

**Маркушевич Михаил Владимирович**

учитель информатики и черчения

ГБОУ г. Москвы «Школа с углубленным

изучением английского языка №1352»

аспирант

ФГБОУ ВО «Российский государственный

социальный университет»

г. Москва

**Авилова Надежда Илларионовна**

учитель математики

ГБОУ г. Москвы «Школа с углубленным

изучением английского языка №1352»

г. Москва

**Короткова Надежда Дмитриевна**

учитель математики

ГБОУ г. Москвы «Школа с углубленным

изучением английского языка №1352»

г. Москва

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВОБОДНОГО И БЕСПЛАТНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ОБЪЕМА И ПЛОЩАДИ ПОВЕРХНОСТИ УСЕЧЕННОГО ЦИЛИНДРА**

*Аннотация:* в данной работе авторы рассматривают технологию решения стереометрических задач с использованием широкого комплекса программных средств, а именно электронных таблиц, системы компьютерного черчения, текстового редактора, растрового графического редактора и некоторых других. При выборе программного обеспечения акцент делается на свободное ПО. Демонстрируются преимущества предлагаемого метода, одним из которых можно считать одновременное формирование и диагностику ИКТ-

*компетенций старших школьников, а также повышение мотивации к изучению стереометрии.*

**Ключевые слова:** свободное программное обеспечение, OpenOffice, Компас, интегрированный урок, расчет объема усеченного цилиндра, расчет площади поверхности усеченного цилиндра.

В педагогической практике учителей математики, преподающих в старшей школе, часто возникает вопрос, какие программные средства рационально использовать в учебно-воспитательном процессе.

Действительно, с одной стороны, сложно представить в качестве инструментария на современном уроке геометрии только мел, большую деревянную линейку и циркуль, с другой стороны, достаточно большое количество аппаратных и программных средств ИКТ, находящихся потенциально в распоряжении преподавателя, далеко не всегда используются им оптимальным образом. Одной из возможных причин данной проблемы может быть определенный дефицит методической литературы, посвященной технологии применения ИКТ в преподавании стереометрии на третьей ступени общего образования.

В своих прежних работах [1–3] авторы предлагали на рассмотрение педагогического сообщества применяемую ими технологию проведения интегрированных уроков «геометрия + ИКТ», в ходе которых учащимися старших классов общеобразовательной школы осуществлялся расчет неизвестных параметров (значения длин сторон, площади и периметра) как прямоугольного, так и произвольного треугольника, по различным наборам изначально заданных параметров. В ходе рассматриваемых уроков в качестве программного средства авторы предлагали использовать свободные электронные таблицы OpenOffice.org Calc, указывая на их следующие преимущества:

1. Кроссплатформенность.
2. Низкий уровень требований к аппаратному обеспечению.
3. Бесплатность (распространяются по лицензии GNU GPL).

2 <https://interactive-plus.ru>

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

Настоящая работа является логическим продолжением вышеуказанных статей, но в ней авторы рассматривают технологию проведения интегрированных уроков, объектом рассмотрения которых являются уже трехмерные фигуры, а целью – расчет площади полной поверхности и объема различных трехмерных фигур с помощью электронных таблиц OpenOffice.org Calc.

В настоящей статье рассмотрим возможный сценарий серии интегрированных уроков «Расчет объема и площади поверхности объемных фигур», которая посвящена в предметной области «геометрия» изучению стереометрии и расчету объема и площади поверхности различных объемных фигур, таких как цилиндр, усеченный цилиндр, параллелепипед, конус, усеченный конус, пирамида и т. п. В предметной области «информатика» данная серия уроков охватывает сразу несколько тем курса, а именно:

1. Обработка текстовой информации.
2. Электронные таблицы.
3. Растворная графика.
4. Трехмерная векторная графика.
5. Электронная почта.

