

Всероссийский конкурс методических материалов по дополнительному естественнонаучному образованию детей 2016г.

**Номинация конкурса:  
“Эколого-биологическая тематика”**

Жанр – электронное пособие

# От первого похода до проекта

Методическое пособие

Организация научных исследований  
школьниками по охране природы и  
экологическому краеведению

/Информационные технологии в проектной деятельности/

*357850 Ставропольский кр. ст. Курская,  
ул. Акулова 56, МОУ СОШ №1*

*Переверзева Елена Геннадьевна  
учитель информатики*

## Введение

**Методическое пособие предназначено для учителей естественнонаучного цикла, работающих с учащимися основной и средней школы.**

Один из принципов успешной деятельности - делать всё с увлечением, поэтому у дополнительного образования есть огромный потенциал для развития личности. Здесь деятельность учащихся лежит в области их интересов и может быть направлена на будущую профессию.



Фото 1. Поход в лес. 08.06.2014г.

## Аннотация

**Методические материалы** электронного пособия **объединены темой экскурсии и похода в лес** и отражают опыт использования информационных технологий в изучении флоры в долине реки Куры вблизи станицы Курской Ставропольского края.

**Каждый слайд** представляет собой **отдельный элемент** и объединяется в модуль, в заголовке слайда отображается тема, содержится общее меню по разделам.

**Пособие состоит из заданий**, которые выполняют учащиеся, работая над проектом по материалам полевых исследований. Теоретический материал дается в виде определений, схем, таблиц и ссылок Интернет.

Предлагается создать ментальную карту для выбора цели и маршрута похода, свою собственную коллекцию фото и гербария, определить вид на сайте Плантиум и с помощью “Конспекта флоры Ставрополя”, обработать полученную базу данных в электронных таблицах и изучить эволюцию популяции на собственной модели.

Материал рассчитан на групповую или индивидуальную деятельность учащихся, которые под руководством учителя изучают местную флору.

## Структура

Методическое пособие состоит из модулей:

Введение

Аннотация

Структура

1. Подготовка исследования
2. Данные в проекте
3. Обработка данных
4. Теоретическая база
5. Моделирование
6. Представление результатов

Литература

## Подготовка исследования/Выбор маршрута/Руководитель

**Выбор маршрута зависит от :**  
воображения преподавателя;  
контингента учащихся;  
времени года.

**Маршрут 1 – никуда идти не надо:**  
изучаем всё, что находится рядом.

Подходит для любого времени года, для любого контингента, в том числе для инклюзивного образования.

Возможно использование лаборатории «Архимед», микроскопа, виртуальных лабораторий и библиотек.

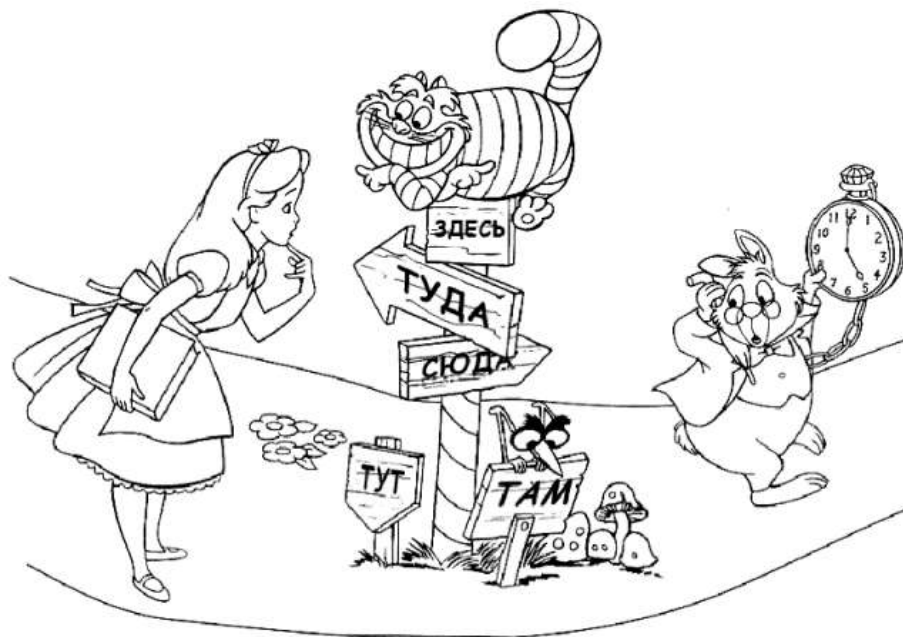
**Маршрут 2 – мой лес, луг, река:**  
изучаем всё, что находится в непосредственной близости от населенного пункта.

Подходит для любого времени года, но преподавателю необходимо знать где и что в конкретное время можно наблюдать.

Возможно использование инструментов.

**Маршрут 3 – выезд:**  
изучаем нечто, по специальному плану.

Подходит для любого времени года, для мотивированных учащихся.



—Куда мне отсюда идти?

— А куда ты хочешь попасть?

— А мне все равно, только бы попасть куда-нибудь.

— Тогда все равно куда идти. Куда-нибудь ты обязательно попадешь.

## Подготовка исследования/Выбор маршрута/Учащийся

### Ментальные карты

Ментальные карты - это удобная и эффективная техника визуализации мышления применяется для создания новых идей, анализа и упорядочивания информации.

Вы хотите узнать, что знают ваши ученики об изучаемом объекте и одновременно научить их систематизировать информацию.

1. Составьте Ментальную карту до начала проекта и в конце.
2. Что и как изменилось в восприятии и отношении учащихся к исследуемой теме.



- Софт для построения Ментальных карт - <http://www.stimul.biz/ru/lib/soft/>
- Правила работы и использования Ментальных карт - <http://kolesnik.ru/methods/mindmaps/>
- <http://kolesnik.ru/2005/mindmapping/>



## «От первого похода до проекта»

Когда еще нет данных/ Рассуждалки /Обычная трава



Расскажите о том, что  
вас удивило в походе.

**Дима/ученик**

Летняя школа?!

Это что? Учиться летом? Мы все уже так устали!

**Елена/учитель**

Отдых это не безделье, а смена деятельности



**Кира/ученица**

И что мы будем сменять?

**Елена/учитель**

Мы сменим кабинет школьный на лесную  
лужайку, речку<sup>1</sup>

**Дима/ученик**

И будем играть, бегать, загорать, есть?

**Елена/учитель**

И это тоже! Но еще мы увидим то, чего нет  
даже в школьных учебниках!

**Кира/ученица**

Уже увидели! Это что, «дикий помидор»?

## Когда еще нет данных/ Рассуждалки /Обычная трава



**Дима/ученик**

Третьего июня мы ходили в поход в лес. Там мы собирали незнакомые мне растения и даже нашли землянику!

**Елена/учитель**

Ага, и даже сдали мне гербарий, обозвав дурнишник колючий, верблюжьей колючкой!

**Дима/ученик**

Подумаешь, обычная трава.

**Елена/учитель**

Вот именно, а верблюжьей колючки пока мы не нашли, хотя в нашем районе она встречается.

**Дима/ученик**

Зато, когда мы возвращались из леса, нам встретились коровы, «Производящие на меня сильное впечатление, так как я впервые видел их так близко».

**Дима/ученик**

Я никогда не думал, что в нашем небольшом лесу может быть столько интересного.

Расскажите о том, что вас удивило в походе.



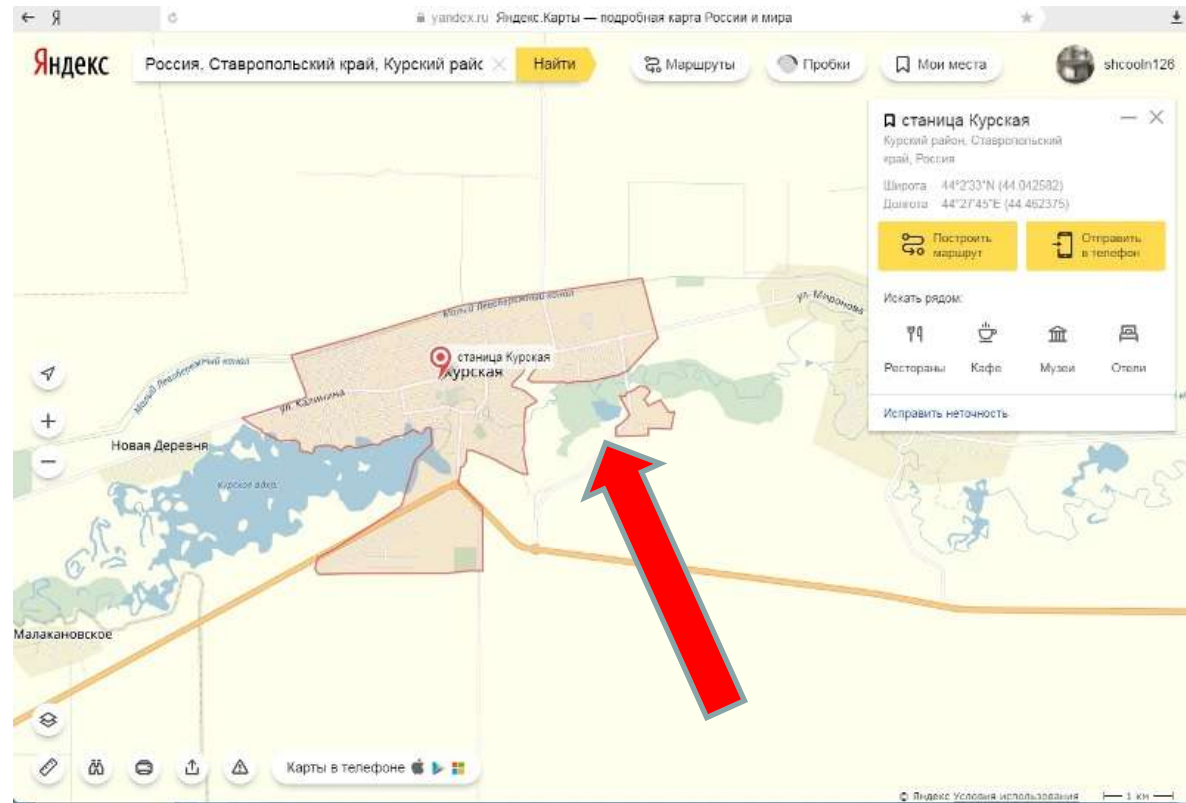
# «От первого похода до проекта»

Данные в проекте /Экспериментальные исследования/Строим маршрут/Учащийся

## Цель похода видна на Картах Яндекс -

станция Курская, Курский район, Ставропольский край, Россия  
Широта 44°2'33"N (44.042582), Долгота 44°27'45"E (44.462375)

Используя Яндекс  
Карты (или аналогичные)  
определите  
координаты начала и  
окончания маршрута,  
свое местоположение  
(с компасом), рельеф  
местности.



# «От первого похода до проекта»

Данные в проекте /Экспериментальные исследования/Строим маршрут/Учащийся

## Карты Яндекс/ Инструменты

станция Курская, Курский район, Ставропольский край, Россия

Широта 44°2'33"N (44.042582), Долгота 44°27'45"E (44.462375)

Инструмент «Линейка»:

определите длину  
своего маршрута;  
оцените площадь  
изучаемой  
поверхности.

Рассчитайте время  
движения по маршруту,  
время на  
исследования, время  
привала.

Определите  
необходимое число  
походов.



# «От первого похода до проекта»

Данные в проекте /Экспериментальные исследования /Лаборатория «Архимед» /Учащийся

Методика проведения измерений включает:

**выбор времени,  
места,  
обработка и анализ  
результата**

1. Изучите интерфейс (MultiLab) цифровой лаборатории «Архимед 4.0» на компьютере.
2. Определите диапазоны измерения цифровых датчиков, выберите необходимый.
3. Проведите измерения влажности и освещенности в соответствии с планом эксперимента.

| Время(сек) | Влажность I/O-1(%) | Light-600 I/O-2(lx) |
|------------|--------------------|---------------------|
| 0          | 26,518             | 597,328             |
| 0,02       | 26,518             | 597,328             |
| 0,04       | 26,518             | 597,328             |
| 0,06       | 26,518             | 597,328             |
| 0,08       | 26,518             | 597,474             |
| 0,1        | 26,518             | 597,328             |
| 0,12       | 26,479             | 597,474             |
| 0,14       | 26,518             | 597,474             |
| 0,16       | 26,518             | 597,328             |
| 0,18       | 26,479             | 597,328             |
| 0,2        | 26,479             | 597,474             |

Часть базы данных,  
луг №13 от 6.08.2015г.

