

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра информатики

Дисциплина: Математика. Математический анализ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
к курсовой работе  
на тему

АНИМАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ MAPLE ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ  
РЕШЕНИЙ

БГУИР КР 1-40 04 01

Студент: гр. 053506 Слуцкий Н. С.  
Руководитель: канд. ф.-м. н., доцент  
Рыкова О.В.  
канд. ф.-м. н., доцент Калугина М.А

Минск 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Введение	3
2.	Введение в пакет "plots" для обычной и расширенной визуализации	4
3.	Немного о статической визуализации в системе компьютерной алгебры Maple	5
3.1.	Отображение двумерных объектов	5
3.2.	Отображение трёхмерных объектов	8
3.3.	Панель инструментов для дополнительной настройки отображения	9
4.	Введение в анимацию в системе компьютерной алгебры Maple	10
4.1.	...	...
5.	....	...
5.1.	...	...
5.2.	....	...
6.	Заключение	...
7.	Список использованных источников	...

## **Введение**

Когда просто наборы чисел и (или) формул не раскрывают в достаточно понятной степени найденное решение поставленной математической и не только проблемы, на вооружение к нам, как к исследователям, приходят различные возможности, предоставляемые современными системами компьютерной алгебры и другими пакетами прикладных программ, по графическому представлению решений в форме графиков и др. Визуальных объектов.

В целом визуализация каких-либо данных представляет собой наглядное графическое представление массивов различной информации. Если смотреть на поверхности, то классическое построение графиков функций на уроках математики делается как раз с целью отображения (визуализации) той или иной функции. Для каких целей ? Чтобы показать, что проследить поведение функции (экстремумы, монотонность, знакопостоянство, выпуклость и др.) можно также не аналитически, а фактически на рисунке. Это обычно воспринимается более легко, понятно и в целом является наиболее топорным методом по-быстрому исследовать поведения функций, когда из многих нужно выбрать наиболее подходящие.

Наглядность поставленной задачи является важной частью не только для понимания процесса решения, но и для исследования его в динамике, которая, разумеется, легче воспринимается зрительно. Приятным и полезным бонусом является анимация этапов решения, которая даёт экспрессивное представление о скорости явления, например. Нам, как студентам, как исследователям, визуализация и анимация часто позволяет находить аналогии и закономерности, систематизировать найденные решения и моделировать определённый кейс при проведении какой-то исследовательской работы.

## **Введение в пакет “plots” для обычной и расширенной визуализации**

Базовое построение классических графиков обыкновенных функций ограничивается применением и настройкой функции “plot” из глобальной области видимости в Maple. Подробнее эта функция будет рассматриваться в одном из разделов ниже. Однако в большинстве случаев возникает необходимость построить нечто более изощрённое. Не только построить, но и проанимировать. И так далее. На помощь приходит встроенный пакет (библиотека) функций “plots” [1]. Пакет “plots” содержит почти полсотни графических функций, существенно расширяющих возможности построения двумерных и трехмерных графиков в Maple. Среди этих функций надо отметить прежде всего средства построения графиков ряда новых типов (например, в виде линий равного уровня, векторных полей и т. д.), а также инструменты объединения различных графиков в один.

В целом этот пакет вполне заслуживает описания в отдельной методичке. Но, учитывая ограниченный объем данной курсовой работы, автор рассмотрит лишь несколько характерных примеров его применения. Важно помнить, что для использования приведенных функций нужен вызов пакета, например, командой `with(plots)` или доступом по ключу вида `plots[implicitplot]()`. Способы обращения к функции “display” на рисунках 1 и 2 равнозначны.

```
> with(plots) :  
_> display(y1, y2);
```

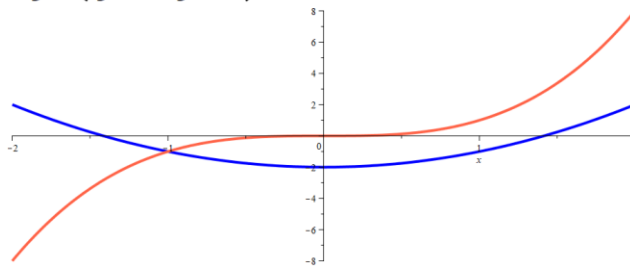


Рисунок 1. Обращение с директивой использования всего пакета

```
> plots[display](y1, y2);
```

