

В. П. Зудин

Областной многопрофильный техникум, р. п. Ардатов, Нижегородская область, Россия

## НОВЫЕ АЛГОРИТМЫ И ФОРМУЛЫ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОБЪЕМА ШАРА И ПЛОЩАДИ ЕГО ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ КРЕАТИВНОГО МЫШЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ И ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ\*

### Аннотация

В статье представлены новые, более точные, алгоритмы и формулы для вычисления площади круга, объема шара, площади поверхности шара. Для доказательства этих алгоритмов и формул и их практического применения разработаны программы на языке Visual Basic for Application в Microsoft Word. Данные алгоритмы и формулы должны изучаться и применяться во всех учебных заведениях, так как они ближе к истине. От более точного расчета по этим формулам можно получить экономический эффект при расчете траекторий движения в космическом пространстве, по поверхности земного шара, при строительстве и обслуживании изделий в виде круга или шара. Изучение данного материала на уроках информатики способствует развитию креативного мышления учащихся, повышению их мотивации к изучению информатики и информационных технологий.

**Ключевые слова:** новое постоянное число, первый замечательный предел, объем шара, площадь поверхности шара, площадь круга, программа на языке Visual Basic for Application, VBA.

**DOI:** 10.32517/2221-1993-2020-19-10-32-41

### 1. Способ достижения более точной формулы для вычисления площади круга

В настоящее время нет абсолютно точного доказательства формулы для вычисления площади круга. Во всех доказательствах формулы площади круга завышается его площадь, что ведет к значимой ошибке искомого значения при больших радиусах круга. Эти неточности можно изучить в работах [5, 6]. Здесь мы дополнительно раскроем малые неточности в выводе формулы площади круга с помощью определенного интеграла.

Рассмотрим рисунок 1. На нем центры круга и осей координат совпадают. Уравнение окружности (границы круга) имеет вид:

$$x^2 + y^2 = R^2.$$

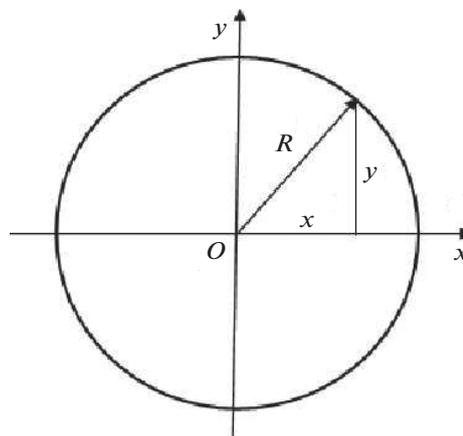


Рис. 1

\* Материалы к статье можно скачать на сайте ИНФО: [http://infojournal.ru/journals/school/school\\_10-2020/](http://infojournal.ru/journals/school/school_10-2020/)

#### Контактная информация

**Зудин Василий Павлович**, преподаватель математики и информатики, Областной многопрофильный техникум, р. п. Ардатов, Нижегородская область, Россия; адрес: 607130, Россия, Нижегородская область, р. п. Ардатов, ул. Ленина, д. 75; e-mail: vpz@mts-nn.ru

**V. P. Zudin**

Regional Multifunctional Technical School, Ardatov, Nizhny Novgorod Region, Russia

#### NEW ALGORITHMS AND FORMULAS FOR CALCULATION THE VOLUME OF A BALL AND ITS SURFACE AREA FOR THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' CREATIVE THINKING AND PRACTICAL APPLICATION

##### Abstract

The article presents new, more accurate algorithms and formulas for calculating the area of a circle, volume of a ball, surface area of a ball. To prove these algorithms and formulas and their practical application, programs have been developed in the Visual Basic for Application in Microsoft Word. These algorithms and formulas should be studied and applied in all educational institutions, as they are closer to the truth. From a more accurate calculation using these formulas, you can get an economic effect when calculating trajectories of movements in space, on the surface of the globe, in the construction and maintenance of products in the form of a circle or a ball. The study of this material in informatics lessons contributes to the development of students' creative thinking, increasing their motivation to study informatics and IT.

**Keywords:** new constant number, first remarkable limit, volume of ball, surface area of ball, area of circle, program in Visual Basic for Application, VBA.

Из уравнения окружности определяем выражение для функции  $y$  — полуокружности, расположенной выше оси  $OX$ :

$$y = \sqrt{R^2 - x^2}.$$

С помощью формулы криволинейной трапеции найдем четвертую часть площади круга — площадь сектора, расположенного в первом квадранте:

$$S = \int_0^R \sqrt{R^2 - x^2} dx, \quad 0 \leq x \leq R.$$

При умножении полученного результата на 4 мы получим формулу площади круга.

Для определения первообразной делаем подстановку:  $x = R \sin t$ , тогда:

$$dx = R \cdot (\sin t)' dt = R \cos t dt.$$

Новые пределы интегрирования определим из уравнения  $x = R \sin t$ , подставляя в него значения  $x = 0$  — для нижнего предела интегрирования и  $x = R$  — для верхнего предела интегрирования:

$$\begin{aligned} 0 &= R \sin t_1, \\ R &= R \sin t_2. \end{aligned}$$

Откуда:

$$\begin{aligned} t_1 &= 0, \\ t_2 &= \frac{\pi}{2}. \end{aligned}$$

Подставляем в определенный интеграл новые значения, получим:

$$\begin{aligned} S &= \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{R^2 - R^2 \sin^2 t} \cdot R \cos t dt = \int_0^{\frac{\pi}{2}} R^2 \cdot \cos^2 t dt = \\ &= R^2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{1 + \cos 2t}{2} dt = \frac{R^2}{2} \left[ t + \frac{\sin 2t}{2} \right]_0^{\frac{\pi}{2}} = \frac{\pi R^2}{4}. \end{aligned}$$

Для определения всей площади круга на основании исходных данных необходимо полученный выше результат умножить на 4:

$$S_{\text{круга}} = 4 \frac{\pi R^2}{4} = \pi R^2.$$

В этом методе определения площади круга делали подстановку  $x = R \sin t$ , а затем находили значение дифференциала  $dx = R \cdot (\sin t)' dt$ . При определении производной функции  $\sin t$  не учитывалась малая часть аргумента косинуса, т. е. аргумент косинуса уменьшили, а отсюда при меньшем аргументе величина косинуса на малую часть увеличилась, что привело к увеличению площади круга в полученной формуле.