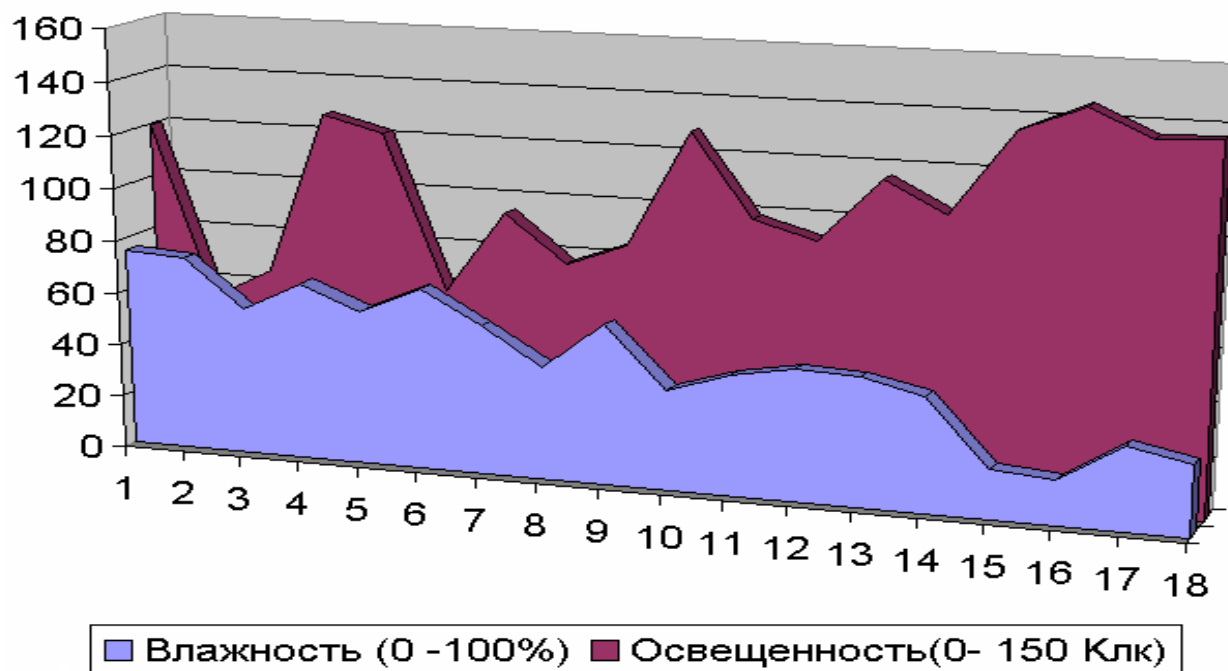


Диаграмма 1. Измерения средних значений влажности и освещенности по 18 лугам с использованием цифровой лаборатории «Архимед 4.0», датчик влажности DT014 (0-100%), датчик освещенности DT009-4 (0-150 клк)





### Солодка щетинистая

Создайте собственную коллекцию фотографий и видео растений, насекомых, животных, птиц, ландшафта это развивает наблюдательность, умение сравнивать, анализировать, обрабатывать данные в различных программах.

**Фотоаппарат**  
**SONY DSC-**  
**WX200:**  
*логотип Cyber Shot*  
/максимальный автоматизм  
работы камеры, простота  
управления, удобство и  
стиль/  
**Sony Lens G** /элитная  
оптика/



**Часть побега с соцветиями и созревающим соплодием.**  
Ставропольский край, Курский р-н, ст. Курская, долина р.Куры, влажный луг. 6.07.2015

### Внимание!

*Не собирайте редкие  
и очень редкие  
растения, они могут  
оказаться  
последними в вашем  
лесу!*

### Солодка щетинистая

Соберите растения для Гербария в соответствии с целями и задачами проекта.

Сорванное растение СРАЗУ укладывайте в папку для засушивания. Указывайте на этикетке дату и место сбора, обилие вида, название (если известно).



### Солодка щетинистая

Семейство Fabaceae

Род Glycyrrhiza

**Вид** Glycyrrhiza echinata L.

Многолетник высотой 50-100 см.

Цветёт в июле - августе

**Растет единично**

**Место сбора:** влажный луг (участок 8)  
1200м, долина реки Куры близ ст.  
Курской Ставропольского края.

**Местообитание:** влажный луг

**Указан в Красных книгах**

1183. G. echinata L. - С. щетинистая =  
Прик, ТБ, НК, Ст, ЛН, СК (Зап. др. средиз.)  
; Аа (НК); [Sp.]

Собрано 06.07.2015

Пример подписи гербария

**Часть побега с соцветиями и созревающим соплодием.**

Ставропольский край, Курский р-н, ст. Курская, долина р. Куры, влажный луг.  
6.07.2015

# «От первого похода до проекта»

Данные в проекте/Теоретический материал/Систематика /Руководитель

## Систематика

|           |               |
|-----------|---------------|
| отдел     | Magnoliophyta |
| класс     | Magnoliopsida |
| порядок   | Fabales       |
| семейство | Fabaceae      |
| род       | Glycyrrhiza   |
| вид       | echinata L.   |

«Систематика есть одновременно и фундамент, и венец биологии, ее начало и конец. Без систематики мы никогда не поймем жизни в ее изумительном многообразии, возникшем в результате долгой эволюции» (А.Л.Тахтаджян, 1974).

Определите неизвестное растение на сайте «**Плантариум**» по ключевым признакам и коллекции фотографий.

Создайте свой **флористический список**, который автоматически отнесет ваше растение к соответствующему **таксону**. <http://www.plantarium.ru>

<http://biofile.ru/bio/19671.html> , <http://selo-delo.ru/dendrologiya/18-lesnaya-botanika-i-dendrologiya?start=34>

- Краткая история систематики растений



# «От первого похода до проекта»

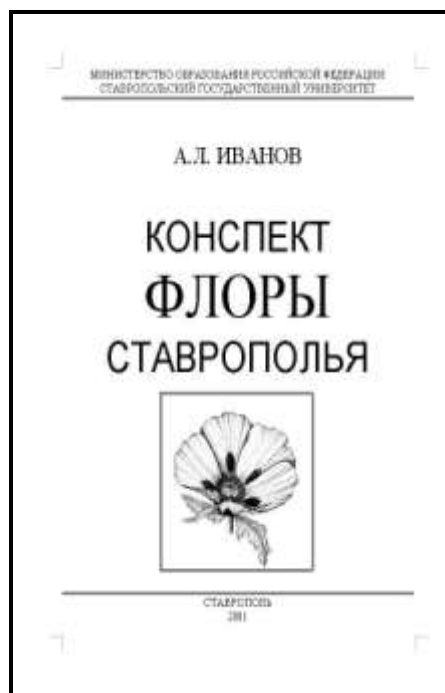
Данные в проекте/ Теоретический материал/Достоверные данные/Руководитель

## Актуальные сведения по видовому составу растений:

1183. *G. echinata* L. - С. щетинистая = Прик,ТБ,НК,Ст,ЛН,СК(Зап.др.средиз.); Аа(НК); [Sp.] / А.Л.Иванов **Конспект флоры Ставрополя**. 2-е издание, исправленное и дополненное, Ставрополь: Изд-во СГУ, 2001. 121 с

Для поиска растения в электронном каталоге используйте комбинацию клавиш «Ctrl» + «F»

Уточните видовой состав растений по определителям, составьте свой список интересных растений : лекарственных, краснокнижных, эндемиков, адвентивных и т.д.)



<http://ashipunov.info/shipunov/school/sch-ru.htm>

Научная библиотека - **Фундаментальная электронная библиотека «Флора и фауна»**

### Проблемный вопрос:

Как вы думаете, от чего зависит видовое разнообразие растений ?

### Обозначения на схеме<sup>1</sup>:

|                                                                                    |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|    | Влажность до 20% |
|    | Влажность 20-40% |
|    | Влажность 40-60% |
|   | Влажность 60-80% |
|  | Сорный луг       |

1 - По результатам «Архимед»

1. Постройте карту-схему изучаемых лугов по Картам Яндекс, используйте «метод слоев» в графическом редакторе Inkscape
2. Оцените изучаемую площадь (используйте свойства отношений и пропорций)
3. Отметьте разным цветом луга с визуально разными видами растений.

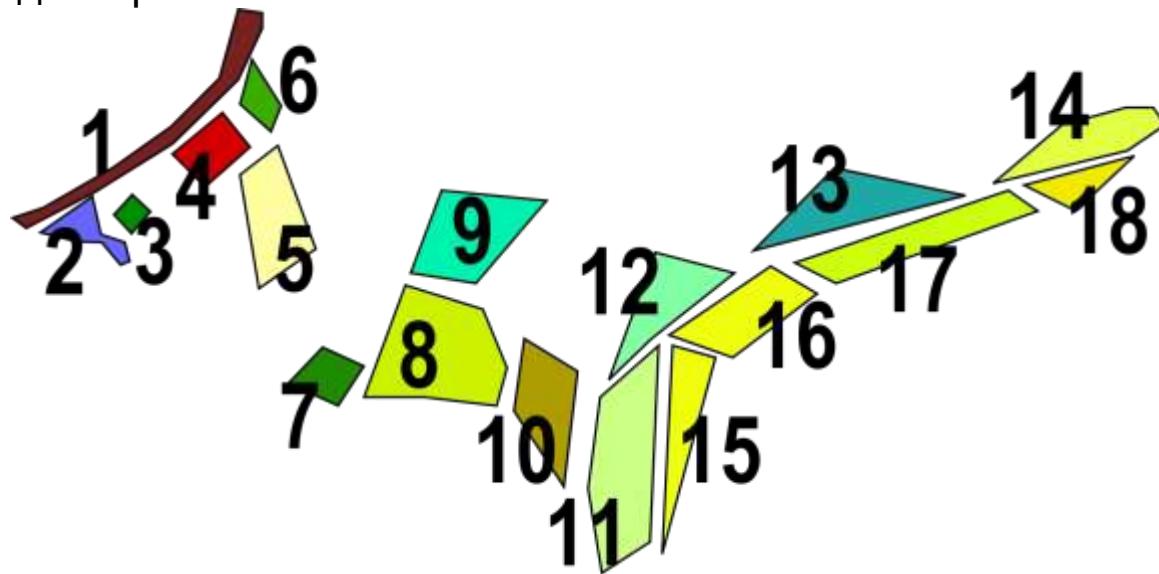


Рис. 1. Фрагмент масштабируемой ландшафтной карты-схемы лугов долины реки Куры (дата создания 1.06.2015г.)

### Литература:

Н.Н. Наумова, И.С. Шварева, Г.Н. Лаврова и др. Методы экологических исследований для школьников: Учебно-методическое пособие / под ред. Н.Н. Наумовой, И.С. Шваревой – Ковров: Маштекс, 2007.

# «От первого похода до проекта»

Обработка данных/ Анализ результатов/Встречаемость семейства/Учащийся

## Проблемные

### вопросы:

1. Почему на разных лугах встречаются разные виды одного семейства?
2. Что общего и чем отличаются луга с одинаковым количеством видов?
3. Что такое растения - индикаторы и нет ли таких растений среди изучаемых?