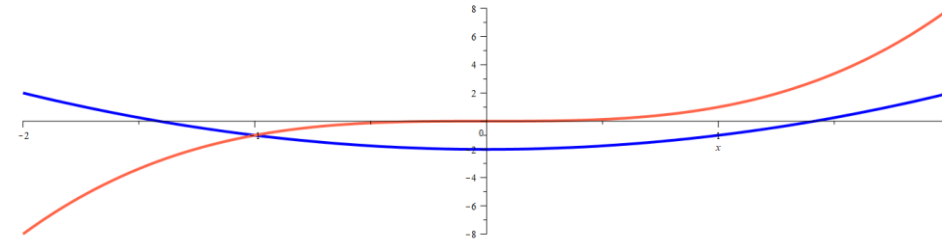


Рисунок 2. Получение одной функции из пакета по её имени

### **Немного о статической визуализации в системе компьютерной алгебры Maple**

Maple предоставляет обширный набор инструментов визуализации. Можно создавать двухмерные и трёхмерные графики и анимации в интерактивном режиме с помощью Помощника по построению графиков и контекстных меню. Maple также включает в себя большую коллекцию команд и инструментов программирования для создания и настройки сюжета. Эти команды можно использовать в интерактивном режиме или включать в программы и сценарии Maple для создания пользовательских специализированных графиков и расширенных приложений. Базовый инструментал по созданию графических изображений с графиками функций представлен командой “plot” и некоторыми вспомогательными методами из пакета “plots”, описанного в прошлом пункте.

### **Отображение двумерных объектов**

Для построения графиков функций и простейших кривых и поверхностей нет необходимости подгружать пакет “plots”. Достаточно использовать функцию “plot”, входящую в ядро Maple.

На рисунке 3 представлен пример самой базовой визуализации привычной всем тригонометрической функции на отрезке  $[-10 ; 10]$ .

```
plot(sin(x), x=-10..10, thickness=5, color=orange)
```

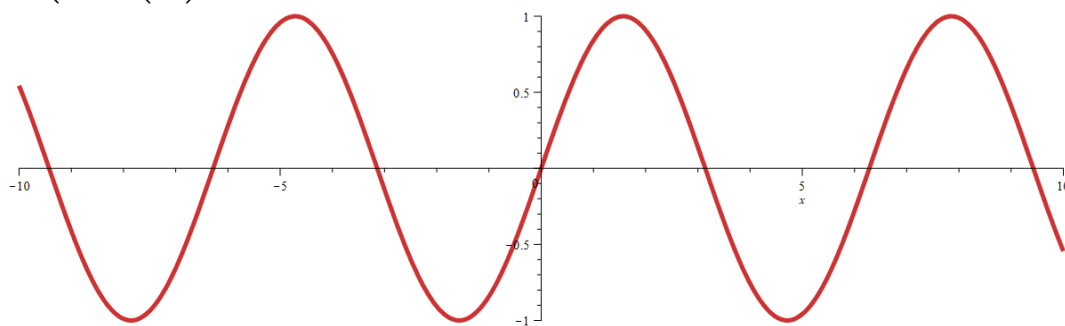


Рисунок 3. Построение графика простейшей тригонометрической функции на отрезке

Со структурой команды `plot` можно ознакомиться на сайте производителя[2]. Разумеется, в системе компьютерной алгебры Maple мы не ограничены в построении одиночных графиков элементарных функций. В качестве элементарного примера можно построить кусочно-заданную функцию (рисунок 4).

*# с помощью команды `piecewise` можно работать как с обычными, так и с кусочными функциями*

```
func := piecewise(x < -Pi, 4*cos(2*x), x >= Pi, 6*exp(1)^(-0.4*x)) :  
funcChart := plot(func, discontinuity = true, color = blue, thickness = 3);
```