Производная функции  $\sin t$  определялась следующим образом:

$$\begin{aligned} (\sin t)' &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\sin(t + \Delta t) - \sin t}{\Delta t} = \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{2 \cdot \sin \frac{t + \Delta t - t}{2} \cdot \cos \frac{t + \Delta t + t}{2}}{\Delta t} = \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\sin \frac{\Delta t}{2}}{\frac{\Delta t}{2}} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \cos \left( t + \frac{\Delta t}{2} \right). \end{aligned}$$

В последнем выражении первый множитель — это первый замечательный предел  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$ , и он равен единице [7, 11, 12], а во втором пределе не учитываем величину  $\frac{\Delta t}{2}$ , так как  $\Delta t \rightarrow 0$ . Отсюда получили хорошо известный всем результат:  $(\sin t)' = \cos t$ .

На основании определения производной функции приращение аргумента стремится к нулю, но нулем быть не может, иначе не будет приращения аргумента, приращения функции, значения производной функции. При определении производной функции  $\sin x$  выше в функции  $\cos \left( t + \frac{\Delta t}{2} \right)$  величину  $\Delta t$  приравняли к нулю, поэтому не получили абсолютно точного значения производной функции  $\sin t$ , а отсюда и точного значения площади круга.

*Производной функции  $f(x)$  в точке  $x$  называется предел отношения приращения функции к приращению аргумента при стремлении приращения аргумента к нулю, если этот предел существует и конечен.*

Итак, по определению:

$$f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}.$$

Такое отбрасывание величины  $\frac{\Delta t}{2}$  приводит к увеличению значения производной функции  $\sin t$ , а отсюда и к увеличению значения формулы площади круга.

*Предлагаем более точно определять площадь круга с помощью определения количества сторон правильного многоугольника, когда его стороны совпадают с границей круга.*

Для вычисления количества сторон правильного вписанного в окружность многоугольника, когда его стороны полностью совпадают с ней, в циклической программе с предусловием в Microsoft Word на языке Visual Basic for Application применим первый замечательный предел.

В данном пределе необходимо сделать преобразования, соответствующие нашим целям:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1 = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin \frac{1}{x}}{\frac{1}{x}}.$$

В предложенном нами первом замечательном пределе сделали подстановку:

$$t = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x} = 0, \quad \text{откуда} \quad \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\sin t}{t} = 1 \quad \text{и} \quad \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin \frac{1}{x}}{\frac{1}{x}} = 1.$$

Здесь выполняются два условия первого замечательного предела:

- 1) числитель и знаменатель дроби равны 0;
- 2) выражения под знаком синуса и в знаменателе совпали.

В последнем пределе дробь  $\frac{1}{x}$  заменим на дробь  $\frac{\pi}{n}$ , где  $n$  — количество сторон правильного вписанного в окружность многоугольника, которое стремится к бесконечности и в программе достигнет такой величины, когда стороны правильного многоугольника совпадут с окружностью, а  $\sin \frac{\pi}{n}$  будет равен  $\frac{\pi}{n}$ . Число  $\pi$  в этой дроб-

би равно 3,1415926535897932384626433832. Такое условие подходит для первого замечательного предела, так как  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\pi}{n} = 0$ , откуда получится неопределенность  $\frac{0}{0}$ . Выражения под знаком синуса и в знаменателе совпадают.

Итак, получили предел для нашей программы определения количества сторон правильного вписанного многоугольника в окружность, когда его стороны полностью с ней совпадут:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sin \frac{\pi}{n}}{\frac{\pi}{n}} = 1, \text{ откуда } \sin \frac{\pi}{n} = \frac{\pi}{n}.$$

Доказательство того, что при данном количестве сторон правильного многоугольника его стороны совпадут с окружностью, дано ниже в разделе 2.

Для вычисления количества сторон  $n$  в циклической программе будем ставить предусловие:

$$\sin(\pi/n) \diamond (\pi/n).$$

и в каждом цикле число  $n$  будем увеличивать на единицу. При определенном значении числа  $n$ , согласно первому замечательному пределу, будет выполнено равенство  $\sin(\pi/n) = (\pi/n)$ , и циклическая программа передаст управление следующей за ней строке, так как при этом равенстве нарушится предусловие. В этом цикле будет указано число сторон правильного многоугольника  $n$ , при котором его стороны совпадут с окружностью.

## 2. Новая, более точная, формула для вычисления площади круга

Вспомним, каким образом нами была введена более точная формула для вычисления площади круга [5, 6].

На рисунке 2 дан правильный шестиугольник, вписанный в границу круга (окружность). Площадь данного шестиугольника можно найти суммированием площадей треугольников, указанных в нем, которые равны между собой, являются равнобедренными и количество которых совпадает с количеством сторон многоугольника. При увеличении количества сторон правильного многоугольника длина сторон будет уменьшаться, количество треугольников увеличиваться, а их общая площадь станет приближаться к площади круга.

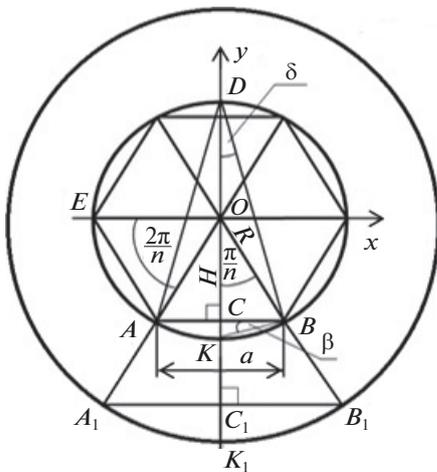


Рис. 2

Рассмотрим на рисунке 2 прямоугольный треугольник  $CBO$ . Синусом угла  $\angle COB$  этого треугольника является отношение катета  $CB$  к гипотенузе  $BO$ . Величина угла  $\angle COB$  зависит от количества сторон правильного многоугольника. Из рисунка видно, что угол  $\angle AOB$  равен радианной мере окружности, деленной на количество сторон многоугольника  $n$ :

$$\angle AOB = \frac{2\pi}{n}.$$

Треугольники  $AOB$  во всех правильных многоугольниках в данном случае будут равнобедренными, так как стороны  $AO$  и  $BO$  равны радиусу окружности. В равнобедренном треугольнике  $AOB$   $OC$  будет высотой, биссектрисой и медианой, отсюда угол  $\angle COB$  равен половине угла  $\angle AOB$ :

$$\angle COB = \frac{\angle AOB}{2} = \frac{2\pi}{2n} = \frac{\pi}{n}.$$

Для более точного определения площади круга с помощью площади правильного многоугольника необходимо определить количество сторон многоугольника, при котором стороны будут совпадать с границей круга (окружностью). При увеличении количества сторон  $n$  правильного многоугольника величина угла  $\angle COB = \frac{\pi}{n}$  будет стремиться к нулю. При малой величине угла  $\angle COB$  его величина будет равна  $\sin \angle COB$  и равна  $\frac{\pi}{n}$  на основании теоремы о пределе:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1 \Leftrightarrow \sin x = x,$$

где  $x$  — радианная мера угла.