### Пояснения к таблице:

1

- Наличие вида

- 1. Выделены луга с максимальным числом видов  
2. Итого по лугам

Создайте табличную базу данных видового разнообразия отдельного семейства, проанализируйте результат.

| Семейство                    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | Встречаемость | Обилие вида |
|------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------------|-------------|
| Fabaceae                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |               |             |
| Astragalus cicer L.          |   | 1 |   | 1 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2 [R.]        | редко       |
| Astragalus glycyphyllos L.   |   |   |   | 1 |   |   |   |   | 1 |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2 [R.]        | редко       |
| Astragalus onobrychis L.     |   |   |   |   |   |   | 1 | 1 |   | 1  | 1  | 1  | 1  |    |    |    |    |    | 6 [Sp.]       | рассеянно   |
| Securigera varia (L.) Lassen |   | 1 | 1 | 1 |   |   | 1 | 1 | 1 |    | 1  | 1  | 1  |    |    |    |    |    | 9 [Sp.]       | рассеянно   |
| Vicia cracca L.              |   | 1 |   |   |   |   | 1 | 1 | 1 |    | 1  |    | 1  |    |    | 1  |    |    | 7 [R.]        | редко       |
| Vicia angustifolia Reichard  |   |   |   | 1 | 1 |   |   |   | 1 |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 3 [Sp.]       | рассеянно   |
| Trifolium aureum Pollich     |   |   |   | 1 | 1 |   |   | 1 | 1 | 1  |    |    | 1  |    |    | 1  | 1  |    | 8 [Sp.]       | рассеянно   |
| Trifolium pratense L.        |   | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |    | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |    |    |    | 13 [Sp.]      | рассеянно   |
| Trifolium diffusum Ehrh.     |   | 1 |   | 1 |   |   |   |   | 1 |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    | 4 [R.]        | редко       |
| Medicago sativa L.           |   | 1 |   | 1 | 1 |   | 1 |   |   | 1  | 1  | 1  |    | 1  | 1  | 1  |    |    | 10 [Pl.]      | обычно      |
| Medicago lupulina L.         | 1 |   |   | 1 |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | 1  | 1  |    | 4 [Pl.]       | обычно      |
| Glycyrrhiza glabra L.        |   |   |   |   |   | 1 |   |   |   |    | 1  | 1  | 1  |    |    |    |    |    | 4 [Pl.]       | обычно      |
| Glycyrrhiza echinata L.      |   |   |   |   |   |   |   |   | 1 |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1 [Rs.]       | очень редко |
| Onobrychis miniata Steven    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | 1  |    |    |    |    | 1 [Rs.]       | очень редко |

Табл. 1. Таблица встречаемости видов семейства Fabaceae (Бобовые) на 18 участках с указанием обилия вида

# «От первого похода до проекта»

## Обработка данных/ Анализ результатов/Лаборатория «Архимед»/Учащийся

1. Ознакомьтесь с понятиями: вероятность и статистические данные, максимальное и минимальное значение, средняя величина, погрешность измерения.
2. Используя базу данных в электронных таблицах определите среднюю величину по каждому лугу.

| № п/п | Время (сек) | Влажность I/O-1 (%) | Light-600 I/O-2 (lx) | Давление I/O-3 (кПа) | Температура I/O-4 (°C) |
|-------|-------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| 1     | 0           | 26,518              | 597,328              | 112,143              | 37,019                 |
| 2     | 0,02        | 26,518              | 597,328              | 112,143              | 37,019                 |
| 3...  | 0,04        | 26,518              | 597,328              | 112,143              | 36,994                 |
| 2999  | 59,96       | 28,011              | 597,328              | 113,214              | 36,824                 |
| 3000  | 59,98       | 28,011              | 597,328              | 113,214              | 36,824                 |
| 3001  | 60          | 28,011              | 597,328              | 113,214              | 36,824                 |

Табл.1. Часть базы данных созданной Лабораторией «Архимед» от 6.08.2015 г. Луг №13. За 60 секунд создается база из 3000 измерений.

| Исследуемый луг    | Влажность I/O-1 (%) | Light-150K I/O-2 (klx) |
|--------------------|---------------------|------------------------|
| 13 луг 27.05.2016  | 58,38               | 95,76                  |
| 13 луг 06.08.20105 | 37,82               | 125,34                 |
| Среднее значение   | 48,10               | 110,55                 |

Табл.2. Часть базы данных для нахождения среднего значения влажности и освещенности

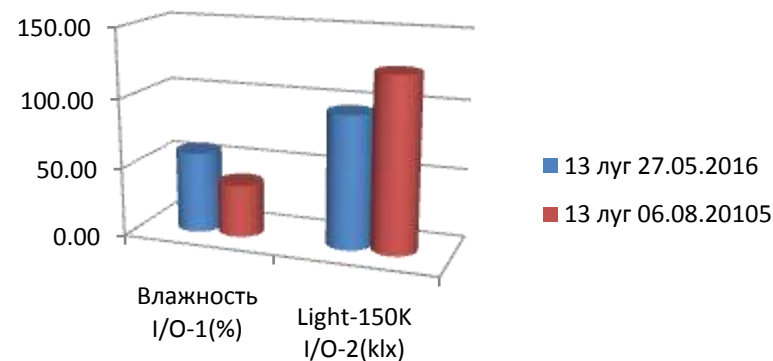


Диаграмма1. (Построена по Табл. 2) Изменение среднего значения влажности и освещенности



## Быстрый поиск в текстовом документе

1. Уточните наличие вида по вашему флористическому району и узнайте его характеристики и особенности (эндемики, реликты, охраняемые и нуждающиеся в охране виды и др.) по официальному конспекту флоры (“Конспект<sup>1</sup> флоры Ставрополя” А.Л.Иванова).
2. Создайте табличную базу данных для каждого семейства.

### Поиск в тексте:

Комбинация клавиш для поиска слова в тексте:

Ctrl

+

F

Например, Астрагал солодколистный, поиск по тексту «Конспекта» по слову «Астрагал», находит род, для поиска вида вводим «glycyphyllo»

Записываем в текстовый документ результаты поиска, **отделяя точкой с запятой важные элементы, каждый следующий вид записываем с новой строки:**

Астрагал солодколистный; Astragalus glycyphyllos L.; 1149. A. glycyphyllos L. -  
A. сладколистный = Все р-ны(Европ.); S(HK); [Pl.]; <Pm;Pp>

<sup>1</sup>А.Л.Иванов Конспекта флоры Ставрополя. 2-е издание, исправленное и дополненное, Ставрополь: Изд-во СГУ, 2001. 121 с

# «От первого похода до проекта»

Обработка данных / Теоретический материал/Работа с текстовыми документами//Учащийся

## Преобразовать текст в таблицу

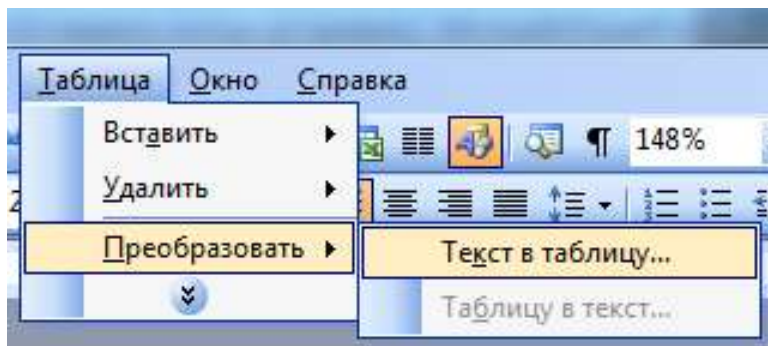


Рис.1. Выделите весь отформатированный текст, выберите в меню «Таблица», далее «Преобразовать», далее «Текст в таблицу»

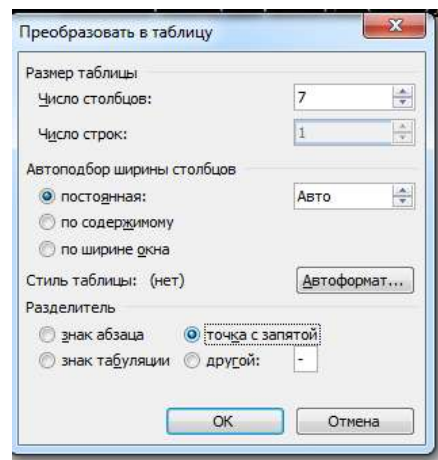


Рис. 2. В новом окне находим пункт «Разделитель» и выбираем «точка с запятой», «Ок» и текст преобразуется в таблицу

|                |          |               |       |       |     |     |
|----------------|----------|---------------|-------|-------|-----|-----|
| Астрагал       | 1149. А. | glycyphyllos  | S(HK) | [Pl.] | <Pm | Pp> |
| солодколистный | L.       | L. - A.       |       |       |     |     |
|                |          | сладколистный |       |       |     |     |
|                |          | й = Все р-    |       |       |     |     |
|                |          | ны(Европ.)    |       |       |     |     |

Рис.3. Фрагмент готовой таблицы

|                            |                                  |                                                                             |       |       |     |     |
|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----|-----|
| Астрагал<br>солодколистный | Astragalus<br>glycyphyllos<br>L. | 1149. А.<br>glycyphyllos<br>L. - А.<br>сладколистный = Все р-<br>ны(Европ.) | S(HK) | [Pl.] | <Pm | Pp> |
|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-----|-----|

Табл. 1. Преобразование текста в таблицу и выделение столбцов: Название растения, Флористические районы, Флороценотипы, Встречаемость, Дополнительные сведения, (Лекарственное, Кормовое)

Все, что, как нам кажется, мы знаем о мире, — модель.

*Микаэль Крөгерус<sup>1</sup>*

**Модель** (фр. modèle, от лат. modulus — «мера, аналог, образец») — это система, исследование которой служит средством для получения информации о другой системе или представлении некоторого реального процесса

### **Требование к модели:**

**адекватность** - соответствие модели исходной реальной системе и учет наиболее важных качеств, связей и характеристик;

**точность** - степень совпадения полученных в процессе моделирования результатов с заранее установленными, желаемыми.

### **Учет погрешности моделирования:**

объективный - связанный с упрощением реальных систем, субъективный - обусловленный недостатком знаний и навыков, конкретного человека.

1. М. Крөгерус, Р. Чеппелер. Книга решений. 50 моделей стратегического мышления. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2012. – 208 с.

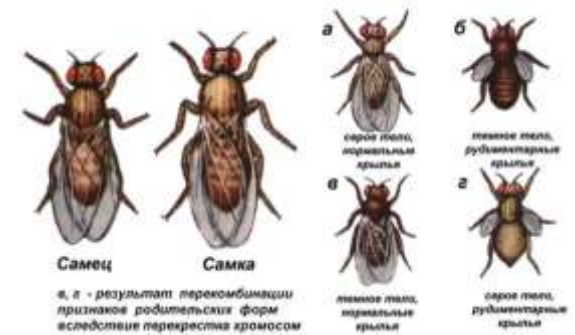
## Типы моделей в биологии

1. **Биологическая модель** воспроизводит на лабораторных животных определённые состояния или заболевания, встречающиеся у человека или животных.

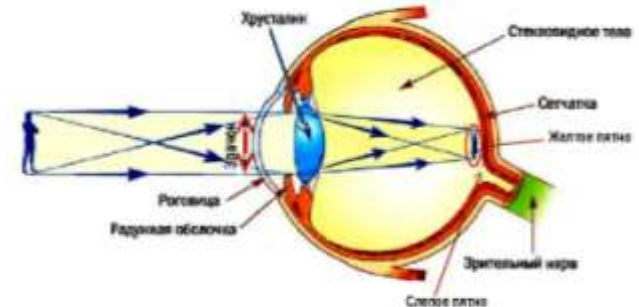
2. **Физико-химическая модель** воспроизводит физическими или химическими средствами биологические структуры, функции или процессы и является аналогом моделируемого биологического явления.

3. **Математическая модель** строится на основе данных эксперимента, основываясь на закономерностях. Позволяет устанавливать сложные взаимосвязи и предсказать явления.