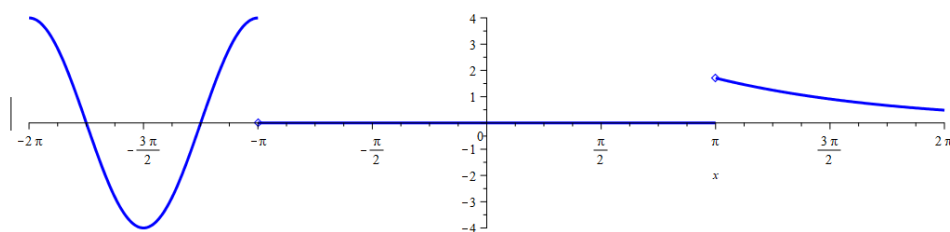


Рисунок 4. Построение графика кусочной функции

Всегда можно получить, например, графики производных и первообразных. В одной системе координат можно построить несколько графиков. Это может быть полезно, когда необходимо проследить поведение разных функций на наблюдаемых интервалах (рисунок 5).

```
> func := piecewise(x < -Pi, 4 · cos(2·x), x ≥ Pi, 6 · exp(1)-0.4·x) :
> plot([func, diff(func, x), int(func, x) + 3], scont = true, thickness = 5);
```

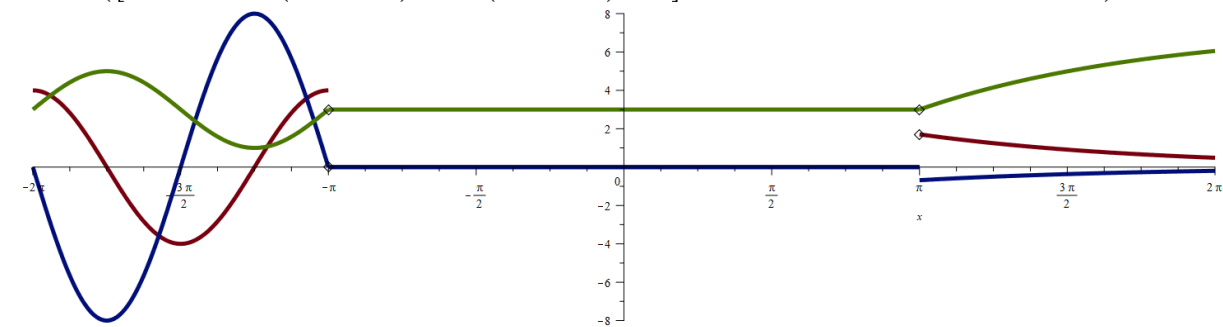


Рисунок 5. Построение нескольких графиков в одной системе координат

Выше можно было наблюдать и фиксировать самую основную базовую функцию для построения графиков и их кастомизации.

Используя дополнительные функции подключаемого пакета “plots”, можно расширять границы. Появляется возможность переходить в полярные координаты и много другого, что часто бывает полезно (рисунок 6).

```
with(plots) :
polarplot(2 + 2 cos(4·θ -  $\frac{\pi}{3}$ ), θ = 0 .. 2 π, thickness = 5, color = green);
```

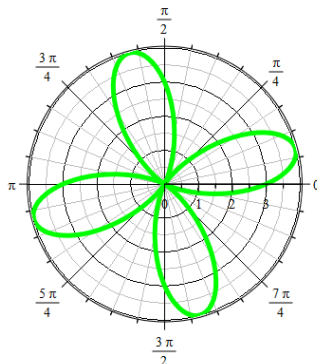


Рисунок 6. Пример построения графика функции в полярных координатах

В примерах, предоставленных автором выше, можно наблюдать, что даже статическая визуализация всего лишь двумерных сущностей является достаточно гибко настраиваемой и любые данные можно представить в наглядном, читаемом и приятном исследователю виде. Настройка цветов, толщины линий, способа отображения графика (точечно или сплошной

линией) — это лишь несколько пунктов из возможностей кастомной визуализации функций.