В школьном педагогическом сообществе последние годы стала популярной тема проведения интегрированных уроков, т.е. уроков, в которых происходит объединение содержания образования двух или более предметов, например, биологии и географии, физики и математики, информатики и изобразительного искусства [4]. Как показывает практика, чаще всего речь идет о сочетании в проектируемом интегрированном уроке содержания образования изучаемых предметов таким образом, чтобы изучение материала одного предмета помогало освоению материала другого, выступало в качестве некоторого катализатора, стимулирующего обучение смежному предмету. Уроки, спроектированные на основе этого принципа, являются, с точки зрения авторов, наиболее эффективными.

Возможно, у некоторых читателей может возникнуть вопрос об обоснованности предлагаемой авторами технологии решения стереометрических задач с использованием столь объемного арсенала программных средств, а также об

необходимости использования в качестве основного инструмента на уроке персонального компьютера. Действительно, какие же задачи решаются благодаря предлагаемой технологии вместо традиционной ручки, линейки, карандаша и таблиц Брадиса?

1. Мы демонстрируем детям практическое применение таких программных инструментов как свободные динамические электронные таблицы OpenOffice.org Calc, системы трехмерного моделирования (компьютерного черчения) Компас-3D LT, свободного растрового графического редактора GIMP и некоторых других.

2. Также важно отметить тот факт, что само использование компьютера повышает мотивацию учащихся к изучению соответствующей темы по геометрии, что, в свою очередь, повышает качество обученности.

3. Таким образом мы формируем информационную культуру учащихся, учим их выбирать наиболее подходящую технологию и средства для решения той или иной стоящей перед ними задачи, т.е. таким образом реализуется пункт ФГОС ООО 10.2 «умение самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач», а также 10.11 «формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий» [5].

4. Кроме того, мы одновременно формируем и диагностируем уровень ИКТ-компетентности учащихся сразу в нескольких областях школьного курса информатики;

Остановимся более подробно на аспекте формирования ИКТ-компетенций в ходе предлагаемой серии интегрированных уроков. С точки зрения авторов представляется вполне целесообразным осуществлять формирование ИКТ-компетенций учащихся старших классов на предметном материале, не связанном с информатикой, исходя из того, что информационные и коммуникационные технологии являются чаще всего инструментарием для решения задач других предметных областей, таких, как, например, геометрия, в нашем случае. Наиболее

---

эффективно применить инструментарий ИКТ по отношению к задачам геометрии мы можем в рамках интегрированного урока «Геометрия + ИКТ».

Рассматриваемая нами серия интегрированных уроков относится к типу полипрограммных интегрированных уроков. Термин «полипрограммный интегрированный урок» был введен в педагогическую практику ранее [6] и его можно определить как урок, в котором для достижения цели урока используется сразу несколько программных сред, в отличие от монопрограммного урока, в ходе которого применяется только одна программная среда, например, текстовый редактор, программа для создания презентаций или векторный графический редактор.

В нашем случае мы будем применять следующие программные среды:

1. Облегченную бесплатную версию для учебных целей системы трехмерного моделирования (компьютерного черчения) Компас-3D LT V12.
2. Свободный растровый графический редактор GIMP 2.8.20.
3. Свободный текстовый редактор OpenOffice.org Writer.
4. Свободный редактор математических формул OpenOffice.org Math.
5. Свободный электронный таблицы OpenOffice.org Calc.
6. Свободный интернет-браузер Mozilla Firefox 51.0.1.

Важно обратить внимание на тот факт, что в качестве используемых программных сред предлагается использовать именно свободное кроссплатформенное программное обеспечение (далее – СПО), которым является ПО п. 2–6, или бесплатные версии проприетарного ПО, которым является п. 1 из списка, приведенного выше.

Бесплатное проприетарное ПО предлагается авторами для использования в учебно-воспитательном процессе в том случае, когда свободный аналог не существует, или методика его применения недостаточно хорошо разработана, как в рассматриваемой ситуации с системой компьютерного черчения Компас. Так, в частности, существует FreeCAD – бесплатная кроссплатформенная CAD – программа для создания 3D моделей, доступная на сайте <https://freecadweb.org/> [7]. FreeCAD может быть использована в техническом проектировании, конструировании изделий, а также в иных областях, связанных с осуществлением

инженерно-технических работ, но, к сожалению, существует очень мало учебной и учебно-методической литературы, посвященной данному программному обеспечению, что вынуждает авторов в настоящий момент рекомендовать к использованию бесплатную версию проприетарного программного обеспечения Компас-3D LT.