Для нашей задачи этот предел будет выглядеть следующим образом:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sin \frac{\pi}{n}}{\frac{\pi}{n}} = 1 \Leftrightarrow \sin \frac{\pi}{n} = \frac{\pi}{n}.$$

Радиус окружности примем равным единице, тогда:

$$\sin \frac{\pi}{n} = \frac{CB}{R} = \frac{CB}{1} = CB = \frac{\pi}{n}.$$

Из полученных результатов последних формул получается, что катет  $CB$  прямоугольного треугольника совпадает с дугой  $KB = \frac{\pi}{n}$  при  $n \rightarrow \infty$ . Такой результат говорит о совпадении при данных условиях сторон многоугольника с окружностью. Катет  $CB$ , равный половине стороны  $AB$  многоугольника, совпадает с окружностью, а второй катет  $AC$  прямоугольного треугольника  $AOC$  и дуга  $AK$  являются соответственно симметричными относительно  $OK$  катету  $CB$ , дуге  $KB$  и равными им, поэтому  $AC$  также совпадает с границей круга. Отсюда выходит, что сторона  $AB$  многоугольника в этом случае совпадает с дугой  $AKB$  окружности, а это необходимо для более точного вычисления площади круга с помощью площади многоугольника. Отношения катета  $CB$  к  $R$  будут равными при любом радиусе окружности, так как это отношение зависит только от величины угла  $\angle COB$ . При других радиусах concentрических окружностей прямоугольные треугольники  $B_1OC_1$  будут подобными треугольнику  $BOC$  (см. рис. 2) по равным углам, поэто-

му отношение  $\frac{CB}{R}$  останется без изменения. Во сколько раз изменится радиус концентрической окружности, во столько же раз изменятся катет  $CB$  и дуга  $KB$ , т. е., как и в единичной окружности, при данном выше условии сторона многоугольника  $A_1B_1$  будет совпадать с дугой  $A_1K_1B_1$  концентрической окружности. Такое совпадение с окружностью будет и у других сторон правильного многоугольника в данных условиях, так как они все равны и на них опираются равные центральные углы. Для вычисления числа  $n$  — количества сторон правильного многоугольника, при котором стороны данного многоугольника совпадут с окружностью, берем равенство, данное выше:

$$\sin \frac{\pi}{n_{n \rightarrow \infty}} = \frac{\pi}{n}$$

Преобразуем это равенство к неравенству вида:  $\sin \frac{\pi}{n} \neq \frac{\pi}{n}$ . Первоначально задаем в этом неравенстве значение  $n = 3$ , так как многоугольник может иметь наименьшее количество сторон, равное трем. Затем количество сторон данного многоугольника будем увеличивать на единицу до тех пор, пока это условие выполняется. После первого невыполнения данного неравенства находим значение  $n$ , при котором  $\sin \frac{\pi}{n} = \frac{\pi}{n}$ . В этом случае стороны правильного многоугольника будут расположены на окружности, и это дает более точное вычисление площади круга.

Выполнение данного вычисления произведем циклической программой с предусловием на языке Visual Basic for Application.

**Вычисление длины стороны  $AB$  треугольника  $ABO$ .**

Длина стороны правильного вписанного многоугольника определяется по формуле:

$$a_n = 2R \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right)$$

Эта формула подходит для стороны  $AB$  треугольника  $ABO$ , т. е.:

$$AB = 2R \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right)$$

При количестве сторон правильного многоугольника  $n \rightarrow \infty$ , когда его стороны расположатся на окружности, длину стороны  $AB$  треугольника можно равносильно определить по формуле:

$$AB = 2R \cdot \left(\frac{\pi}{n}\right),$$

что было доказано выше.

**Вычисление площади треугольника  $ABO$ , площади вписанного правильного многоугольника и площади круга по новому алгоритму.**

Площадь треугольника определяется по формуле:

$$S_{\Delta} = \frac{a \cdot h}{2}$$

Для треугольника  $ABO$  на рисунке 2 эту формулу можно записать следующим образом:

$$S_{\Delta ABO} = \frac{AB \cdot OC}{2} = \frac{AB \cdot H}{2}$$

В формуле площади треугольника для нашего случая подставим значения длины стороны  $AB$  и длину высоты  $H$ :

$$AB = 2R \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right),$$

что показано выше.

Высота  $H$  на рисунке 2 равна  $R - KC$ . Величину  $KC$  найдем из прямоугольного треугольника  $KCB$ :

$$\frac{KC}{CB} = \operatorname{tg} \angle KBC = \operatorname{tg} \angle BDC = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2n}\right)$$

откуда

$$KC = CB \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2n}\right) = R \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2n}\right)$$

В этой записи  $\angle KBC = \angle BDC$  — как острые углы с соответственно перпендикулярными сторонами.

Угол  $\angle KBD$  опирается на половину окружности, а угол  $\angle BCD$  прямой по построению. Угол  $\angle BDC$  равен половине вписанного угла  $\angle BDA$ , так как  $DC$  — биссектриса, высота и медиана равнобедренного треугольника  $ABD$ , у которого внутренние прямоугольные треугольники  $CBD$  и  $CAD$  равны по двум равным катетам. Вписанный угол  $\angle BDA$  опирается на ту же дугу окружности, что и центральный угол  $\angle AOB$ , отсюда его величина равна одной второй величины угла  $\angle AOB$ , т. е.:

$$\angle BDA = \frac{1}{2} \angle AOB = \frac{2\pi}{2n} = \frac{\pi}{n}, \quad \angle BDC = \frac{1}{2} \angle BDA = \frac{\pi}{2n},$$

$$\angle KBC = \angle BDC = \frac{\pi}{2n}$$

$CB = R \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right)$  из прямоугольного треугольника  $BOC$ .