### Отображение трёхмерных объектов

Перейдём в пространство  $R^3$ . Имея функцию вида  $z = f(x, y)$  или неявно заданную функцию  $F(x, y, z) = 0$ , мы можем, построив график этой функции, получить трёхмерную сущность. Если для функции одной переменной (или двух, если задана неявно –  $F(x, y) = 0$ )  $y = f(x)$  графиком в общем случае являлась какая-либо кривая в плоскости  $XOY$  пространства  $R^2$ , то для функции двух переменных это в общем случае будет какая-то поверхность в пространстве  $R^3$ . Система компьютерной алгебры позволяет строить эти поверхности для вышеописанных функций. Пример построения находится на рисунке 7.

```
plot3d( $x^2 - y^2$ ,  $x = -1 \dots 1$ ,  $y = -1 \dots 1$ );
```

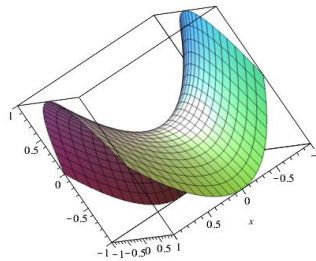


Рисунок 7. Использование команды *plot3d*

Автор хочет обратить внимание на то, что в данном случае система компьютерной алгебры Maple не просто выдаёт статическое изображение (или, иначе говоря, отпечаток), содержащее проекцию поверхности на плоскость экрана монитора с произвольного “местоположения”, но выдаёт интерактивный фрейм, где пользователи имеют возможность “крутить” пространство и наблюдать поверхность с разных сторон, что, безусловно, удобно для более детального рассмотрения поведения функции в каких-нибудь интересных для исследования областях. Путём комбинирования графиков, гибкой настройки цветов можно получать подобные относительно необычные формы (рисунок 8).



```

c1 := [cos(x)-2 cos(0.4 y), sin(x)-2 sin(0.4 y), y] :
c2 := [cos(x) + 2 cos(0.4 y), sin(x) + 2 sin(0.4 y), y] :
c3 := [cos(x) + 2 sin(0.4 y), sin(x)-2 cos(0.4 y), y] :
c4 := [cos(x)-2 sin(0.4 y), sin(x) + 2 cos(0.4 y), y] :
plot3d({c1, c2, c3, c4}, x=0..2 pi, y=0..10, grid=[25, 15], color=sin(x));

```

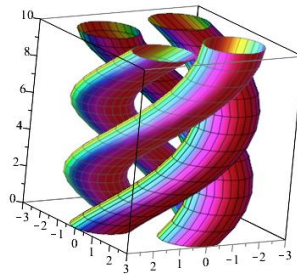


Рисунок 8. Пример построения относительно сложной комбинации поверхностей с элементами их кастомизации

### Панель инструментов для настройки отображения

Необходимо также добавить ко всему вышесказанному, что пользовательская настройка отображения графиков не ограничивается опциональным массивом “options” в аргументах функции “plot” или её подобной. Уже после компиляции и рендера объекта с графикой у пользователя есть возможность кастомизировать некоторые составляющие отображения. Это такие параметры, как:

- Масштаб
- Стилль линий
- Сетка
- Угол поворота к плоскости экрана
- Другое

Панель для настройки вышеописанных параметров представлена на рисунке 9.