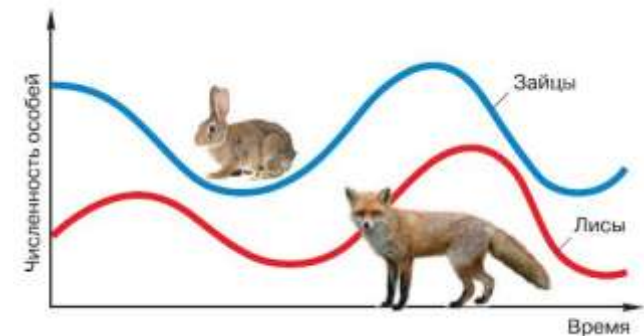
Разные наследственные формы мухи дрозофилы



1. Изучение наследственности



2. Оптическая модель глаза



3. Модель «хищник-жертва»

## Когда еще нет модели /Рассуждалки/ТБаран и ТСлон



Рис. 1. Модель встречи ТБарана и ТСлона  
(как видит человек)

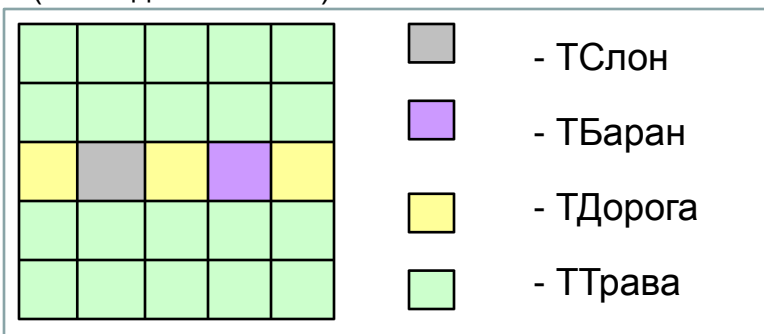


Рис. 2. Модель встречи ТБарана и ТСлона  
(как видит компьютер)

### Елена/учитель

Я подумала, сделаем модель «Садовник или лесник». Мы что-то сажаем и смотрим, что будет...

### Женя/ученик

Это будет очень простая моделька :- ( Можно посмотреть как взаимодействуют грибы, растения, животные травоядные плюс хищники, причем все они хоть и одного вида, но могут быть генетически разными

### Елена/учитель

А эта для нас очень сложная( Чем больше степеней свободы , тем меньше шансов, что мы сможем просчитать модель. А если мы не сможем просчитать модель и проверить насколько она верна, то это плохая модель(((

### Женя/ученик

везде только примеры «хищник-жертва» без всяких заморочек :- (

### Елена/учитель

Почему? Можно, придумать свой **клеточный автомат**. Вот, например <http://www.teafortwo.ru/logicheskie-igryi/igra-v-zhizn.html> - известная игра Жизнь.



## Когда еще нет модели /Рассуждалки/ТБаран и ТСлон



Рис. 1. Модель встречи ТБарана и ТСлона  
(как видит человек)

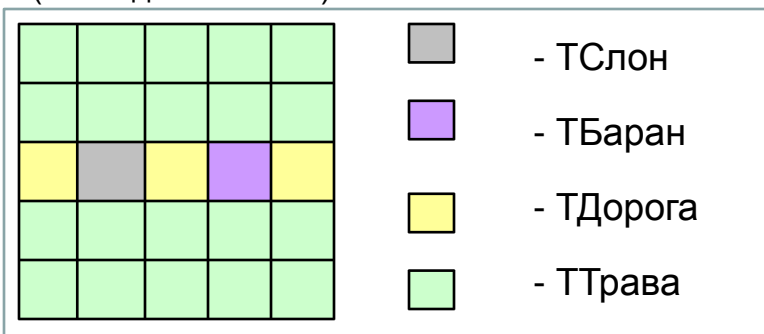


Рис. 2. Модель встречи ТБарана и ТСлона  
(как видит компьютер)

**Елена/учитель**

<http://ithappens.me/story/365>

- вот посмотри, пример забавной **клеточной модели**, созданной студентами...

**Елена/учитель**

где ТБаран случайно съел ТСлона.

Идея модели такова: в созданном мире бродят дикие звери, ТБараны и ТСлоны.

Алгоритм программы не позволяет им находиться одновременно в одном и том же месте, но при встрече, чтобы не мешать, друг другу, они могут превращаться в случайные элементы ландшафта.

**Женя/ученик**

Почему **модель клеточная**? .....для меня основное значение слова "**клетка**" - **органическая**))

**Елена/учитель**

...клеточная, так как все происходит **в клетках таблицы**

**Женя/ученик**

Скрипт бодро превратил ТСлона в квадратный метр свежей зеленой ТТравы, радостный ТБаран сожрал ее, и рухнул спать. Несчастного ТСлона поминали всей бригадой, включая преподавателя. шикарно)))

**Клеточный автомат** - сеть из элементов, меняющих свое состояние в дискретные моменты времени.

1. Каждый автомат или клетка может находиться в конечном числе состояний, в простейшем случае в двух - черное или белое, жизнь или смерть, 1 или 0.

2. В моделях клеточных автоматов среда обычно предполагается однородной, т.е. правило изменения состояний для всех клеток одинаковы

3. Состояние автомата в момент  $t + 1$  определяется его состоянием и состоянием его ближайших соседей в предыдущий момент  $t$ .

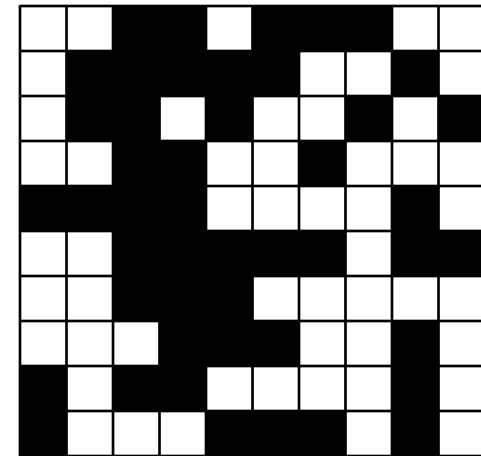


Рис. 1. Двумерный клеточный автомат 10×10.

### Изучите основные свойства Клеточного автомата

Что такое Клеточный Автомат?

Что вы понимаете под  
«состоянием клетки»?

Какое правило изменения среды  
вы бы предложили?

Предложите алгоритм влияния  
соседей друг на друга.

**Игра «Жизнь»** (англ. Conway's Game of Life) — клеточный автомат, придуманный английским математиком Джоном Конвеем в 1970 году ставший началом исследований в системной биологии.

### Формулируем задачи проекта:

1. Ознакомиться с синтетической теорией эволюции, законами Менделя.
2. Определить основные характеристики, влияющие на видовое разнообразие растений и построить визуальную клеточную эволюционную модель биологического разнообразия.
3. Создать модель, отражающую генетическое строение и приспособленность изучаемого объекта к заданным условиям среды.
4. Предсказать количество и возможный генотип потомков, их приспособленность к среде.
5. Сравнить генотип родителей и потомков, их приспособленность, сделать вывод о будущем рассматриваемого вида растений.

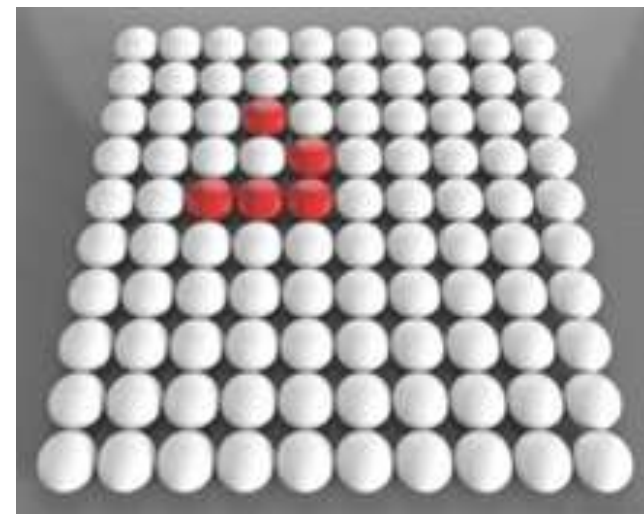


Рис. 1. Игра «Жизнь» элемент Планер (glider) на квадратной решётке  $10 \times 10$  с периодическими условиями  
Из Википедии

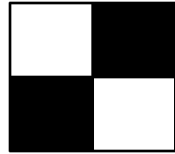
Для конструирования модели выявите влияние уровней организации жизни и возможности эволюционных алгоритмов

### Конструируем модель

Одно дерево — не лес, скопление отдельных клеток — не организм.

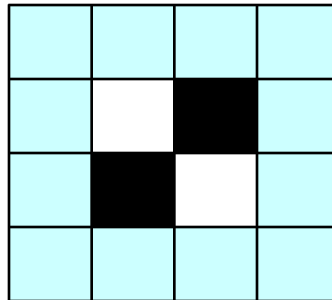
*Свойства системы*

Что такое элементы организма?



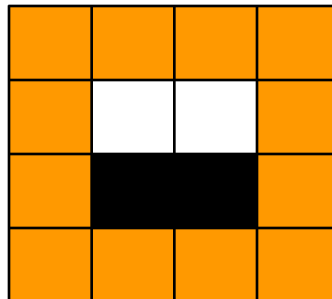
- Организм состоит из элементов

Что такое среда и жизнь организма?



- Организм живет в среде

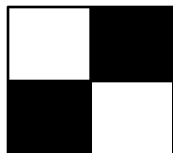
Что такое изменения среды и изменения организма?



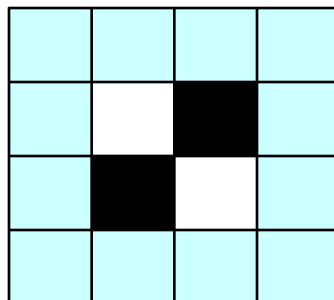
- Организм изменяется под действием среды или мутаций

### Конструируем модель

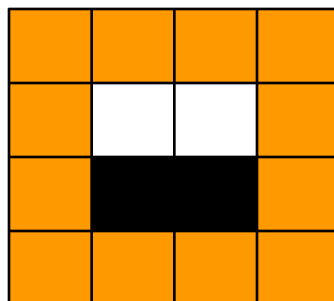
1. Создаем организм уровня типа 4 или 5 с элементарной структурой аналогичной уровню 1.



2. Конструируем среду для жизни уровня 5,6 или 7 и создаем правила для жизни организма.



3. Придумываем правила изменения организма и среды.



### Уровни организации жизни

**1. Молекулярно-генетический уровень.** Элементарная структура - **ген**.

**2. Клеточный уровень.**

**3. Органно-тканевой уровень.**

**4. Организменный уровень.**

Структурная единица – организм, отдельное живое существо, взаимодействующее со средой обитания.

**5. Популяционно-видовой уровень.**

Структурная единица – популяция, приспособленная к среде обитания под действием естественного отбора.

**6. Экосистемный уровень.**

Структурными элементами являются популяции разных видов.

Микроэкосистема, мезоэкосистема, макроэкосистема.

**7. Биосферный.**

Структурные элементы - биogeоценозы (экосистемы)

Мега-экосистема. Включает всю совокупность живых организмов Земли вместе с окружающей природной средой.



# «От первого похода до проекта»

Теоретическая база/ Клеточный автомат /Маргаритковый мир/Руководитель

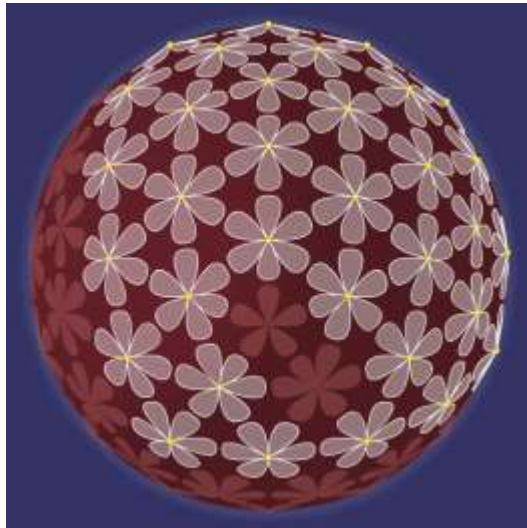


Рис. 1. Визуальная модель «Маргаритковый мир»

Какие уровни организации жизни можно выделить в модели?

<http://gingerbooth.com/flash/daisyball/DaisyBall.html> -

Изучите визуальную настраиваемую Модель (Рис.1) «Маргаритковый мир» с различными параметрами и количеством подвидов маргариток.

«Суперпримитивная биосфера, состоящая из единственного вида растений, которые... умеют...варьировать цвет своих лепестков, способна создавать эффект космического характера — глобально менять температуру поверхности планеты» (К.Ю. Еськов, 1999).