Выше подставили в формулу  $KC = CB \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2n}\right)$  значение и величину угла  $KBC = \frac{\pi}{2n}$ , откуда получили

$$\text{длину катета } KC = R \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2n}\right)$$

Вычисляем длину высоты треугольника  $ABO$  (см. рис. 2):

$$H = R - KC =$$

$$R - R \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2n}\right) = R \cdot \left(1 - \sin\left(\frac{\pi}{n}\right) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2n}\right)\right)$$

Формула вычисления площади треугольника в этом случае будет такой:

$$S_{\Delta ABO} = \frac{AB \cdot H}{2} = \frac{2R \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right) \cdot R \cdot \left(1 - \sin\left(\frac{\pi}{n}\right) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2n}\right)\right)}{2} = R^2 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right) \cdot \left(1 - \sin\left(\frac{\pi}{n}\right) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2n}\right)\right)$$

Методом суммирования площадей всех треугольников получим площадь правильного вписанного многоугольника и площадь круга. При этом суммировании стороны треугольников  $AB$  должны полностью лежать на окружности.

$$S_{\text{круга}} = S_{\Delta ABO} \cdot n = R^2 \cdot n \cdot \sin\left(\frac{\pi}{n}\right) \cdot \left(1 - \sin\left(\frac{\pi}{n}\right) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2n}\right)\right).$$

Эту формулу можно упростить, так как берется такое количество сторон правильных многоугольников  $n$ , при котором  $\sin\left(\frac{\pi}{n}\right) = \left(\frac{\pi}{n}\right)$ , что доказывалось выше. Отсюда получаем:

$$S_{\text{круга}} = R^2 \cdot n \cdot \frac{\pi}{n} \cdot \left(1 - \frac{\pi}{n} \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2n}\right)\right) = \pi R^2 \left(\frac{n - \pi \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2n}\right)}{n}\right).$$

Итак, доказали формулу вычисления площади круга по новому, более точному алгоритму:

$$S_{\text{круга}} = \frac{\pi R^2 \left(n - \pi \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2n}\right)\right)}{n}. \quad (1)$$

В этой формуле  $n$  — количество сторон правильного многоугольника, когда его стороны полностью совпадают с границей круга (окружностью), остальные значения букв должны быть известны читателю. Значение числа  $n$  вычислим ниже с помощью циклической программы с предположением на языке Visual Basic for Application. В настоящее время площадь круга определяется с помощью предельного перехода и интегральной суммы по формуле:

$$S_{\text{круга}} = \pi R^2. \quad (2)$$

В начале статьи указывалось, что эта формула на незначительную величину завышает действительную площадь круга. Определяем это незначительное завышение площади круга формулой (2) методом вычитания из площади, вычисленной по формуле (2), площади круга, найденной по формуле (1). Положительная разность подтвердит наши предположения. На основании формул площадей круга можно ожидать, что при небольших радиусах круга полученная разность будет незначительной, а при больших радиусах может достигать значительной величины.

Формулу (1) можно преобразовать к виду:

$$S_{\text{круга}} = \pi R^2 k.$$

где

$$k = \frac{\left(n - \pi \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2n}\right)\right)}{n}.$$

После вычисления значения числа сторон правильного многоугольника  $n$ , когда стороны данного многоугольника совпадут с окружностью, можно будет легко вычислить значение этого коэффициента. Все операции планируем производить на языке Visual Basic for Application. Итак, площадь круга определяется по формуле:

$$S_{\text{круга}} = \pi R^2 k. \quad (3)$$

### 3. Программа вычисления количества сторон правильного многоугольника, у которого стороны лежат на границе круга

Текст программы на языке Visual Basic For Application представлен в листинге 1.

Для получения в рабочем поле Microsoft Word результатов работы программы необходимо поставить курсор мыши в код программы и нажать клавишу F5 на клавиатуре [3, 4, 9, 14, 15, 17].

Количество сторон правильного многоугольника, когда его стороны лежат на границе круга (окружности)  $n = 21634833$ .

Величина центрального угла окружности в радианах, опирающегося на половину стороны правильного многоугольника со сторонами, лежащими на границе круга (окружности):

$$\frac{\pi}{n} = 0,000000145209933147614.$$

Величина синуса центрального угла окружности, опирающегося на половину стороны правильного многоугольника со сторонами, лежащими на границе круга (окружности):

$$\sin\left(\frac{\pi}{n}\right) = 0,000000145209933147614.$$

Результат работы программы показывает, что величина  $\sin\frac{\pi}{n} = \frac{\pi}{n}$  при  $n = 21\,634\,833$ , что подтверждает верность предела:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1 \quad \text{или} \quad \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin\left(\frac{1}{x}\right)}{\frac{1}{x}} = 1, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sin\left(\frac{\pi}{n}\right)}{\frac{\pi}{n}} = 1.$$

Величина коэффициента корректировки формулы площади круга:

$$k = 0,999999999999999894570376576327.$$

В данной программе радиус круга вводили равным 1 000 000 000 м. При таком радиусе площадь круга согласно формуле из школьных учебников равна:

$$S = 3141592653589793238,4626433832 \text{ кв. м.}$$

А по более точной формуле данной статьи эта площадь будет равна:

$$S_1 = 3141592653589760116,7696015283 \text{ кв. м.}$$

Отсюда видно, что школьная формула площади круга увеличивает ее величину на 33121,6930418549 кв. м, т. е. сбылись наши предсказания, данные выше в этой статье.

### 4. Новая формула для вычисления объема шара

Опираясь на приведенную выше информацию, найдем новые алгоритмы и формулы для вычисления объема шара и площади его поверхности.