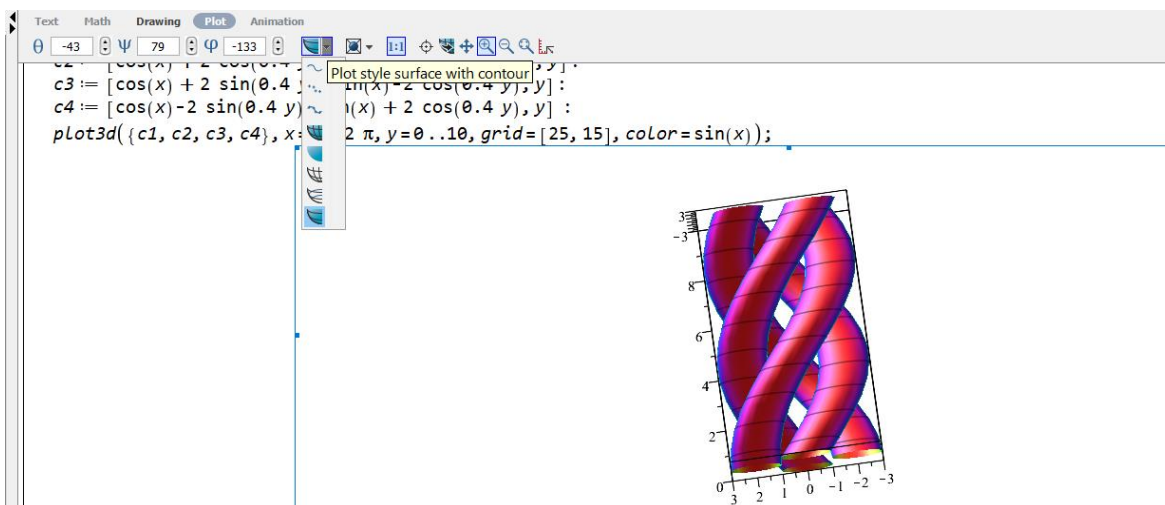


Рисунок 9. Дополнительные возможности настройки отображения

## Введение в анимацию в системе компьютерной алгебры Maple

Визуализация графических построений и результатов моделирования каких-либо математических явлений и объектов значительно повышается при использовании “оживляющих средств” — анимации изображений.

Анимация — это визуальное изображение изменений свойств одного или нескольких объектов. Пакет “plots” имеет две простые функции для создания анимированных графиков.

Система компьютерной алгебры Maple позволяет выводить на экран движущиеся изображения с помощью команд “animate”, “animate3d” и “animatecurve”. Все эти команды взяты из одной из встроенных библиотек функций системы компьютерной алгебры Maple – “plots”.

Для начала рассмотрим в целом простейшую настройки анимации и инструменты панели анимации для работы с ней, встроенные в СКА Maple.

При создании анимации неотъемлемым помощником является панель инструментов (рисунок 10). Она позволяет:

- задать количество кадров в секунду;
- задать режим повтора проигрывания анимации;
- выбрать участок для более детального наблюдения;
- поставить анимацию на паузу, продолжить или начать сначала;

- покадрово просмотреть анимацию;
- пронаблюдать значения функции в точках путём наведения курсора мыши на них;
- и другое.

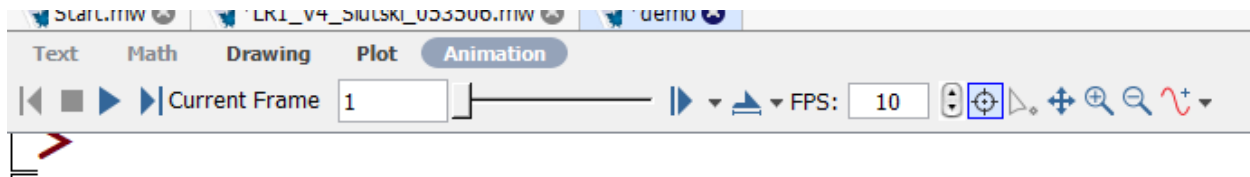


Рисунок 10. Панель инструментов для работы с анимацией в Maple 16

Структура команды “animate” следующая: `animate ( plotcommand, plotargs, t = a..b, options )`, где параметры представляют собой:

1. функцию для построения графика (`plot`, `pointplot`, `plot3d...`)
2. аргументы для функции для построения графика
3. `t` – имя и диапазон параметра, который изменяется в функции построения графика

Пример команды и нескольких кадров из построения анимации из тестовой функции представлены на рисунках 11 – 13.

