций, скатив их с наклонной плоскости (см. Приложение 6). **Вывод:** Получился эффект подвижных и прочных конструкций.

**Идея для создания шестигранных конструкций.** Среди шестигранных конструкций наиболее замечательным творением природы являются пчелиные соты. На протяжении всей истории внимание многих людей не только привлекала необычная архитектура пчелиных сот, но и удивляла красота и правильность их построения. Это настоящий математический шедевр из воска, созданный очень кропотливым трудом умнейших пчел. Принцип построения живых конструкций из шестиугольников используется строителями при

возведении секционных домов из однотипных элементов. Конструкция пчелиных сот легла в основу изготовления «сотовых» панелей для строительства жилых зданий. Весьма успешно используют принцип пчелиных построек и гидростроители при возведении плотин, шлюзов и других гидросооружений (они применяют сотовые каркасы) [2]. Глядя на эту конструкцию, мы решили сделать декоративные полки. Я взял 6 деревянных дощечек одинаковой длины и склеил между собой клеем. Таких полок я сделал 6 штук разного диаметра, чтобы можно было их менять местами (см. Приложение 7). **Вывод:** Шестиугольная форма больше остальных позволяет сэкономить затраты материала: если не делать двойные стенки, то материала на возведение конструкции уйдет меньше, а сама форма будет ёмкой.

## 2.2. Создание макета детской площадки

Следующим этапом моей работы стало объединение полученных конструкций в макете детской площадки, которую я хотел бы иметь в своём дворе, так как у нашего дома её нет (см. Приложение 8). Свою работу я начал с создания эскиза и чертежа детской площадки. Эскиз – это рисунок замысла работы, предварительное изображение предмета, выполненное от руки, то есть без применения чертёжных инструментов и без точного соблюдения масштаба [3].

Я решил, что на моей площадке будет песочница с грибком, карусель, качель на пружине, спортивно-игровой комплекс, включающий в себя горку, домик, качели-лодочку, канат, скалодром с зацепками, сетку для лазанья, лестницу, качель-гнездо. При создании каждого элемента макета я использовал идеи, взятые в природе.

Таблица 1

### Идеи природы для создания конструкций макета

Идеи	Природные конструкции	Мои конструкции
идея для создания легких прочных конструкций	кокон тутового шелкопряда	качель гнездо, сетка для лазанья, балки конструкции
идея для создания прочных складчатых поверхностей	лист подорожника и лапчатки гусиной	крыша, горка, все элементы конструкций
идея для создания спиральных и пружинящих конструкций	стебли огурцов и кабачков, горох, хмель	карусель, качель на пружине, канат
идея для создания сетчатых и дырчатых	кости птиц, тонкие листья растений, крылья	ножка у грибка, круг у карусели, балки

Идеи	Природные конструкции	Мои конструкции
конструкций	насекомых	конструкции
идея для создания трансформирующихся защитных поверхностей	лепестки цветов	закрывающаяся крышка у песочницы
идея для создания конусных и цилиндрических конструкций	крона и стволы деревьев, грибы, семена растений	крыша и столб у грибка
идея для создания шестигранных конструкций	пчелиные соты	домик

После создания эскиза мы с мамой стали делать чертёж – условное изображение изделий, предметов и деталей на листе бумаги с указанием их размеров и масштаба. Масштаб – отношение длины отрезков на чертеже к длине соответствующих им отрезков в действительности. Его обозначают числом, которое показывает, во сколько раз уменьшены или увеличены действительные размеры на чертеже [3]. На моём чертеже масштаб 1:19, то есть длина отрезков на чертеже в 19 раз меньше, чем в действительности.

Для создания макета детской площадки я решил воспользоваться 3D-ручкой, потому что с помощью неё можно сделать быстрые, легкие, прочные, объемные конструкции. Каждую деталь макета я обводил на чертеже 3D-ручкой, затем всё вместе скреплял. 3D-ручка представляет собой контейнер, в котором небольшой кусок пластика из мотка разогревается и подается наружу. Питание на устройство подается от сети. Внешне устройство выглядит как толстая шариковая ручка или портативное устройство для выжигания, а процесс моделирования похож на рисование в воздухе или на подставке. Пластик для 3D-ручки я использовал PLA, который является биоразлагаемым. Сырьем для его производства служат ежегодно возобновляемые ресурсы, такие как кукуруза и сахарный тростник. Именно по причине своей экологичности сегодня PLA - это материал №1 для использования в рисовании 3D-ручкой [8].