Для доказательства новой формулы объема шара применим более точную формулу площади круга, которая дана выше, а также в работах [5, 6].

```
Public Sub Число_сторон_многоугольника()
Dim Синус_угла, Угол, Кол_во_сторон_n, pi1, pi2, pi, k As Variant
Dim Площадь_круга_нет, Площадь_круга_точная As Variant
Dim Разность_пл_круга_из_за_формул, Радиус_круга As Variant
Радиус_круга = CDec(1000000000)
pi1 = CDec(3.14159265358979)
pi2 = CDec(3.2384626433832E-15)
pi = CDec(pi1 + pi2)
Кол_во_сторон_n = CDec(3)
Синус_угла = CDec(Sin(pi / Кол_во_сторон_n))
Угол = CDec ((pi / Кол_во_сторон_n))
Do While CDec(Синус_угла) <> CDec(Угол)
Кол_во_сторон_n = CDec(Кол_во_сторон_n + 1)
Угол = CDec((pi / Кол_во_сторон_n))
Синус_угла = CDec(Sin(pi / Кол_во_сторон_n))
Loop
k = CDec((Кол_во_сторон_n - pi * Tan(pi / (2 * Кол_во_сторон_n))) / Кол_во_сторон_n)
Площадь_круга_нет=CDec(pi*Радиус_круга^2)
Площадь_круга_точная=CDec(pi*Радиус_круга^2*k)
Разность_пл_круга_из_за_формул=CDec(Площадь_круга_нет-Площадь_круга_точная)
Selection.EndKey Unit:=wdStory
Selection.Text = "Кол-во сторон правильного многоугольника, вписанного в окружность," & Chr(13) _
& " когда его стороны лежат на окружности n=" & Кол_во_сторон_n & Chr(13) _
& "Величина центрального угла окружности в радианах, опирающегося на половину " & Chr(13) _
& " стороны правильного многоугольника, при котором стороны этого " & Chr(13) _
& "многоугольника лежат на границе круга=" & Угол & Chr(13) _
& "Величина синуса центрального угла окружности, опирающегося на половину стороны" & Chr(13) _
& " правильного многоугольника, при котором стороны этого многоугольника лежат" & Chr(13) _
& " на границе круга=" & Синус_угла & Chr(13) _
& "Величина коэффициента корректировки формулы площади круга " & Chr(13) _
& "к=" & k & Chr(13) _
& "Радиус круга =" & Радиус_круга & Chr(13) _
& "Площадь круга неточная=" & Площадь_круга_нет & Chr(13) _
& "Площадь круга точная =" & Площадь_круга_точная & Chr(13) _
& "Разность площадей круга из-за формул=" & Разность_пл_круга_из_за_формул
End Sub
```

Листинг 1

На рисунке 3 изображен шар с радиусом  $R = OA$  и центром в точке  $O$ . Через центр шара проходят оси координат  $OX$  и  $OY$ . Перпендикулярно оси  $OX$  проводим плоскости сечения, в результате в сечении получим круги с радиусами  $R = OB$ ,  $r = O_1A$  и т. д. Большой круг

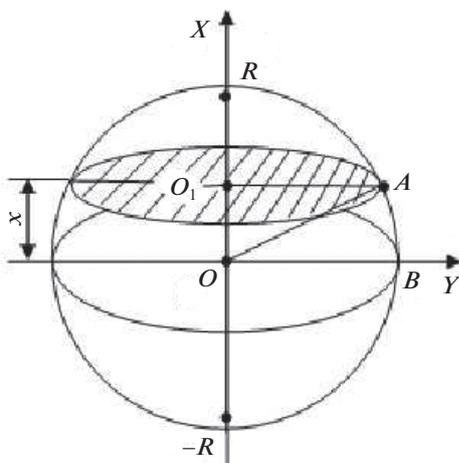


Рис. 3

проходит через центр шара  $O$ , и его площадь будет равна  $\pi R^2 k$ . На расстоянии от центра шара  $OO_1 = x$  в сечении получится круг с радиусом  $r_{(x)} = O_1A$ , площадь которого будет равна  $\pi r_{(x)}^2 k$ . В каждом сечении радиус  $r_{(x)}$  можно находить из прямоугольных треугольников, например, из треугольника  $O_1AO$  по теореме Пифагора:

$$O_1A^2 = r_{(x)}^2 = OA^2 - OO_1^2 = R^2 - x^2.$$

То есть площадь кругов сечения будет зависеть от расстояния этих кругов от центра шара и определяться по новой формуле:

$$S_{(x)} = \pi r_{(x)}^2 k = \pi(R^2 - x^2)k,$$

где  $k = 0,9999999999999999894570376576327$ .

При достаточном количестве сечений величина расстояния между плоскостями сечений  $\Delta x$  будет малой и по форме совпадать с отрезком  $\Delta x = (x_n - x_{n-1}) = dx$ . Произведение площади сечения  $S_{(x)}$  на  $\Delta x$  будет равно объему цилиндра малой высоты, а сумма таких произведений будет приближаться к объему шара.

Суммируем эти произведения с помощью определенного интеграла:

$$V_{\text{объем шара}} = \int_{-R}^R \pi(R^2 - x^2)k \cdot dx = \left[ \pi R^2 x k - \pi \frac{x^3}{3} k \right]_{-R}^R =$$

$$= \pi R^3 k - \pi \frac{R^3 k}{3} + \pi R^3 k - \pi \frac{R^3 k}{3} = \frac{4\pi R^3 k}{3}.$$

Итак, мы нашли более точную формулу для вычисления объема шара  $V$ :

$$V_{\text{шара}} = \frac{4}{3} \pi R^3 k.$$

## 5. Новая формула для вычисления площади поверхности шара

Пользуясь формулой объема шара, можно получить формулу площади его поверхности, т. е. сферы.

Рассмотрим правильную пирамиду, у которой основание касается поверхности шара, а вершина совпадает с его центром.

Шар имеет радиус  $R$ . Будем увеличивать число пирамид так, что площади оснований пирамид неограниченно уменьшаются, а шар будет вписанным в полученный многогранник. При малой величине оснований пирамид эти основания совпадут с поверхностью шара, а высота пирамид приблизится к радиусу шара [2, 10, 16].

Объем пирамиды определяется по формуле:

$$V_{\text{пирамиды}} = \frac{1}{3} S \cdot H,$$

где  $S$  — площадь основания пирамиды, а  $H$  — высота пирамиды, опущенная из вершины на основание пирамиды.

В нашем случае высота пирамиды  $H$  стремится к радиусу шара:  $H_{\text{пирамиды}} \approx R_{\text{шара}}$ , и объем пирамиды будет определяться по формуле:

$$V_{\text{пирамиды}} \approx \frac{1}{3} S_{\text{основания пирамиды}} \cdot R.$$

Сумма объемов пирамид в этом случае будет приближаться к объему шара, а сумма площадей оснований

пирамид приблизится к площади поверхности шара (т. е. к площади сферы):

$$\sum S_{\text{оснований пирамид}} \approx S_{\text{шара}};$$

$$\sum V_{\text{пирамид}} \approx \frac{1}{3} S_{\text{шара}} \cdot R \approx V_{\text{шара}} = \frac{4}{3} \pi R^3 k;$$

$$\frac{1}{3} S_{\text{шара}} \cdot R \approx \frac{4}{3} \pi R^3 k \rightarrow S_{\text{шара}} \approx \frac{4 \cdot 3 \pi R^3 k}{3R} \approx 4\pi R^2 k.$$

Отсюда следует, что площадь поверхности шара (площадь сферы) более точно определяется с помощью формулы:

$$S_{\text{шара}} = 4\pi R^2 k.$$

## 6. Практическое применение полученных формул при больших радиусах

В нулевом приближении можно считать, что Земля имеет форму шара со средним радиусом 6 371 302 м. Такое представление нашей планеты хорошо подходит для задач, точность вычислений в которых не превышает 0,5 %. В действительности Земля не является идеальным шаром — из-за суточного вращения она сплюснута с полюсов, высоты материков различны, форму поверхности искажают и приливные деформации [1, 8, 13, 19].