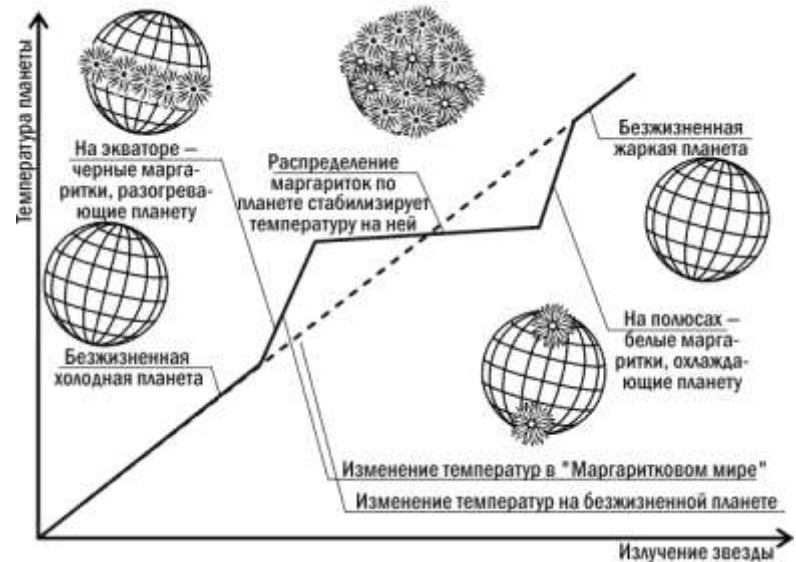


Рис. 2. Схема работы модели «Маргаритковый мир»

[https://batrachos.com/Свойства сложных систем](https://batrachos.com/Свойства_сложных_систем) - В модели рассматривается планета (Рис.2), находящаяся возле разогревающейся со временем звезды. На планете — единственный вид жизни, маргаритки, представленные двумя формами — черной и белой. Они живут лишь в определенном диапазоне температур.



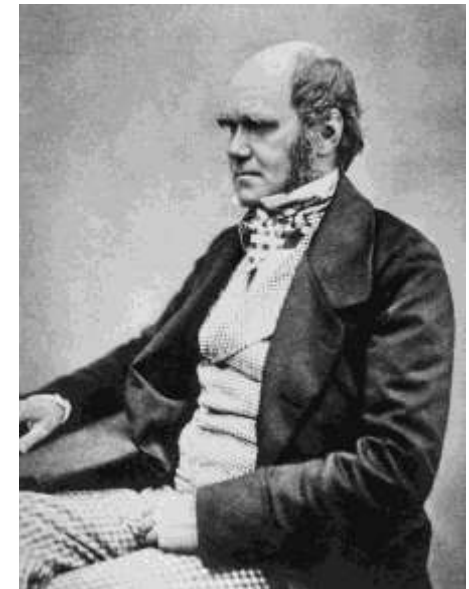
**Объект исследования:**  
биологические системы.

**Предмет исследования:**  
наследование, изменение и роль  
генетической информации в  
биологических системах.

## История эволюционного учения

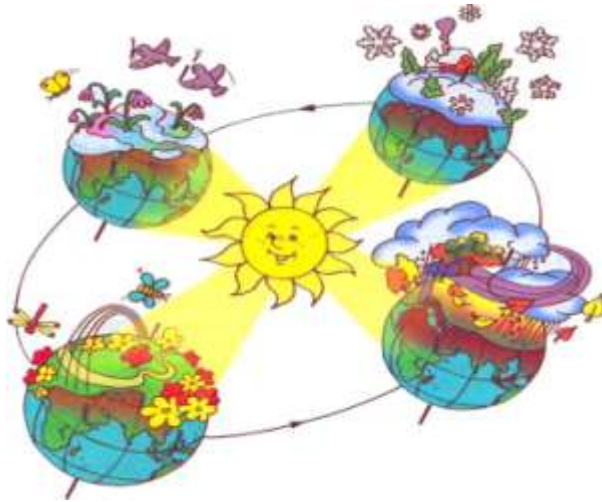
Перечислите основные этапы в истории эволюционного учения.

Анаксимандр – самозарождение; Эмпедокл – идеи о гомологии и выживании наиболее приспособленных; Демокрит - наземные животные произошли от земноводных, а те - самозародились в илу; Мопертюи - естественные модификации, происходящие во время воспроизводства; Бюффон - виды могут дегенерировать и превращаться в другие организмы... Ч. Дарвин – естественный отбор...



# «От первого похода до проекта»

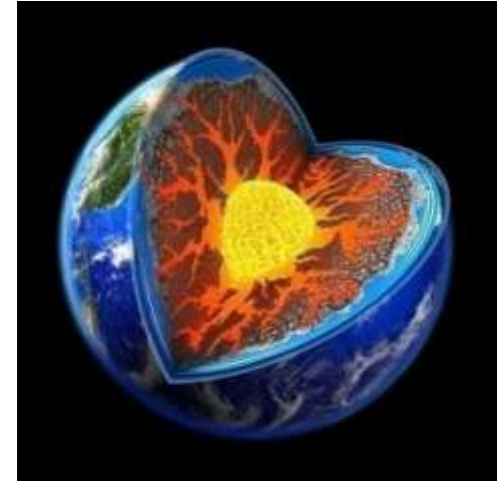
Моделирование/Теоретическая база/ Идеальная модель/Учащийся



Объясняет смену времен года

Для чего строят модели?

Можно ли построить «Идеальную модель» Земли?

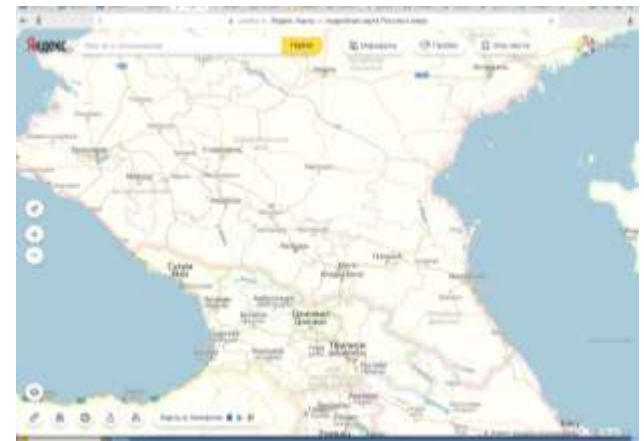


Объясняет строение Земли



Нужна для изучения климата

Почему много разных моделей?  
Какая модель лучше?



Нужна для построения маршрута



# «От первого похода до проекта»

## Когда еще нет модели /Проект Качели



Как объяснил клиент  
чего он хочет



Как понял клиента  
начальник проекта



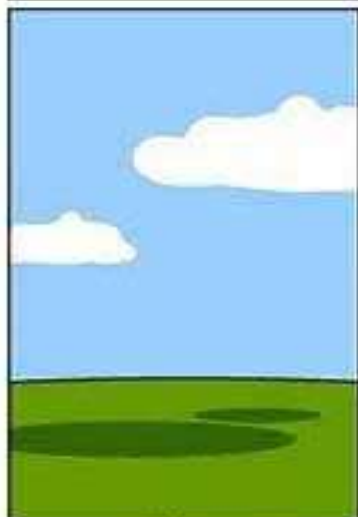
Как описал проект  
аналитик



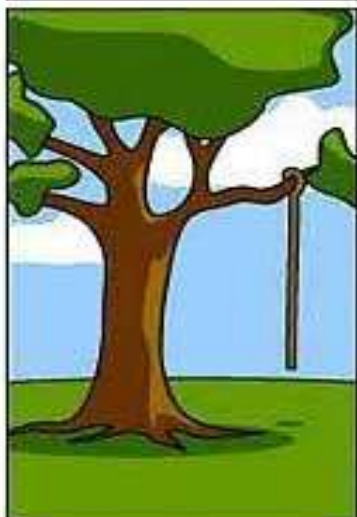
Как написал  
программист



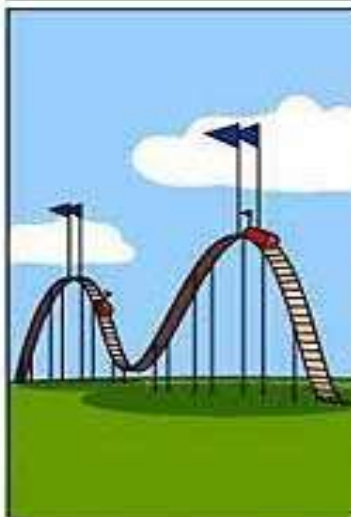
Как представил проект  
бизнес-консультант



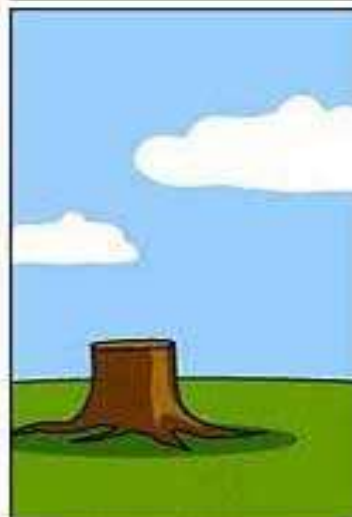
Как  
задокументировали  
проект



Какие фичи  
удалось внедрить



Как заплатил  
клиент



Как работала  
техническая  
поддержка



Что было нужно  
клиенту



## Визуализация биологической модели развития популяций

Численность популяции увеличивается в единицу времени на определенный процент.

$$x_{n+1} = a x_n,$$

$a$  – коэффициент роста численности популяции. Если прирост численности популяции в единицу времени равен 5%, то  $a = 1,05$

**Постройте графики зависимости  $x_{n+1}$  (а) при постоянном  $x_n$  для разных интервалов времени, сделайте вывод.**

**Пример построения рис.1, 2.  
(Рекомендации->)**

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1zPL7ax8831b8pXb31rDKIe7-O8g4j6jbeNN5Si39XKE/edit?usp=sharing>

<https://docs.google.com/document/d/1qn8BbmbJA5TSaMRO-UtEeoKRUViWELVI6JeWQgNSJTM/edit?usp=sharing>

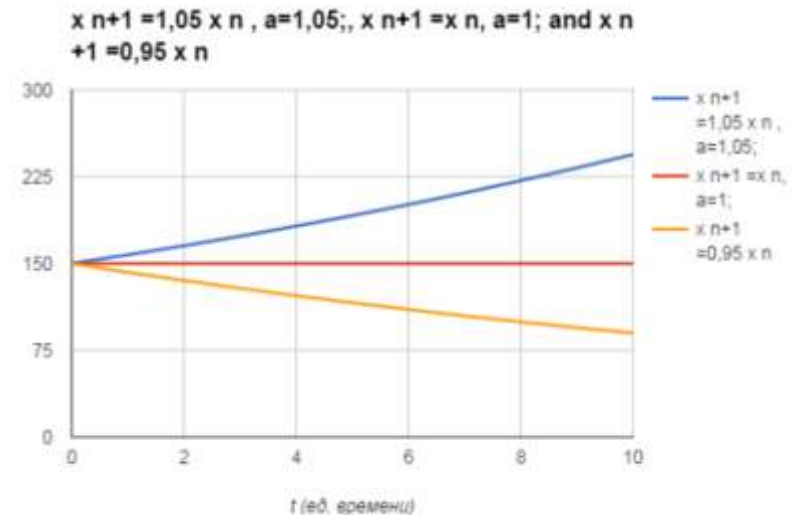


Рис. 1. График зависимости  $x_{n+1}$  (а)  $t=10$  ед.