### 2.3. Мастер-класс по изготовлению конструкций одноклассниками

Изучив идеи, которые демонстрирует нам природа, и, научившись на основе их изготавливать различные конструкции, вместе с мамой решили провести для одноклассников мастер-класс, на котором познакомил их с бионикой, природными подсказками и некоторыми конструкциями. Ребятам

очень понравилось, они с интересом слушали, мастерили конструкции и проводили их испытания.

#### **2.4. Самооценка выполненной работы**

При создании макета я использовал идеи, взятые в природе. Считаю, что мне удалось реализовать задуманное. Очень бы хотелось, чтобы по моему макету была построена настоящая детская площадка для детей разных возрастов, где можно было бы поиграть, полазить, скатиться с горки, покачаться на качели. Вместе с мамой мы планируем реализовать нашу идею с помощью Проекта по поддержке местных инициатив, так как этим можно решить некоторые проблемы, а именно благоустройство дворовых территорий, скитание детей без надобности по улице. Поэтому для получения экспертной оценки мы решили обратиться к специалистам

#### **2.5. Экспертная оценка.**

**Эксперт:** Елькина Анжела Владимировна, заместитель директора по УВР, учитель информатики и ИКТ, МБОУ многопрофильный лицей города Кирово-Чепецка Кировской области.

Автором проведена большая работа по изучению природных объектов. На основе идей, взятых в природе, созданы различные конструкции, проведены опыты на исследование их прочности, лёгкости, подвижности. На основе полученных конструкций создан макет детской площадки, которую автор хотел бы иметь у себя во дворе. Элементы выполнены при помощи 3D ручки по предварительно составленным чертежам. Используются все идеи, которые были задуманы. Конструкции получились крепкими, в то же время легкими. Можно дополнить детскую площадку и другими элементами, например, сделать зону отдыха для родителей, сделав подвесные качели в виде коконов. Считаю, что данная работа заслуживает внимания взрослых для воплощения её в реальности.

**Эксперт:** Фурина Наталия Викентьевна, учитель математики, МБОУ многопрофильный лицей города Кирово-Чепецка Кировской области, руководитель инициативной группы общественной организации «Союз жителей 9 микрорайона «Вдохновение».

Выбранная тема актуальна, так как в наше время возрастает техническая сложность средств производства, что требует особого внимания к профессиональным интеллектуальным качествам современного человека, а также к его творческим способностям. Данная работа может помочь не только автору, но и другим обучающимся, действуя с наглядными моделями, понять такие отношения вещей и явлений, которые сложно усвоить на основе словесных объяснений.

Работа выполнена на достаточно высоком уровне, содержит ряд выводов, представляющих практический интерес. На подготовительном этапе проведена большая работа: произведен обзор истории развития бионики, приведены примеры заимствования у природы технических решений, описаны основные направления бионики и проблемы, которые они охватывают.

В работе описан и использован наглядный материал, что свидетельствует об интересе автора к избранной им теме. Работа является оригинальной в части серии проведенных экспериментов, в части изготовления в домашних условиях альтернативных конструкций для детской площадки достаточно прочных, легких и безопасных.

Материал может быть полезен для учителей биологии, математики и физики при проведении уроков и внеклассных мероприятий. Кроме этого велика социальная значимость выполненной работы. При реализации в городе и области социально-значимых проектов строительства детских площадок, спортивных комплексов возможно использование идей конструкций автора в реальных объектах.

**Выводы по второй главе:** Природа, действительно, гениальный конструктор, инженер, художник, великий строитель. Её творения отличаются красотой, целесообразностью, прочностью, надёжностью при минимальных затратах строительного материала. В наше время создаётся множество новых технологий, изделий, упрощающих жизнь общества, и большинство идей заимствованы человеком у природы.

На основе идей, взятых в природе, созданы различные конструкции, проведены опыты на исследование их прочности, лёгкости, подвижности. На основе полученных конструкций создан макет детской площадки, элементы которой выполнены при помощи 3D ручки по предварительно составленным чертежам. Конструкции получились крепкими, в то же время легкими.

## Заключение

Работая над данной темой, я узнал, что такое бионика и как она влияет на нашу жизнь. Мне было интересно узнать, что источником вдохновения для бионики является природа. Она придумала множество идеальных форм и конструкций. Человеку остается только, наблюдая, копировать их. Структура пчелиных сот, спиралевидная морская раковина, анатомическое строение насекомых – это готовые модели, которые можно использовать где угодно, в том числе и в интерьере. Очень многое из того, что человек сделал, он придумал не сам, а с «подсказкой» матери-природы.