Введем значение радиуса Земли  $R_z = 6\,371\,302$  м в формулы, данные выше, и определим различие значений объема земного шара и площади сферы Земли, вычисленных по изучаемым в настоящее время в учебных заведениях формулам и по формулам нового алгоритма. Получим результаты, представленные в таблице 1.

Разница вычисленных объема Земли и площади ее поверхности получилась достаточная, что может сказаться при вычислении координат движения по земле и траекторий полета ракет, спутников, самолетов.

Ближайшая наша звезда — Солнце имеет размеры больше размеров Земли в 109 раз, ее форма — шар, поэтому разница значений объема и площади поверхности

Таблица 1

Объем земного шара по формуле нового алгоритма	1083360963618197299255, 6763829 куб. м
Объем земного шара по изучаемым формулам	1083360963618208721089, 5190004 куб. м
Разность значений объема земного шара из-за формул	11421833,8426175 куб. м
Площадь поверхности Земли по формуле нового алгоритма	510112829505585,34836906346668 кв. м
Площадь поверхности Земли по изучаемым формулам	510112829505590, 72646941530256 кв. м
Разность значений площади поверхности Земли из-за формул	5,37810035183588 кв. м

Таблица 2

Объем Солнца по формуле нового алгоритма	1412204556470617377649182987,8 куб. м
Объем Солнца по изучаемым формулам	1412204556470632266468641577,2 куб. м
Разность значений объема Солнца из-за формул	14888819458589,4 куб. м
Площадь поверхности Солнца по формуле нового алгоритма	6087176064903034130,4928554911 кв. м
Площадь поверхности Солнца по изучаемым формулам	6087176064903098307,360879124 кв. м
Разность значений площади поверхности Солнца из-за формул	64176,8680236329 кв. м

Солнца в зависимости от используемых для вычисления формул будет значительно больше, чем при вычислении аналогичных параметров для Земли [13, 18, 20].

Аналогично проведенным выше вычислениям введем радиус Солнца  $R_c = 695\,990\,000$  м в формулы и определим различие значений объема Солнца и площади поверхности Солнца, вычисленных по изучаемым в настоящее время в учебных заведениях формулам и по формулам нового алгоритма. Получим результаты, представленные в таблице 2.

Разница вычисленных объема Солнца и площади его поверхности получилась, как и ожидалось, гораздо больше, чем разность этих же параметров у Земли.

Разница этих величин — объема шара и площади его поверхности, вычисленных по традиционным формулам и по формулам нового алгоритма, — будет увеличиваться при увеличении радиуса шара, т. е. погрешность будет нарастать, что говорит об актуальности нового алгоритма и формул для вычисления площади круга, площади поверхности шара, объема шара.

## 7. Программа на Visual Basic for Application в Microsoft Word для вычисления объема и площади поверхности Земли и Солнца

Код программы (листинг 2) написан подробно и достаточно очевиден для самостоятельного разбора и усвоения.

Для получения в рабочем поле Microsoft Word результатов работы программы необходимо поставить курсор мыши в код программы и нажать клавишу F5 на клавиатуре.

## 8. Методика изучения материала

Для активизации работы учащихся на уроке, для их мотивации необходимо представлять ученикам информацию, которая является актуальной, вызывает у них интерес, развивает творческое мышление, может пригодиться им в будущей профессиональной деятельности.

```

Sub Объем_площадь_Земли_Солнца()
Dim k, k1, k2, pi1, pi2, pi, Rземли, Rсолнца, Vземли_точный As Variant
Dim Vземли_неточный, РазностьVземли As Variant
Dim Sсолнца_точная, Sсолнца_неточная, РазностьSсолнца As Variant
Dim Vсолнца_неточный, РазностьVсолнца, Vсолнца_точный As Variant
Dim Sземли_точная, Sземли_неточная, РазностьSземли As Variant
pi1 = CDec(3.14159265358979)
pi2 = CDec(3.2384626433832E-15)
pi = CDec(pi1 + pi2)
k1 = CDec(0.999999999999998)
k2 = CDec(9.4570376576327E-15)
k = CDec(k1 + k2)
Rземли = CDec(6371302)
Rсолнца = CDec(695990000)
Vземли_точный = CDec(4 / 3 * pi * k * Rземли ^ 3)
Vземли_неточный = CDec(4 / 3 * pi * Rземли ^ 3)
РазностьVземли = CDec(Vземли_неточный - Vземли_точный)
Sземли_точная = CDec(4 * pi * k * Rземли ^ 2)
Sземли_неточная = CDec(4 * pi * Rземли ^ 2)
РазностьSземли = CDec(Sземли_неточная - Sземли_точная)
Sсолнца_точная = CDec(4 * pi * Rсолнца ^ 2 * k)
Sсолнца_неточная = CDec(4 * pi * Rсолнца ^ 2)
РазностьSсолнца = CDec(Sсолнца_неточная - Sсолнца_точная)
Vсолнца_точный = CDec(4 / 3 * pi * Rсолнца ^ 3 * k)
Vсолнца_неточный = CDec(4 / 3 * pi * Rсолнца ^ 3)
РазностьVсолнца = CDec(Vсолнца_неточный - Vсолнца_точный)
Selection.EndKey unit:=wdStory
Selection.Text = "Объем земного шара точный Vземли_точный=" & Vземли_точный & " " & "м.куб." & Chr(13) _
& "Объем земного шара неточный Vземли_неточный=" & Vземли_неточный & " " & "м.куб." & Chr(13) _
& "Разность объемов земного шара РазностьVземли=" & РазностьVземли & " " & "м.куб." & Chr(13) _
& "Площадь поверхности Земли точная Sземли_точная=" & Sземли_точная & " " & "м.кв." & Chr(13) _
& "Площадь поверхности Земли неточная Sземли_неточная=" & Sземли_неточная & " " & "м.кв." & Chr(13) _
& "Разность площадей поверхности Земли РазностьSземли=" & РазностьSземли & " " & "м.кв." & Chr(13) _
& "Площадь поверхности Солнца точная Sсолнца_точная=" & Sсолнца_точная & " " & "м.кв." & Chr(13) _
& "Площадь поверхности Солнца неточная Sсолнца_неточная=" & Sсолнца_неточная & " " & "м.кв." & Chr(13) _
& "Разность площадей поверхностей Солнца РазностьSсолнца=" & РазностьSсолнца & " " & "м.кв." & Chr(13) _
& "Объем Солнца точный Vсолнца_точный=" & Vсолнца_точный & " " & "м.куб." & Chr(13) _
& "Объем Солнца неточный Vсолнца_неточный=" & Vсолнца_неточный & " " & "м.куб." & Chr(13) _
& "Разность объемов Солнца РазностьVсолнца=" & РазностьVсолнца & " " & "м.куб." & Chr(13)
End Sub