Перейдем непосредственно к описанию одного из серии рассматриваемых интегрированных уроков. В качестве фигуры для расчета выберем цилиндр, усеченный плоскостью  $DEE_1D_1$ , параллельной оси цилиндра, представленный на рисунке 1.

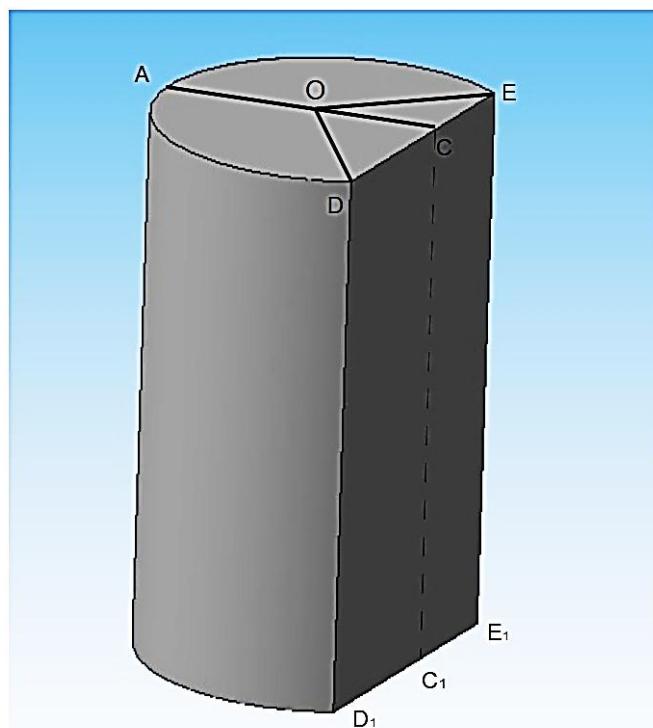


Рис. 1. Цилиндр, усеченный плоскостью, параллельной оси цилиндра

*Дано:* цилиндр, плоскость  $(DEE_1D_1) \parallel$  оси цилиндра, дуга окружности отсеченной части цилиндра  $= \alpha$ ,  $OC = a$ ,  $DD_1 = H$ ;

*Найти:*  $V_{цил}$ ,  $S_{цил}$ ;

Ниже приведем классическое решение поставленной задачи.

Так как  $OC \perp$  плоскости  $DEE_1D_1$ , то треугольник  $DOC$  прямоугольный ( $\angle OCD = 90^\circ$ ). Так как  $\angle EOD$  – центральный, то его градусная мера равна градусной мере дуги, на которую он опирается. Если  $\angle EOD = \alpha$ , значит  $\angle DOC =$

6 <https://interactive-plus.ru>

$\frac{\alpha}{2}$ , так как  $OD = OE$  как радиусы, значит  $\Delta OED$  равнобедренный с основанием  $DE$ , следовательно высота  $OC$  является и биссектрисой.

Из прямоугольного треугольника  $DOC$  следует, что  $OD = \frac{OC}{\cos(\angle DOC)}$ , следовательно,  $R = \frac{a}{\cos \frac{\alpha}{2}}$ , также  $DC = a \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ . Так как  $OC$  является и медианой, то  $DE = 2DC = 2a \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ .

Найдем площадь сечения цилиндра плоскостью, параллельной оси цилиндра, а именно  $S_1 (DEE_1D_1) = DE * DD_1 = 2a \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} DD_1$ , где  $DD_1$  – высота цилиндра  $H$ .