**Моя гипотеза подтвердилась:** Если изучить природные подсказки, то можно создать на основе их различные конструкции.

**Я понял,** что с помощью полученных идей можно сделать своими руками конструкции, которые копируют функции объекта в природе.

**Цель исследования достигнута.** Я изучил идеи природы и реализовал их в виде конструкторских решений.

В дальнейшем я **продолжу** поиск интересных идей, чтобы сделать что-то интересное и полезное. Доработаю макет детской площадки, добавив новые элементы, такие как тропа препятствий, невесомость.

## Список используемых источников

1. Леонович А.А. Бионика: подсказано природой. [Текст] / Александр Анатольевич Леонович - Москва: АСТ, 2018 г. - 256 с.
2. Нахтигаль В. Бионика. [Текст] / Вернер Нахтигаль - Москва: Мир книги, 2005 г., - 128 с.
3. Роговцева Н.И., Богданова Н.В., Добромыслова Н.В. Технология 3 класс: учебник для общеобразовательных учреждений. [Текст] / Роговцева Наталья Ивановна, Богданова Надежда Викторовна, Добромыслова Надежда Владимировна – Москва: Просвещение, 2013г., - 143 с.
4. Цойх М. Бионика: Энциклопедия. [Текст] / пер. с немецкого Мартин Цойх - Москва: Мир книги, 2007 г. - 48 с.
5. Информация из сети Интернет  
Бионика - это какая наука? Что изучает бионика? Применение бионики, свободный. – Загл. с экрана. Режим доступа: <http://fb.ru/article/188187/bionika---eto-kakaya-nauka-chto-izuchaet-bionika-primenenie-bioniki>
6. Информация из сети Интернет  
Бион – ячейка жизни, свободный. – Загл. с экрана. Режим доступа: <http://bio-nica.narod.ru/>
7. Информация из сети Интернет  
Бионика. Уроки бионики, свободный. – Загл. с экрана. Режим доступа: <https://sites.google.com/site/bionikasteam/bionika>
8. Информация из сети Интернет  
Материал из Википедии – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org> – 3D ручка, свободный. – Загл. с экрана.