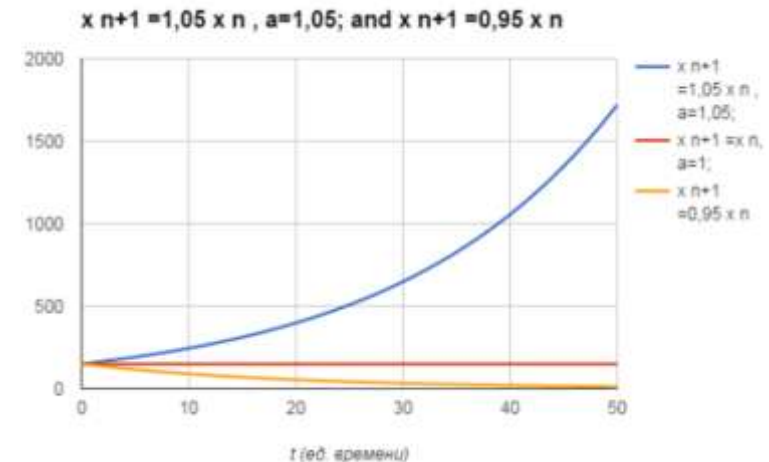


Рис. 2. График зависимости  $x_{n+1}$  (а)  $t=50$  ед.

# «От первого похода до проекта»

Моделирование/ Модель изменения численности популяции /Эксперимент- 2/Учащийся

## Визуализация биологической модели развития популяций

Для изучения зависимости численности популяции в единицу времени для различных коэффициентов роста и начального значения численности популяции

$$x_{n+1} = a x_n$$

Построить визуальную модель с использованием полосы прокрутки в электронных таблицах.

| Работа модели      | Численность популяции $X_n$ | Коэффициент изменения численности $a$ |
|--------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Стартовое значение | 50                          | 0                                     |
| Конечное значение  | 1000                        | 2                                     |
| Диапазон           | [50; 1000]                  | [0, 00; 2]                            |
|                    |                             |                                       |
| Шаг                | 50                          | 0, 1                                  |

Табл. 1. Пояснения к модели

Рис. 1. Создаем **полосу прокрутки**. Находим в панели управления **Формы** -> **Полоса прокрутки**. Вставляем полосу прокрутки на лист.

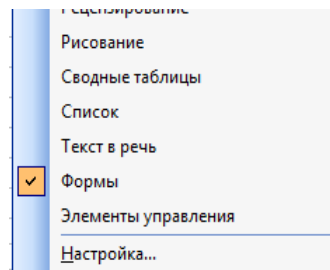


Рис. 1. Формы

Рис. 2. Правой кнопкой щелкаем по полосе прокрутки на новой панели выбираем **Формат объекта**

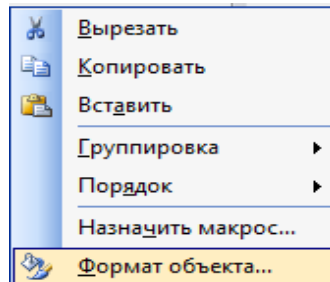


Рис. 2. Формат объекта

Рис. 3. Назначаем **связь** с ячейкой \$C\$2, заполняем поля **Максимального и Минимального значения и Шага**, учитывая, что полоса прокрутки работает для целочисленных значений, величина, используемая в модели будет храниться в ячейке D2 в виде: =C2/100

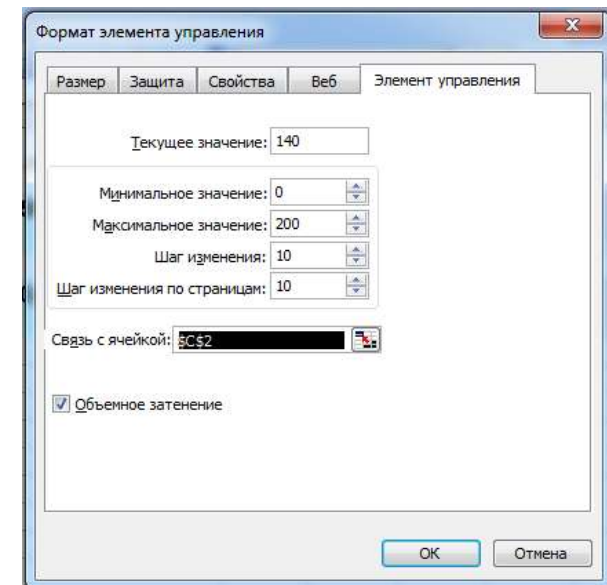


Рис. 3. Элемент управления

# «От первого похода до проекта»

Моделирование/ Модель изменения численности популяции /Эксперимент -2/Учащийся

## Визуализация биологической модели развития популяций

Используя **Пояснения к модели** в Табл. 2, проведите **Эксперимент на визуальной модели с полосой прокрутки**. Сделайте вывод.

| Работа модели          | Численность популяции $X_n$ | Коэффициент изменения численности $a$ |
|------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Промежуточные значения | убывает                     | $a < 1$                               |
| Промежуточные значения | возрастает                  | $a > 1$                               |
| Промежуточные значения | не изменяется               | $a = 1$                               |

Табл. 2. Пояснения к модели

## Вывод:

Для рекуррентного соотношения

$$X_{n+1} = a X_n :$$

- популяция

растет, если  $a > 1$

- не изменяется при

$a = 1$

- убывает при  $a < 1$ .

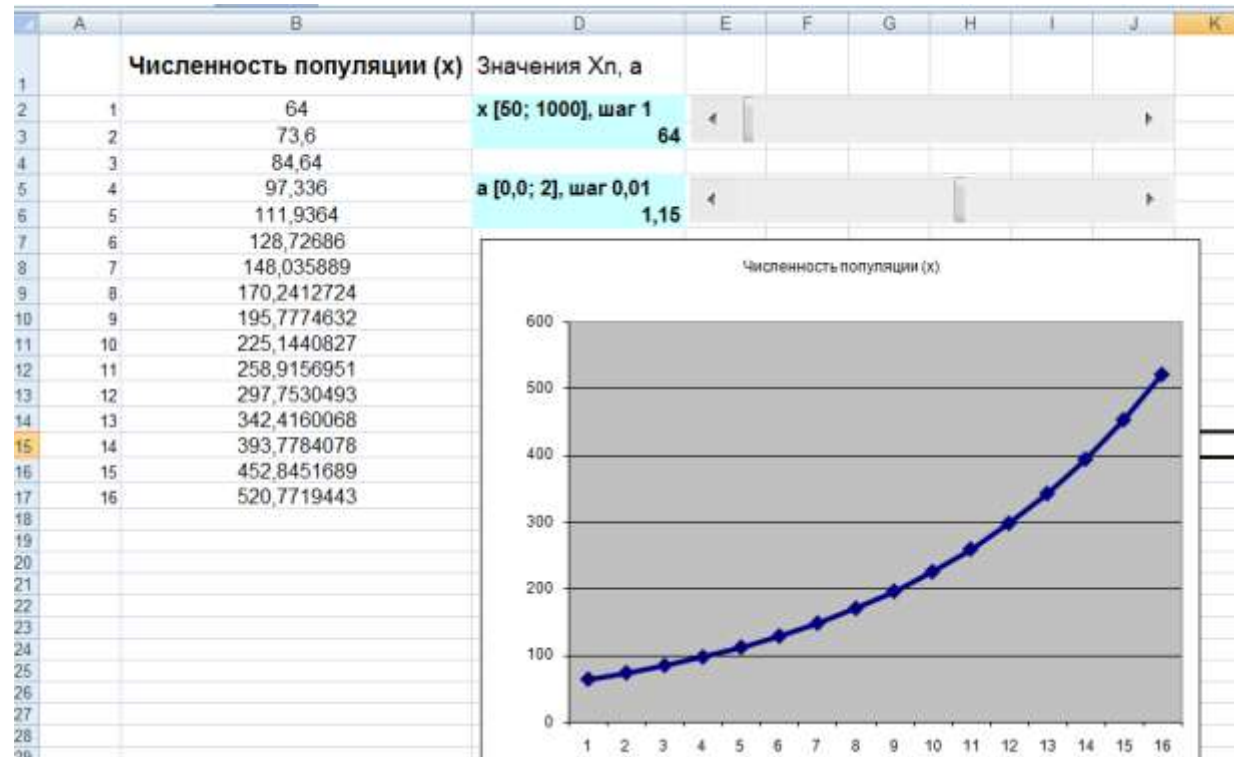


Рис. 4. Модель изменения численности популяции

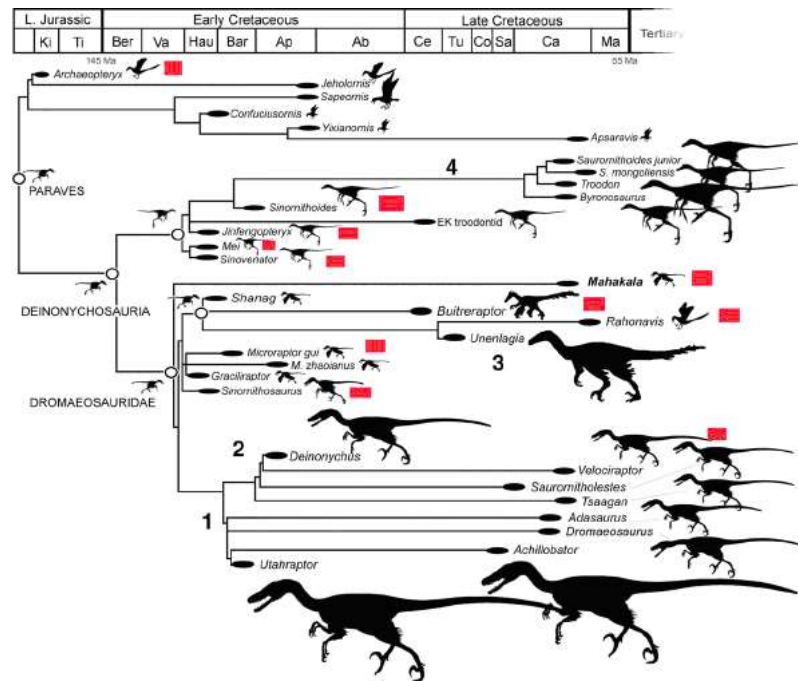
Пример.

Рис. 4. Численность популяции  $X$  возрастает при  $a=1,15$

создать цифровую модель,  
отражающую корректирующее  
влияние естественного отбора  
на разнообразие видов  
растений.

**Объект исследования:**  
биологические системы.

**Предмет исследования:**  
наследование, изменение и роль  
генетической информации в  
биологических системах.



**Игра «Жизнь»** (англ. Conway's Game of Life) — клеточный автомат, придуманный английским математиком Джоном Конвеем в 1970 году ставший началом исследований в системной биологии.

## Формулируем задачи проекта:

1. Ознакомиться с синтетической теорией эволюции, законами Менделя.
2. Определить основные характеристики, влияющие на видовое разнообразие растений и построить визуальную клеточную эволюционную модель биологического разнообразия.
3. Создать модель, отражающую генетическое строение и приспособленность изучаемого объекта к заданным условиям среды.
4. Предсказать количество и возможный генотип потомков, их приспособленность к среде.
5. Сравнить генотип родителей и потомков, их приспособленность, сделать вывод о будущем рассматриваемого вида растений.