Теперь мы можем определить площадь  $S_2$  боковой поверхности цилиндра, не относящейся к плоскости  $DEE_1D_1$ . Так как площадь боковой поверхности не усеченного цилиндра равна  $2\pi RH$ , а нас интересует часть боковой поверхности  $S_2$ , соответствующей центральному углу  $(2\pi - \alpha)$ , то ее можно найти по формуле  $S_2 = \frac{2\pi RH(360-\alpha)}{360} = \frac{2\pi aH(2\pi-\alpha)}{2\pi \cos^2 \frac{\alpha}{2}} = \frac{aH(2\pi-\alpha)}{\cos^2 \frac{\alpha}{2}}$ .

Следующим шагом можно рассчитать площадь торца усеченного цилиндра  $S_3$ . Она будет состоять из площади сектора круга  $S_4$ , опирающегося на центральный угол  $(2\pi - \alpha)$  и площади  $S_5$  треугольника  $EOD$ , которую можно рассчитать по формуле:  $S_5 = DC \cdot OC = a^2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ . Тогда  $S_3 = S_4 + S_5 = \pi R^2 \frac{2\pi-\alpha}{2\pi} + a^2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{a^2(2\pi-\alpha)}{2\cos^2 \frac{\alpha}{2}} + a^2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ .

Таким образом, полную площадь поверхности усеченного цилиндра, показанного на рисунке 1, можно рассчитать по формуле:

$$S_{цил} = S_1 + S_2 + S_3 = 2aH \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + \frac{aH(2\pi - \alpha)}{\cos^2 \frac{\alpha}{2}} + 2\left(\frac{a^2(2\pi - \alpha)}{2\cos^2 \frac{\alpha}{2}} + a^2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}\right)$$

Далее рассчитаем объем усеченного цилиндра. Так как площадь основания усеченного цилиндра  $S_3 = \frac{a^2(2\pi-\alpha)}{2\cos^2 \frac{\alpha}{2}} + a^2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ , следовательно, объем усеченного цилиндра можно рассчитать по формуле:

$$V_{цил} = S_3 H = H \left( \frac{a^2(2\pi-\alpha)}{2\cos^2 \frac{\alpha}{2}} + a^2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right)$$

Для расчета значений площади полной поверхности усеченного цилиндра и его объема мы будем использовать, как говорилось выше, электронные таблицы OpenOffice.org Calc. В режиме отображения формул лист электронных таблиц с структурой данных, созданной для расчета интересующих нас параметров, будет выглядеть следующим образом, как показана на рисунке 2.

The screenshot shows a Microsoft Word document titled "расчет OO.ods - OpenOffice Calc". The Calc window has a menu bar in Russian: Файл, Правка, Вид, Вставка, Формат, Сервис, Данные, Окно, Справка. The toolbar includes various icons for file operations, text styling, and data processing. The formula bar shows "F28" and a formula input field. The spreadsheet has four columns: A, B, C, and D. Column A contains labels for parameters: "a=", "H=", "α=", "π=", "S<sub>1</sub>=", "S<sub>2</sub>=", "S<sub>3</sub>=", "S<sub>цил</sub>=", and "V<sub>цил</sub>". Column B contains their definitions as formulas: "30 мм", "100 мм", "45 град", "3,1415", "=2\*B1\*B2\*TAN(RADIANS(B3/2))", "=B1\*B2\*(2\*B4-RADIANS(B3))/COS(RADIANS(B3/2))", "=2\*(B1^2\*(2\*B4-RADIANS(B3))/(2\*COS(RADIANS(B3/2))^2)+B1^2\*TAN(RADIANS(B3/2)))", "=B6+B7+B8", and "=B2\*(B1^2\*(2\*B4-RADIANS(B3))/(2\*COS(RADIANS(B3/2))^2)+B1^2\*TAN(RADIANS(B3/2)))". Column C contains unit information: "мм", "мм", "град", "", "мм<sup>2</sup>", "мм<sup>2</sup>", "мм<sup>2</sup>", "мм<sup>2</sup>", and "мм<sup>3</sup>". Column D is empty.