```

Приведенный в статье материал предлагался как учащимся — студентам первого курса (соответствует X—XI классам школы) Областного многопрофильного техникума р. п. Ардатов Нижегородской области и ученикам XI класса Ардатовской школы № 2, — так и педагогам — учителям информатики Ардатовского района Нижегородской области, членам аттестационной комиссии Нижегородского института развития образования и на Девятом Международном слете учителей Геленджик 2018.

В ходе проведения занятий с учащимися при изложении данного материала сразу начиналась дискуссия, повышалось стремление учеников к получению знаний, выполнению практических заданий.

В начале занятия доказывалась недостаточная точность вычисления площади круга с помощью формул, которые даются в школьных учебниках. Приводимые доказательства достаточно очевидны, поэтому сразу видна проблема точного определения площади круга. Независимо от того, состояла аудитория слушателей из учащихся или педагогов, всегда возникал вопрос: «Как решить эту проблему?» При таком подходе у учащихся сразу повышается интерес к новым знаниям, развивается креативное мышление. Возникает дискуссия, а это очень хорошо для любого урока: человека можно учить только тогда, когда он хочет учиться. На приведенный вопрос слушателям сообщалось, что более точно можно определить площадь круга, рассмотрев количество сторон правильного вписанного многоугольника, когда его стороны совпадают с границей круга (окружностью). После этого ответа ход мыслей во всех аудиториях был разный. Так, участники слета учителей сразу сообщили, что, зная количество сторон правильного многоугольника, вписанного в окружность, когда его стороны совпадают с окружностью, можно легко найти площадь круга. После этого возникла другая проблема: «Как найти требуемое количество сторон такого многоугольника?» В ходе исследовательской работы учителя решили данную проблему, а выступление автора признали лучшим на слете.

Ученики XI класса Ардатовской школы № 2 активно решали поставленную проблему, запуская программы на компьютере. Они впервые узнали, что в программе Microsoft Word есть инструмент Visual Basic for Application, ввели код и получили новую формулу для вычисления площади круга. Работали все активно, с интересом, но достигали своей цели за разное количество времени. У ребят появилась потребность в дополнительном изучении этой темы дома, на занятиях в кружке информатики.

Студенты Областного многопрофильного техникума р. п. Ардатов на уроках информатики постоянно получают задания для развития креативного мышления. Многие из них заинтересованы в самостоятельном получении необходимой информации (хотя и под руководством преподавателя). Поэтому после представления педагогом информации, что площадь круга можно найти более точно, рассмотрев количество сторон правильного вписанного многоугольника, когда его стороны совпадают с границей круга (окружностью), студенты получают методическое пособие, которое они изучают, используют в течение урока и выполняют на компьютере задания, представленные в пособии. В конце урока учащиеся получают оценки в зависимости от количества выполненных

заданий. Большинство студентов получают оценки «отлично» и «хорошо», иногда одному-двум студентам ставится оценка «удовлетворительно».

На основании результатов обсуждения со студентами, учителями, научными сотрудниками новых формул площади круга, объема шара, площади поверхности шара можно сделать вывод, что эта информация должна быть доступна в учебных заведениях, так как она ближе к истине по сравнению с формулами, представленными сегодня в большинстве учебников.

Начало изучения формулы площади круга с помощью цифровых технологий необходимо организовать в XI классе на уроках информатики в разделе «Алгоритмизация и программирование». При доказательстве данной формулы необходимо использовать первый замечательный предел  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$ , с этим пределом

обучающиеся знакомятся в XI классе. Необходимо повторить циклические алгоритмы и их программирование на языке Visual Basic for Application. Данный язык есть в приложениях пакета Microsoft Office, которые обучающиеся изучают в школе. В этом языке есть функция CDec(), которая конвертирует числа в тип Decimal, что дает возможность считать с точностью до 29 знаков. Алгоритмы кодирования числовой информации в XI классе обучающиеся повторяют и изучают. Тип кодирования числовой информации Decimal есть и в языке программирования Python, но необходимо устанавливать на компьютерах соответствующую среду программирования, к тому же, по нашему мнению, точность на Python ниже, чем на Visual Basic for Application.

Исходя из новой формулы площади круга будут изменяться и формулы объема шара, площади его поверхности, объема цилиндра, объема конуса. Для практического применения и точного вычисления объема шара и площади его поверхности предлагается определять соответствующие параметры Земли, Солнца с помощью линейной программы на языке VBA с новыми формулами данной статьи на уроках информатики, математики, астрономии.