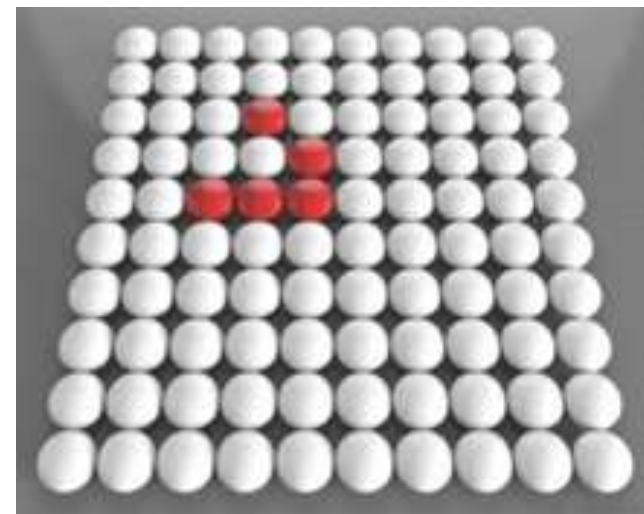


Рис. 1. Игра «Жизнь» элемент Планер (glider) на квадратной решётке  $10 \times 10$  с периодическими условиями  
Из Википедии

Для конструирования модели выявите влияние уровней организации жизни и возможности эволюционных алгоритмов



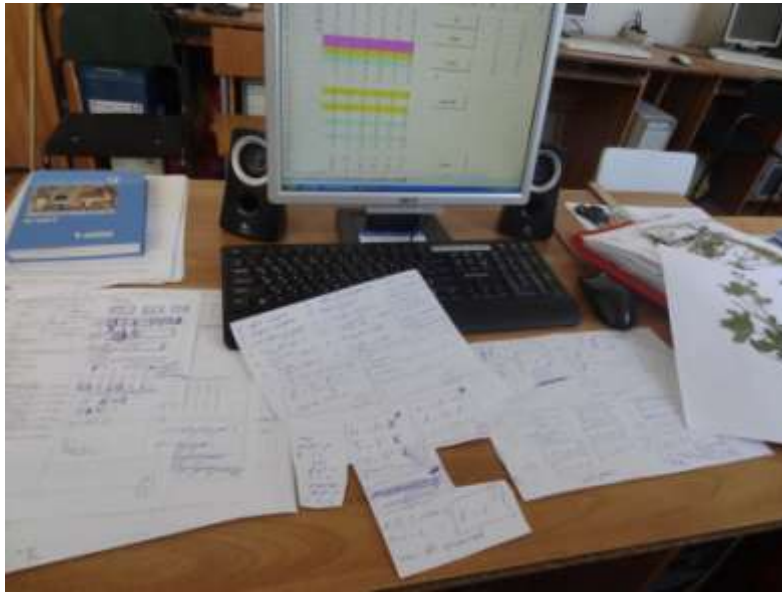


Фото 1. Работа над проектом, «Клеточная эволюционная модель биоразнообразия». Составление алгоритма и написание программы.  
08.2014г.

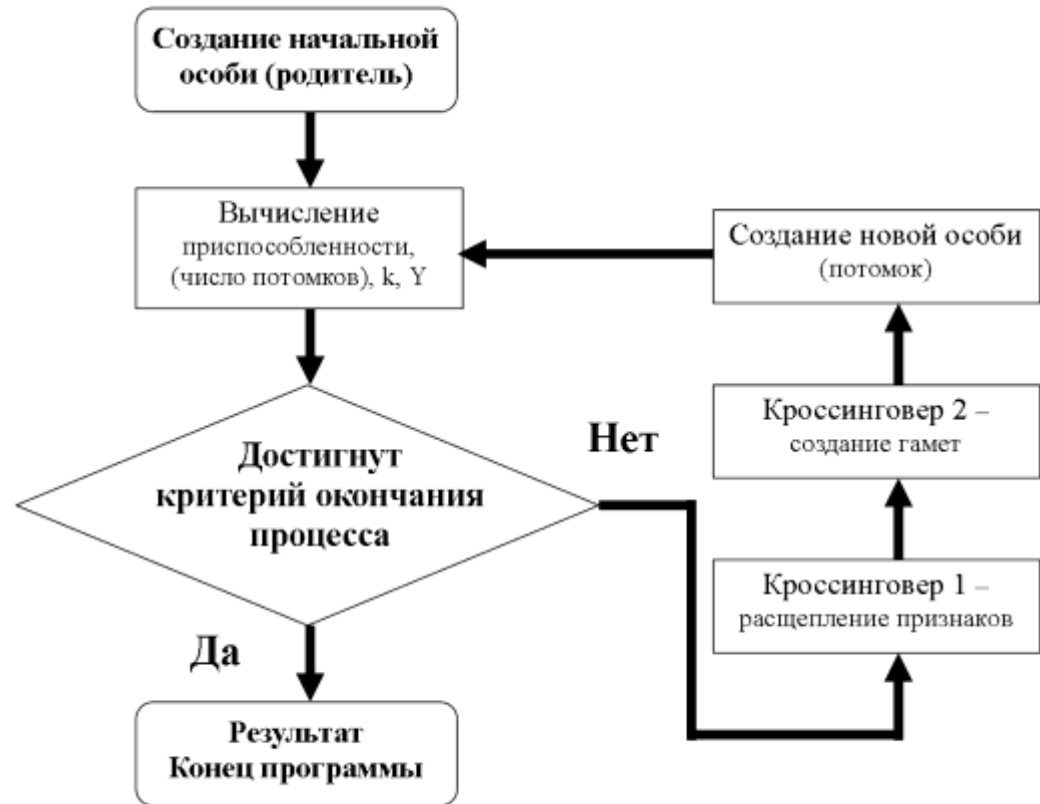


Рис. 1. Блок схема эволюционного алгоритма клеточного автомата видового разнообразия.

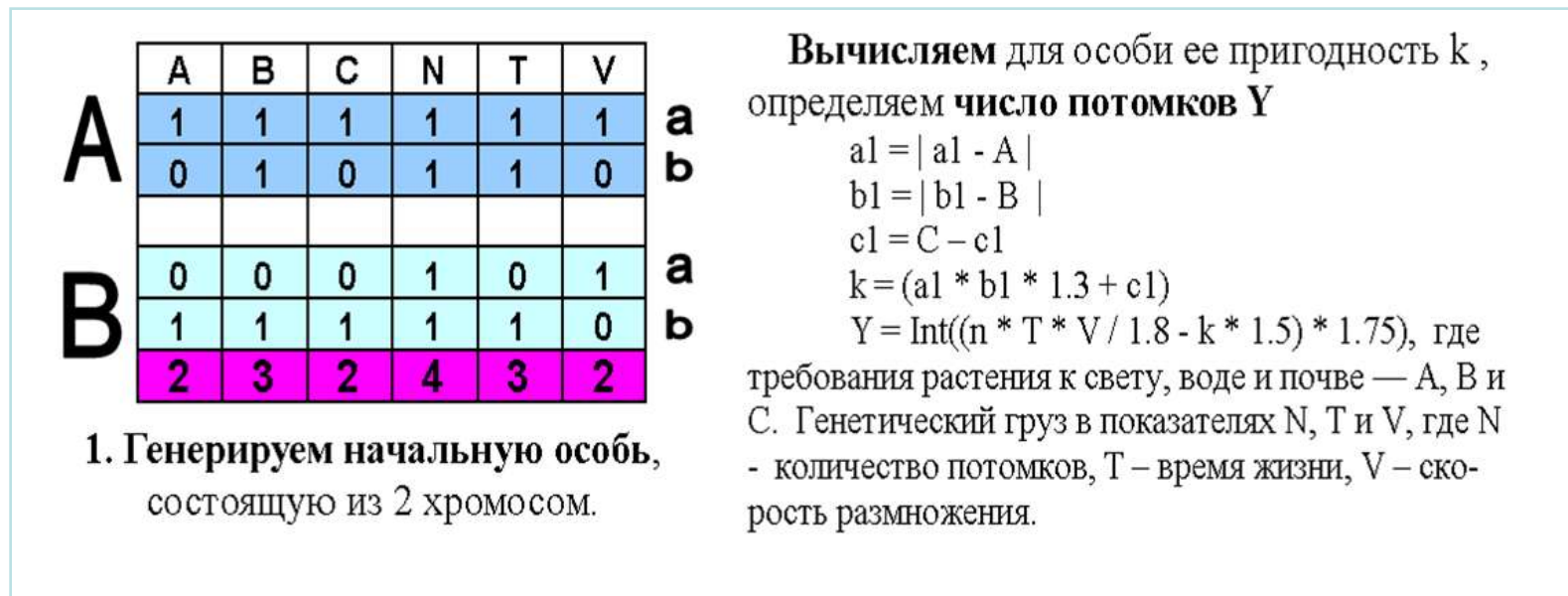


Рис. 1. Схема работы алгоритма

Эволюционная модель позволяет пошагово отображать процессы создания и развития особи.

В качестве параметров, характеризующих одну особь, выступает массив, состоящий из четырех строк (аналогично в биологии – две хромосомы, каждая состоит из двух нитей ДНК).

Программа позволяет определить количество потомков, используя характеристики внешней среды и особи, которые задаются основными критериями, влияющими на жизнь растения. Модель особи, где ген состоит из суммы столбца хромосомы и определяет характеристики особи.

# «От первого похода до проекта»

Моделирование/ Клеточная эволюционная модель биоразнообразия/Исследовательская деятельность

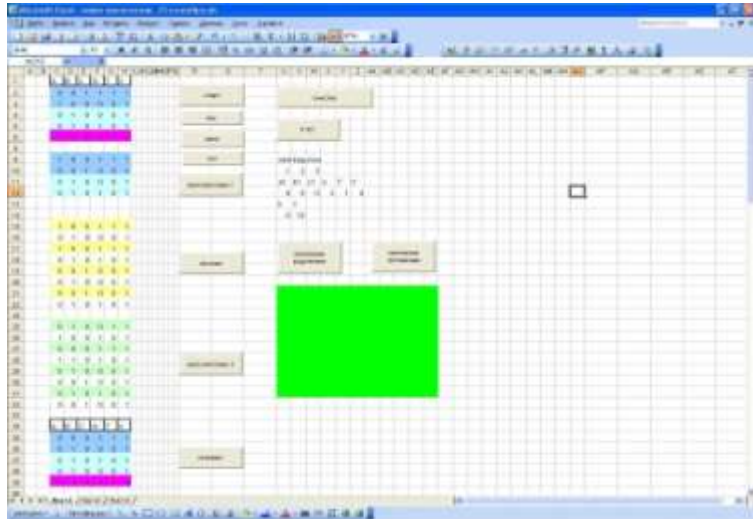


Рис. 1. Пример работы программы. Создание новой особи (потомок). Вычисление приспособленности ( $k=-3$ ), число потомков ( $Y=15$ )

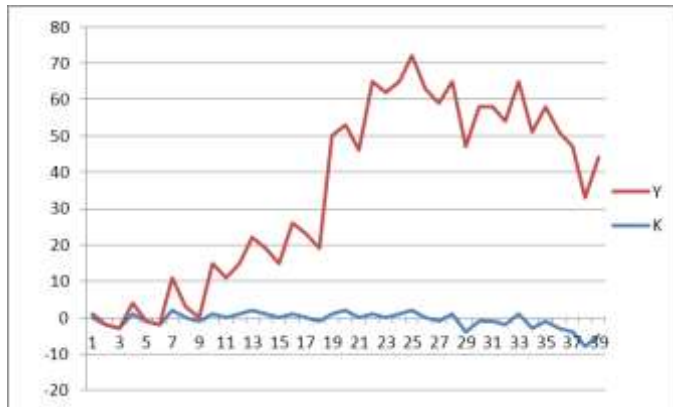


Рис. 2. Развитие популяции, под влиянием естественного отбора и подбора наименее подходящей среды обитания  
Y – количество потомков  
K- коэффициент приспособленности

Мотивацией при выборе темы послужил интерес к изучению процессов, влияющих на эволюцию развития систем.

**Использование инструментов:** объектно-ориентированного языка программирования Microsoft Excel Visual Basic для создания клеточной эволюционной модели и механизмов генетического алгоритма, самоопыляющихся растений для исследования влияния естественного отбора на разнообразие видов растений обусловлено желанием создать визуальную эволюционную модель, работа которой доступна для понимания школьников.

## Принципы выбора темы проекта

Тема работы интересна учащемуся:

Художнику

Биологу

Биологу-генетику

Изучает:

историю пейзажной живописи;  
творчество местных художников;  
технику изображения пейзажа;  
иллюстрации в справочниках и энциклопедиях.

Создает:

рисунки, картины, презентации, видеофильмы.

## Реализованные проекты - Пулин Илья, 7 класс:

1. Тайны малой реки Куры или Кура хранитель краснокнижных растений -2015г. (рисунок + сочинение)
2. Тайны долины реки Куры (экскурсия) – 2016г.
3. Курский район глазами местных художников (документальный фильм) – 2016г.

## Принципы выбора темы проекта

Тема работы интересна учащемуся:

Художнику

Биологу

Биологу-генетику

Изучает:

историю изучения флоры Кавказа;  
открытия ботаников-исследователей флоры  
Северного Кавказа;  
методику полевых ботанических исследований;  
конспект флоры по справочникам.

Создает:

гербарии, флористический список, презентации, видеофильмы.