	A	B	C	D
1	a=	30	мм	
2	H=	100	мм	
3	α=	45	град	
4	π=	3,1415		
5				
6	S <sub>1</sub> =	=2*B1*B2*TAN(RADIANS(B3/2))	мм <sup>2</sup>	
7	S <sub>2</sub> =	=B1*B2*(2*B4-RADIANS(B3))/COS(RADIANS(B3/2))	мм <sup>2</sup>	
8	S <sub>3</sub> =	=2*(B1^2*(2*B4-RADIANS(B3))/(2*COS(RADIANS(B3/2))^2)+B1^2*TAN(RADIANS(B3/2)))	мм <sup>2</sup>	
9	S <sub>цил</sub> =	=B6+B7+B8	мм <sup>2</sup>	
10				
11	V <sub>цил</sub> =	=B2*(B1^2*(2*B4-RADIANS(B3))/(2*COS(RADIANS(B3/2))^2)+B1^2*TAN(RADIANS(B3/2)))	мм <sup>3</sup>	
12				
13				
14				
15				

Рис. 2. Структура данных, созданная для расчета полной площади поверхности и объема усеченного цилиндра, в электронных таблицах OpenOffice.org Calc

Результат вычисления конкретных значений полной площади поверхности и объема усеченного цилиндра показан в разделе 4 Приложения 1 к настоящей работе.

Перейдем к более детальному рассмотрению этапов предлагаемой авторами серии интегрированных уроков.

### *Этап 1. Мотивация к учебной деятельности.*

В качестве мотивации к учебной деятельности может быть краткий рассказ преподавателя о связи между геометрией, начертательной геометрией и черчением применительно к возможному будущему инженерному направлению образования для учащихся. Учитель демонстрирует на экране изображения сложных деталей, трехмерные модели которых могут быть созданы в системе компьютерного черчения Компас учащимися в будущем.

Возможные примеры данных деталей показаны на рисунках 3 и 4 ниже.

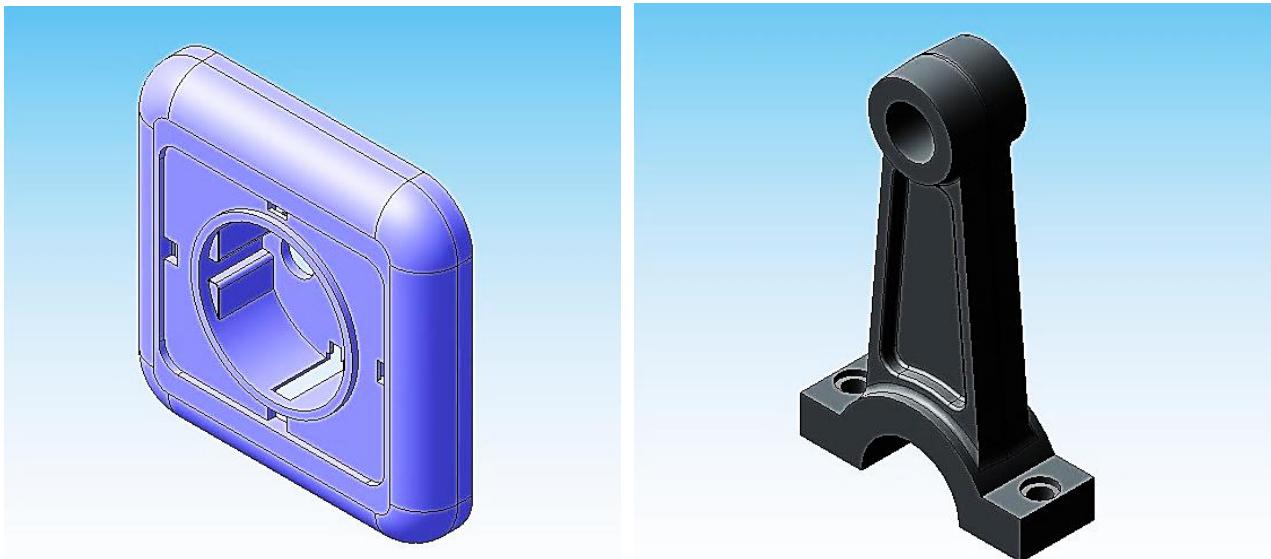


Рис. 3, 4. Примеры деталей – мотиваторов для изучения системы компьютерного черчения Компас