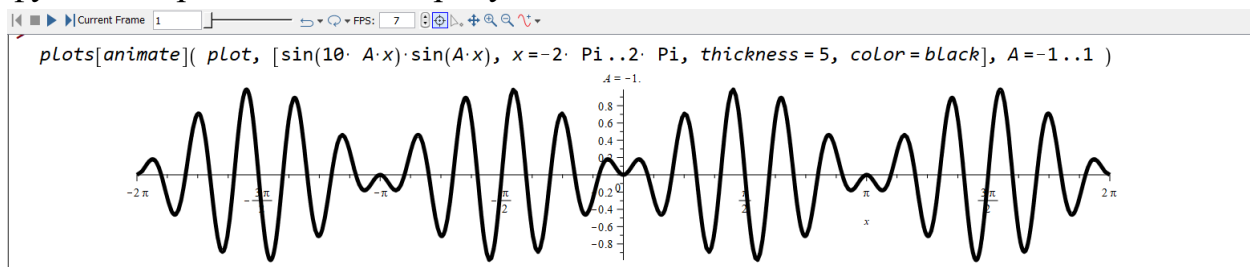


Рисунок 11

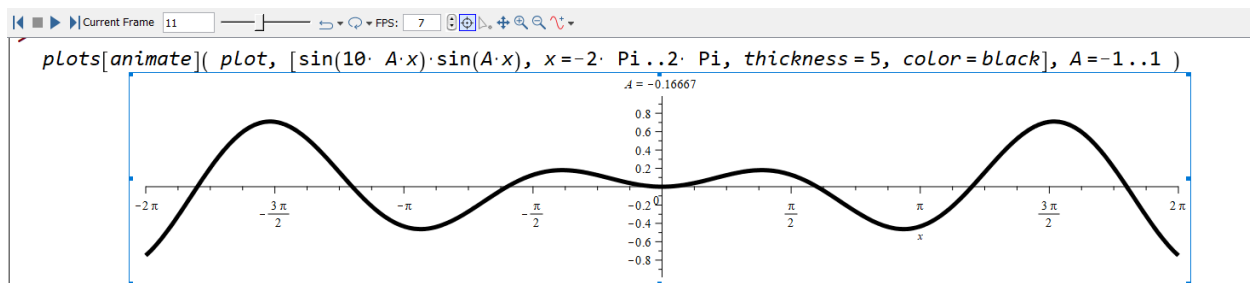


Рисунок 12

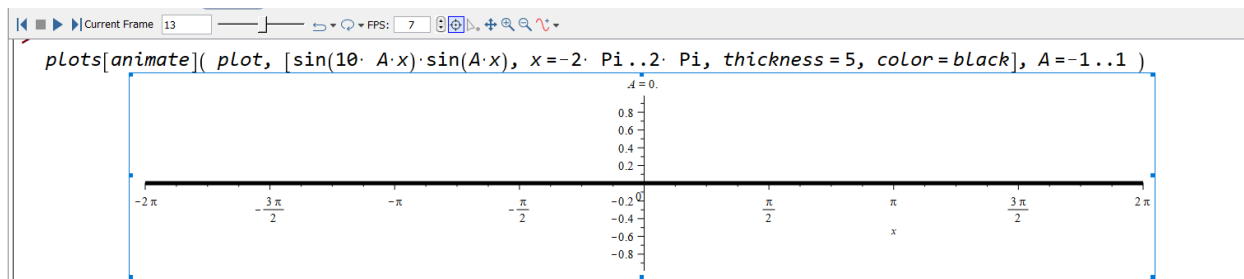


Рисунок 13


### Список использованных источников

- [1] Документация Maple, пакет “plots”. Режим доступа: URL: <https://www.maplesoft.com/support/help/maple/view.aspx?path=plots>
- [2] Документация Maple, команда “plot”. Режим доступа: URL: <https://www.maplesoft.com/support/help/maple/view.aspx?path=plot>
- Официальная документация системы компьютерной алгебры Maple. URL: <https://www.maplesoft.com/>
- “Визуализация решений некоторых математических задач в Maple” – Кузнечик В.А. , Милинкевич М.И. , БГУИР 2019 г.
- [Система компьютерной алгебры Maple \(bourabai.kz\)](http://bourabai.kz)

ГЛАВНАЯ / КАБИНЕТ


## Кабинет

 [ПРОВЕРИТЬ ДОКУМЕНТ](#)

 [ПРОВЕРИТЬ ТЕКСТ](#)

### ПАПКИ


Все документы

 Корневая папка 1


 [СОЗДАТЬ](#)

 [УДАЛИТЬ](#)

 [ПЕРЕИМЕНОВАТЬ](#)

 [ПЕРЕМЕСТИТЬ](#)

 УДАЛЕННЫЕ ДОКУМЕНТЫ < > 1/1

 ПЕРЕМЕСТИТЬ  УДАЛИТЬ  ИСТОРИЯ ОТЧЕТОВ

<input type="checkbox"/>	Название	Дата загрузки	Оригинальность	
<input type="checkbox"/>	 Курсовая работа по ММА	 14 Ноя 2021 14:15	96,19%	<a href="#">ПОСМОТРЕТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ</a>

1 документ Показывать по 10 20 50 100

< > 1/1

[ГЛАВНАЯ](#) [ИСТОРИЯ ОБНОВЛЕНИЙ](#) [ПОМОЩЬ](#) [КОНТАКТЫ](#)