### Список использованных источников

1. § 61. Определение радиуса Земли. Триангуляция. [http://cruydee.sai.msu.ru/ak4/Chapt\\_3\\_61.htm](http://cruydee.sai.msu.ru/ak4/Chapt_3_61.htm)
2. Атанасян Л. С., Бутузов В. Ф., Кадомцев С. Б., Киселева Л. С., Позняк Э. Г. Геометрия. 10–11 классы: учебник для общеобразовательных учреждений: базовый и профильный уровни. М.: Просвещение, 2013. 255 с.
3. Боресков А. В., Шикин Е. В. Компьютерная графика: учебник и практикум для прикладного бакалавриата. М.: Юрайт, 2016. 219 с.
4. Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика 11 класс. Базовый уровень: учебник. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. 256 с.
5. Зудин В. П. Нестандартный алгоритм определения площади круга с помощью цифровых технологий для развития креативного мышления обучающихся и практического применения // Информатика в школе. 2018. № 8. С. 16–24.
6. Зудин В. П. Новый алгоритм определения площади круга на основе цифровых технологий для развития креативного мышления обучающихся и практических задач. <https://pedsovet.org/publikatsii/informatika-i-ikt/novyy-algoritm-opredeleniya-ploschadi-kruga-na-osnove-tsifrovyyh-tehnologiy-dlya-razvitiya-kreativnogo-myshleniya-obuchayuschih-sya-i-prakticheskikh-zadach>

7. *Игнатьева А. В., Краснощекова Т. И., Смирнов В. Ф.* Курс высшей математики. М.: Высшая школа, 1964. 684 с.
8. Какой радиус Земли? <https://ecoteco.ru/library/magazine/zhurnal-8/ekologiya/kakoy-radius-zemli>
9. *Каммингс С.* VBA для чайников. М., СПб.: Диалектика, 2000. 384 с.
10. *Клопский В. М., Скопец З. А., Ягодовский М. И.* Геометрия: учебное пособие для 9–10 классов средней школы. М.: Просвещение, 1982. 256 с.
11. *Колмогоров А. Н.* Алгебра и начала анализа: учебное пособие для 9 и 10 классов средней школы. М.: Просвещение, 1983. 335 с.
12. *Колягин Ю. М., Ткачева М. В., Федорова Н. Е., Шабунин М. И.* Алгебра и начала математического анализа. 10 класс: учебник для общеобразовательных учреждений: базовый и профильный уровни. М.: Просвещение, 2011. 368 с.
13. *Кононович Э. В., Мороз В. И.* Общий курс астрономии. М.: Едиториал УРСС, 2004. 544 с.
14. *Ляхович В. Ф., Крамаров С. О., Шамараков И. П.* Основы информатики: учебник для студентов средних специальных учебных заведений. Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. 715 с.
15. *Осетрова И. С., Осипов Н. А.* Microsoft Visual Basic for Application: учебное пособие. СПб.: НИУ ИТМО, 2013. 120 с.
16. *Погорелов А. В.* Геометрия: учебник для 7–11 классов общеобразовательных учреждений. М.: Просвещение, 1998. 383 с.
17. *Угринович Н. Д.* Информатика и информационные технологии: учебник для 10–11 классов. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 512 с.
18. Ученые: Солнце — почти идеальный шар. <http://survincity.ru/2013/12/uchenye-solnce-pochti-idealnyj-shar/>
19. Фигура Земли // Википедия. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Фигура\\_Земли](https://ru.wikipedia.org/wiki/Фигура_Земли)
20. Характеристики Солнца: радиус, масса и расстояние. [https://tesis.lebedev.ru/sun\\_vocabulary.html?news\\_id=920](https://tesis.lebedev.ru/sun_vocabulary.html?news_id=920)

## НОВОСТИ

### Более 1,3 миллиона школьников приняли участие в Уроке цифры, посвященном нейросетям

Менее чем за две недели с момента старта проекта более 1,3 миллиона школьников, учителей и родителей приняли участие в Уроке цифры. При поддержке Минпросвещения России проект организован Mail.ru Group и посвящен нейросетям и коммуникациям. Прямая трансляция урока 4 декабря была приурочена ко Дню информатики.

«Цифровые технологии сегодня — обыденная часть нашей жизни. Они позволяют нам не только общаться, но и постоянно получать новые знания, развивать свою образовательную траекторию вне зависимости от внешних обстоятельств. Задача системы образования — помочь учащимся правильно использовать данные технологии и получать в глобальном интернет-пространстве действительно интересную и полезную информацию. Наши Уроки цифры, которые мы ведем совместно с Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций, а также коллегами из организации «Цифровая экономика» и специалистами из ведущих российских ИТ-компаний, таких как Mail.ru Group, всегда готовы помочь школьникам приобрести цифровые навыки и лучше ориентироваться в мире современных ИТ-профессий. Уроки проходят онлайн и максимально доступны и интересны учащимся всех возрастов», — прокомментировал, открывая трансляцию Урока цифры, первый заместитель министра просвещения Российской Федерации Дмитрий Глущко.

«Нам важно, чтобы как можно больше людей и школьников узнавали о технологиях, которыми мы пользуемся. Поэтому мы выбрали нейросети, которые становятся все более востребованными. Мы решили на простых примерах показывать ребятам, как работает эта технология и особенно как она применяется в социальных сетях «ВКонтакте» и «Одноклассники», — сказал вице-президент по персоналу и образовательным проектам Mail.ru Group Дмитрий Смыслов.

*(По материалам, предоставленным пресс-службой Министерства просвещения Российской Федерации)*

Директор Департамента цифровой трансформации и больших данных Минпросвещения России Павел Кузьмин рассказал о своем опыте изучения информатики в школе и о том, насколько с тех пор изменились формат и содержание обучения цифровым технологиям. По его словам, приобретение цифровых навыков должно пронизывать все предметы школьной программы и помогать ученикам выбрать востребованную ИТ-профессию. «Такие проекты, как Урок цифры, очень нам в этом помогают. Одна школа с этой задачей не справится, и мы рады, что ведущие российские технологические ИТ-компании тоже понимают важность развития цифровых навыков школьников и тратят на это свои ресурсы», — добавил Павел Кузьмин.

«Одно из последствий проникновения нейронных сетей во все сферы жизни — это появление новых профессий. Возможно, после этого Урока цифры кто-то из ребят решит связать свою профессиональную жизнь с этим направлением», — отметил во время урока Андрей Калинин, заместитель вице-президента, директор по технологиям искусственного интеллекта Mail.ru Group.

Во время трансляции Юрий Рыбаков, ученик четвертого класса лицея № 40 Санкт-Петербурга, рассказал, что изучает программирование несколько лет, сам участвовал в Уроке цифры в этом году и недавно разработал игру-головоломку. Он заинтересовался, как ему стать директором в Mail.ru Group или министром просвещения. Участники урока посоветовали лицеисту продолжать изучение программирования и математики, найти курсы и вуз, которые помогут ему дальше развиваться в этом направлении.

Онлайн-тренажеры урока были адаптированы под разные возрастные группы: ребята помладше разрабатывают алгоритм рекомендаций друзей в соцсетях; ученики средней школы учат нейросеть распознавать лица для примерки масок дополненной реальности; старшие школьники сами создают мини-приложение.