*Этап 2. Проверка домашнего задания, актуализация знаний и пробное действие.*

На данном этапе учитель проверяет заданное домашнее задание, в котором необходимо было рассчитать объем и площадь поверхности фигуры, показанной на рисунке 1 классическим способом. В результате выполнения домашнего задания учащиеся должны знать и уметь применять на практике следующие формулы, указанные в таблице 1:

Таблица 1

1.	Площадь боковой поверхности цилиндра	$S_b = 2\pi RH$
2.	Площадь основания цилиндра	$S_o = \pi R^2$
3.	Площадь полной поверхности цилиндра	$S = 2\pi RH + 2\pi R^2$
4.	Объем цилиндра	$V = \pi R^2 H$
5.	Площадь сектора круга, для центрального угла $\alpha$ , выраженного в радианах	$S_{\text{сек}} = \frac{R^2 \alpha}{2}$

*Этап 3. Выявление проблемы и построение проекта.*

На данном этапе перед учащимися ставится задача рассчитать объем и площадь поверхности трехмерной фигуры, представленной на рисунке 1. Учащиеся, в свою очередь, в составе малых групп разрабатывают план или алгоритм

решения поставленной задачи, выбирают те программные среды, в которых они будут решать те или иные подзадачи генеральной задачи.

*Этап 4. Реализация разработанного алгоритма.*

На данном этапе учащиеся реализуют разработанный ими ранее алгоритм создания текстового документа, содержащего изображение объемной детали, расчетные формулы для вычисления ее объема и площади поверхности, а также внедрённую электронную таблицу с расчетом конкретных значений искомых величин для некоторых заданных значений размеров рассматриваемой детали.

Разработанный учащимися алгоритм будет достаточно близок к следующему:

1. Построить трехмерную модель фигуры в системе компьютерного черчения Компас (рисунок 1);
2. Сохранить ее изображение, нанести на него размеры с помощью растрового графического редактора GIMP (Приложение 1);
3. Построить три проекции фигуры в системе компьютерного черчения Компас, нанести точки, указанные на рисунке 1 (Приложение 1);
4. Вставить изображение детали в текстовый документ в текстовом редакторе OpenOffice.org Writer;
5. Вставить три проекции фигуры в текстовый документ в текстовом редакторе OpenOffice.org Writer;
6. Набрать формулы для расчета объема и площади поверхности рассматриваемой фигуры с помощью редактора математических формул OpenOffice.org Math (Приложение 1);
7. Вставить электронную таблицу OpenOffice.org Calc в виде объекта OLE в текстовый документ, ввести необходимые формулы для расчета значений объема и площади поверхности рассматриваемой трехмерной фигуры (рисунок 2);
8. Сохранить текстовый документ и отправить его на электронную почту заранее определенного одноклассника для получения предварительной оценки и комментария;

*Этап 5. Взаимная проверка выполненного задания.*

На данном этапе учащиеся пересылают сделанные ими работы на электронные адреса заранее определенных товарищей по классу, таким образом, что каждый учащийся проверяет одну работу своего одноклассника и пишет на нее краткий отзыв с оценкой, и только затем пересыпает уже оцененную работу преподавателю.

### *Этап 6. Рефлексия.*

На этапе рефлексии происходит осознание детьми способа преодоления возможно встретившихся им затруднений в процессе выполнения работы и самостоятельная оценка полученных результатов. Причем на этой стадии крайне важно сравнить свою оценку работы с оценкой одноклассника и преподавателя и сделать вывод об объективности собственного оценивания результатов выполненной работы.