## Реализованные проекты - Мамакина Татьяна, 9 класс:

1. Инвентаризация флоры долины реки Куры  
и её анализ – 2015г.

2. Несоответствие видового состава растений  
долины реки Куры относительно  
«Конспекта флоры Ставрополья» - 2016г.  
(Диплом I степени «В науку первые шаги»)



## Принципы выбора темы проекта

Тема работы интересна учащемуся:

Художнику

Биологу

Биологу-генетику

### Изучает:

идеи синтетической теории эволюции и законы Менделя;  
характеристики, влияющие на видовое разнообразие растений;  
классические эволюционные алгоритмы;  
язык программирования.

### Создает:

модели, презентации, видеофильмы.

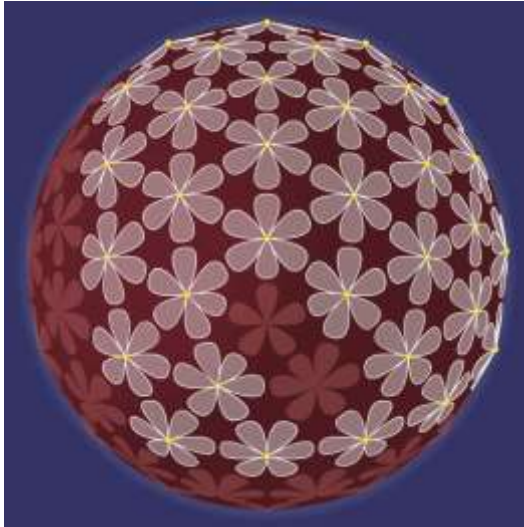
## Реализованные проекты Мелещенко Евгений, 11 класс:

1. Клеточная эволюционная модель  
биоразнообразия – 2015г.

(Диплом II степени «Шаг в будущее»,  
Диплом I степени «В науку первые шаги»)

2. Использование генетического алгоритма  
для изучения передачи генетической информации  
в биологических системах – 2016г.

## Маргаритковый мир/ Что почитать



Нил Шубин. Внутренняя рыба. История человеческого тела с древнейших времен до наших дней

(Neil Shubin. Your Inner Fish: A Journey into the 3,5-Billion-Year History of the Human Body) CORPUS, Издательство «Астрель», 2010 г.

<http://scisne.net/a-1119>

Почему мы выглядим так, как выглядим?  
Что общего между человеческими руками и, допустим, крылышками бабочки?

Еськов К. Ю. Удивительная палеонтология: История Земли и жизни на ней. ЭНАС, 2008 г. - 312 стр. <http://scisne.net/a-303>

Создана целостная картина эволюции биосферы Земли.

«Научная кухня», помогает понять механизмы развития жизни и узнать, как менялась наша планета на протяжении миллиардов лет.

# Материалы интернет

- <http://www.dvaporosenka.ru/raskrasky/raskraski-disney/231-raskraski-alica-v-strane-chudes-disney> рисунок «Алиса в стране чудес»
- <http://www.liveinternet.ru/users/natali8/post280712375/> - смена времен года
- <http://www.np-ciz.ru/information/branch-news/?branchnews=772> - модель строения Земли
- <http://zagruzit93.atrenb.ru/Строение+листа/> - строение ткани листа
- <https://otvet.mail.ru/question/87163003> - процесс жизнедеятельности растения
- <http://biology-online.ru/images/photos/medium/article127.jpg> - строение экосистемы
- <http://fs1.ucheba-legko.ru/images/b6e01b3ca9593c4d70c0ef908cd4da26.png> - наследственные формы мухи
- <http://fs.nashaucheba.ru/docs/180/index-96728.html?page=13> - схема генерации и проведения нервного импульса
- [http://ours-nature.ru/new\\_site/img/1063747118/i\\_041.jpg](http://ours-nature.ru/new_site/img/1063747118/i_041.jpg) - математическая модель «хищник-жертва»
- [http://img-fotki.yandex.ru/get/4607/28257045.86d/0\\_7e29c\\_637ad8ef\\_XL.jpg](http://img-fotki.yandex.ru/get/4607/28257045.86d/0_7e29c_637ad8ef_XL.jpg) - Тслон
- [https://klv-obo.ru/img/gallery/3/thumbs/thumb\\_1\\_8393.jpg](https://klv-obo.ru/img/gallery/3/thumbs/thumb_1_8393.jpg) - Тландшафт
- [http://img0.liveinternet.ru/images/attach/c/0/119/168/119168806\\_61.png](http://img0.liveinternet.ru/images/attach/c/0/119/168/119168806_61.png) - Тбаран
- <http://biofile.ru/pic/sj-02-405.jpg> - Систематика растений
- <http://s019.radikal.ru/i600/1203/2e/33d947061210.jpg> - модель «Проект Качели»
- [http://www.e-reading.club/illustrations/1023/1023890-i\\_063.jpg](http://www.e-reading.club/illustrations/1023/1023890-i_063.jpg) -Круговорот воды в природе
- [http://open.az/uploads/posts/2009-06/1243921862\\_herz.jpg](http://open.az/uploads/posts/2009-06/1243921862_herz.jpg) - модель сердца
- <http://oplib.ru/random/view/14247> Растения семейства бобовых
- <http://festival.1september.ru/articles/622145/> - Динамика численности популяции. Экологические стратегии /Курс "Общая биология «раздел "Основы экологии «профильный класс/
- [http://sfedu.ru/www/umr.umr\\_download?p\\_umr\\_id=9859](http://sfedu.ru/www/umr.umr_download?p_umr_id=9859) - **Пахоменко Т.Н.** Учебно-методическое пособие к проведению лабораторных занятий по курсу «Экологические ресурсы юга России» – Ростов-на-Дону, 2010, 89с
- [http://vmede.org/sait/?id=Biologiya\\_varigin\\_t1\\_2011&menu=Biologiya\\_varigin\\_t1\\_2011&page=6](http://vmede.org/sait/?id=Biologiya_varigin_t1_2011&menu=Biologiya_varigin_t1_2011&page=6)
- Молекулярно-генетический уровень
- <http://bibl.tikva.ru/base/B1253/B1253Part49-260.php> - **Клеточное моделирование 4.1. Модели процессов самоорганизации**
- [http://nature.air.ru/biodiversity/book3\\_1\\_5.html](http://nature.air.ru/biodiversity/book3_1_5.html) География и мониторинг биоразнообразия. Коллектив авторов./Серия учебных пособий «Сохранение биоразнообразия». М.: НУМЦ. 2002. 432 с
- <http://scisne.net/a-1590> Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. 1948-1961. - 2-е издание. - М.: Наука; Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983. - 344 с.
-

# Литература

- 1. В. В. Алехин и Д. П. Сырейщиков Методика полевых ботанических исследований. Вологда: Издательство «Северный печатник», 1926. 69 с. Программа - minimum для исследования русских степей, составленная группой геоботаников во время Всесоюзного Съезда Ботаников в Москве 1926 г.
- 2. Скоробогатова О.Н. Полевая летняя практика по экологии. Нижневартовск: Издательство НВГУ, 2013. 125 с.
- 3. Н.Н. Наумова, И.С. Шварева, Г.Н. Лаврова и др. Методы экологических исследований для школьников: Учебно- методическое пособие / под ред. Н.Н. Наумовой, И.С. Шваревой – Ковров: Маштекс, 2007.
- 4. Флористический список. Кавказ, Ставропольский край, Курская // <http://www.plantarium.ru/page/flora/id/61.html> //
- 5. А. И.Галушко Флора Северного Кавказа. Определитель: в 3 т. / Под ред. С. К. Черепанова. Т. 1. Ростов-н/Д, 1978. 320 с.; Т. 2. Ростов-н/Д, 1980. 352 с.; Т. 3. Ростов-н/Д 1980. 328с.
- 6. Красная книга Ставропольского края: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Т. 1. Растения. Ставрополь, 2002. 384с.
- 7. А.Л.Иванов Конспект флоры Ставрополя. 2-е издание, исправленное и дополненное, Ставрополь: Изд-во СГУ, 2001. 121 с.
- 8. Редько В. Прикладное эволюционное моделирование. Генетический алгоритм. Оценка эффективности генетического алгоритма // Copyright © Vladimir Red'ko, Nov 2, 1999  
<http://www.keldysh.ru/pages/BioCyber/Lectures/Lecture10/Lecture10.html>
- 9. Фогель Л., Оуэнс А., Уолш М. Искусственный интеллект и эволюционное моделирование. // М. – 1969г.// ISBN: 978-5-458-49798-5, 1969г.
- 10 Панченко, Т. В. Генетические алгоритмы [Текст] : учебно-методическое пособие / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. — Астрахань : Издательский дом «Астраханский университет», 2007.
- 11. Люк Ш. Основы метаэвристик. 2009/. <http://qai.narod.ru/GA/metaheuristics.html>
- 12. Генетический алгоритм. Просто о сложном из песочницы tutorial // <http://habrahabr.ru/post/128704/>

# Структура

Введение  
Аннотация  
Структура

- 1.1. Подготовка исследования/ Выбор маршрута /Руководитель
- 1.2. Подготовка исследования/ Выбор маршрута /Учащийся
- 1.3. Когда еще нет данных /Рассуждалки /Обычная трава

- 2.1.1. Данные в проекте /Экспериментальные исследования/Строим маршрут
- 2.1.2. Данные в проекте /Экспериментальные исследования /Лаборатория
- 2.2.1. Данные в проекте /Полевые исследования/ Фотографии /Учащийся
- 2.2.2. Данные в проекте /Полевые исследования/ Гербарий /Учащийся
- 2.3.1. Данные в проекте /Теоретический материал/ Систематика /Руководитель
- 2.3.2. Данные в проекте/ Теоретический материал/ Достоверные данные/ Руководитель/Учащийся

- 3.1.1. Обработка данных /Анализ результатов/ Схема лугов /Учащийся
- 3.1.2. Обработка данных /Анализ результатов/ Встречаемость семейства /Учащийся
- 3.1.3. Обработка данных /Анализ результатов/Лаборатория “Архимед” /Учащийся
- 3.2.1. Обработка данных /Теоретический материал/Работа с текстовыми документами/Учащийся

- 4.1.1. Теоретическая база/ Модель/Что такое модель/Руководитель
- 4.1.2. Теоретическая база/ Модель/Модели в биологии/Руководитель
- 4.1.3. Когда еще нет модели /Рассуждалки/ТБаран и ТСлон
- 4.2.1. Теоретическая база/Клеточный автомат /Общие сведения/Учащийся
- 4.2.2. Теоретическая база/ Клеточный автомат /Игра «Жизнь» Учащийся
- 4.2.3. Теоретическая база/ Клеточный автомат /Конструируем модель/Учащийся
- 4.2.4. Теоретическая база/ Клеточный автомат /Маргаритковый мир/Руководитель
- 4.2.5. Теоретическая база/ Клеточный автомат /Цель проекта/Учащийся
- 4.2.6. Теоретическая база/ Клеточный автомат/История эволюционного учения/Учащийся

- 5.1.1. Моделирование/Теоретическая база/ Идеальная модель/ Учащийся
- 5.1.2. Когда еще нет модели /Проект Качели
- 5.2.1. Моделирование/ Модель роста популяции без ограничения/Эксперимент 1/ Учащийся
- 5.2.2. Моделирование/ Модель изменения численности популяции /Эксперимент -2/Учащийся
- 5.3.1. Моделирование/ Клеточная эволюционная модель биоразнообразия/Цель проекта/
- 5.3.2. Моделирование/ Клеточная эволюционная модель биоразнообразия/Задачи проекта
- 5.3.3. Моделирование/ Клеточная эволюционная модель биоразнообразия/Блок схема
- 5.3.4. Моделирование/ Клеточная эволюционная модель биоразнообразия/Схема работы
- 5.3.5. Моделирование/Клеточная эволюционная модель биоразнообразия/ Исследовательская деятельность

- 6.1. Представление результатов/Принципы выбора темы проекта/ Художник
- 6.2. Представление результатов/Принципы выбора темы проекта/ Биолог
- 6.3. Представление результатов/Принципы выбора темы проекта/ Генетик

Литература