## Приложение

### Приложение 1. Идея для создания лёгких и прочных конструкций



Рис. 1. Кокон тутового шелкопряда



Рис. 2. Кокон из ниток своими руками

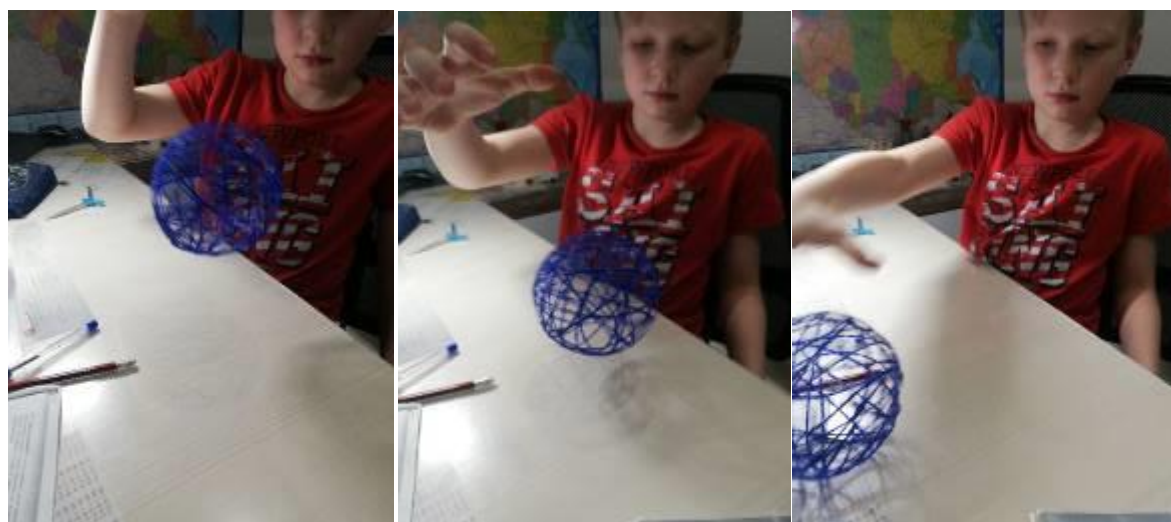


Рис. 3. Опыт с полученной конструкцией



## Приложение 2. Идея для создания прочных и складчатых поверхностей, крыш



Рис. 1. Листья растений лапчатки гусиной и хосты



Рис. 2. Складчатая конструкция



Рис. 3. Опыты с обычным листом и со складчатой конструкцией

### Приложение 3. Идея для создания спиральных и пружинящих конструкций



Рис. 1. Стебли огурцов, кабачков, гороха



Рис. 2. Спиральная и пружинистая спиральная модели



Рис. 3. Опыты со спиральной и пружинистой спиральной моделями



#### Приложение 4. Идея для создания сетчатых и дырчатых конструкций



Рис. 1. Арка, забор, шалаш



Рис. 2. Сетчатая и дырчатая конструкции



Рис. 3. Опыты с сетчатой и дырчатой конструкциями



## Приложение 5. Идея для создания трансформирующихся защитных поверхностей



Рис. 1. Цветы клематисов



Рис. 2. Бумажный «раскрывающийся» цветок



Рис. 3. Опыт с бумажным «раскрывающимся» цветком



## Приложение 6. Идея для создания конусных и цилиндрических конструкций



Рис. 1. Прорастание хосты, шляпка гриба, семена одуванчика



Рис. 2. Поделки из конусов и цилиндра



Рис. 3. Опыт с конусами и цилиндрами



Рис. 4. Опыты с поделками из конусов

## Приложение 7. Идея для создания шестигранных конструкций



Рис. 1. Пчелиные соты



Рис. 2. Декоративные полки по форме пчелиных сот

## Приложение 8. Создание макета детской площадки



Рис. 1. Эскиз детской площадки

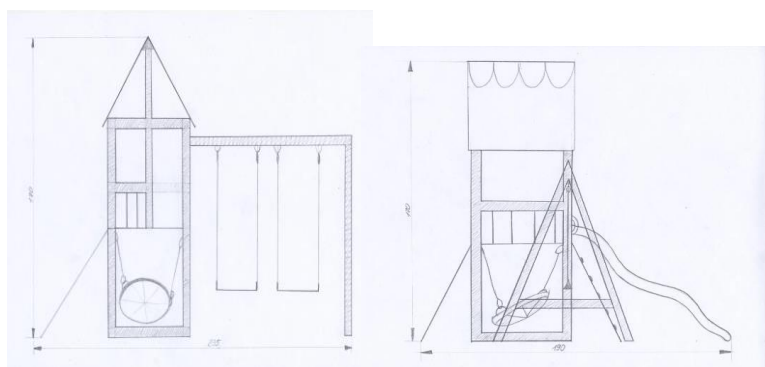


Рис. 2. Чертёж спортивно-игрового комплекса и его элементов

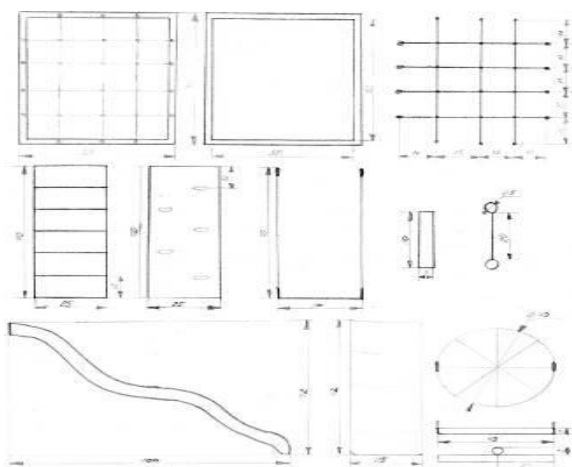


Рис. 3. Чертежи сетки для лазанья, лестницы, скалодрома с зацепками, качели-лодочки, горки и качели-гнезда

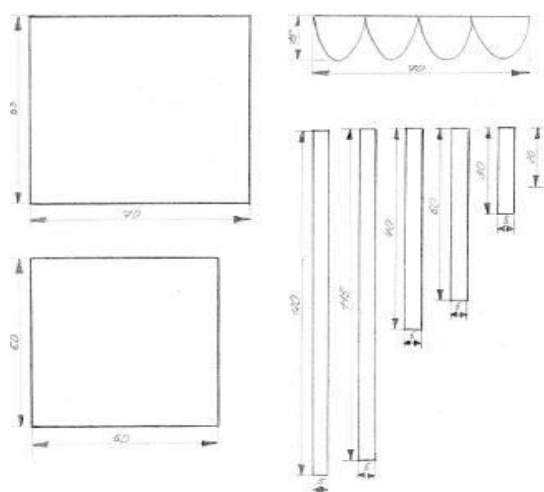


Рис. 4. Чертежи крыши, черепицы, пол второго этажа домика, балки, перила

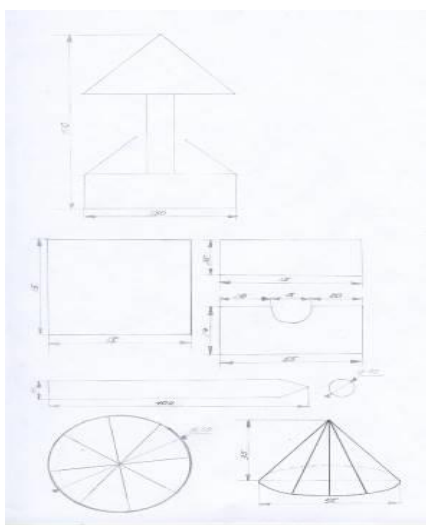


Рис. 5. Чертёж карусели и её элементов

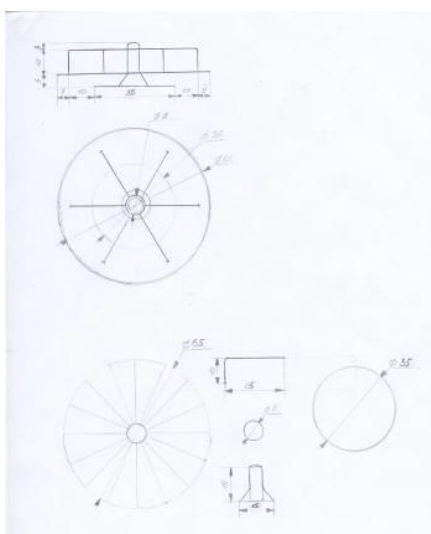


Рис. 6. Чертёж песочницы с грибком и их элементов

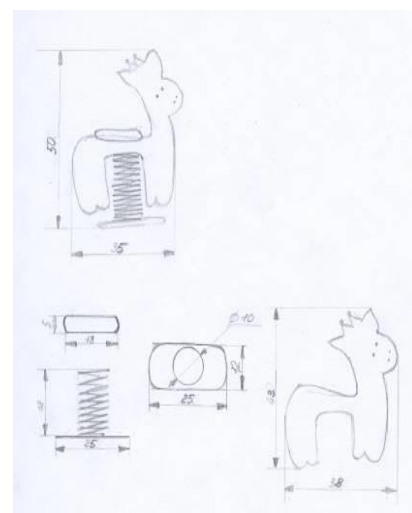


Рис. 7. Чертёж качели на пружине и её элементов



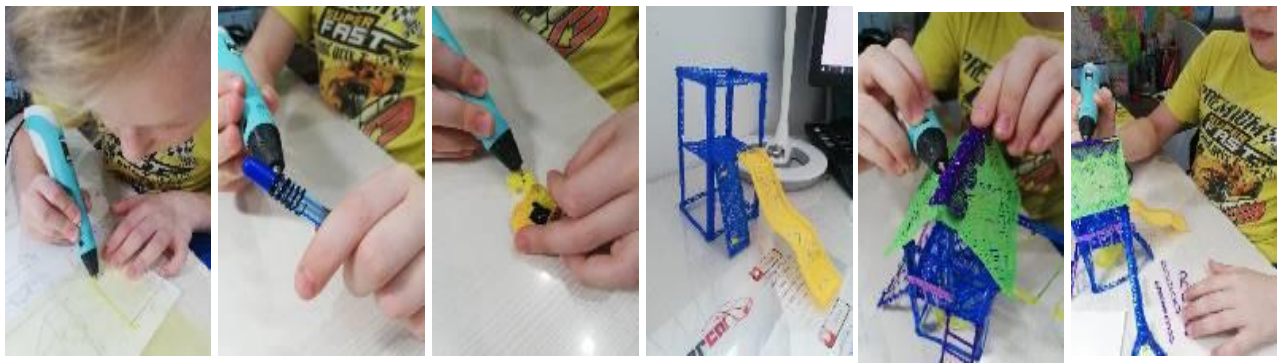


Рис. 8. Процесс изготовления макета детской площадки



Рис. 9. Карусель



Рис. 10. Качель на пружине



Рис. 11. Песочница с грибком



Рис. 12. Спортивно-игровой комплекс



Рис. 13. Готовый макет детской площадки