### Приложение 1

#### Образец выполненной учащимся работы

##### *Расчет полной площади поверхности и объема усеченного цилиндра*

1. Вид рассчитываемой фигуры в изометрии:

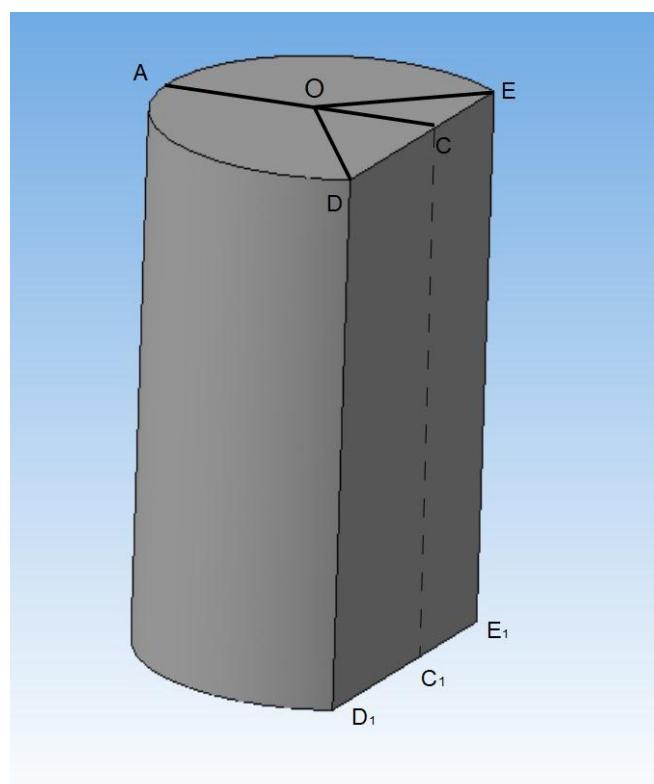


Рис. 5

2. Три проекции рассчитываемой фигуры:

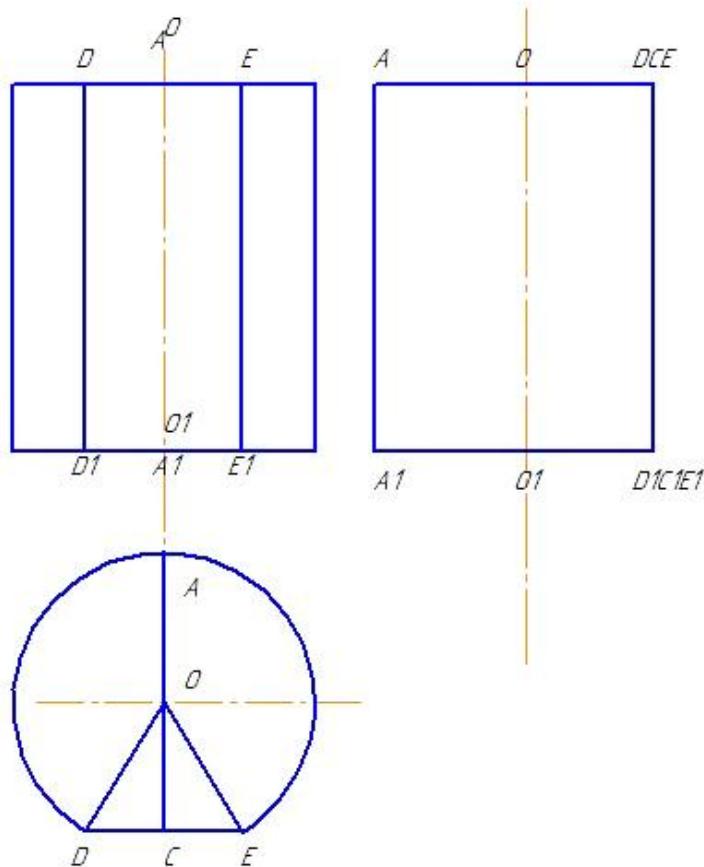


Рис. 6

3. Формулы для расчета площади полной поверхности и объема усеченного цилиндра:

$$S_{цил} = S_1 + S_2 + S_3 = 2aHtg \frac{\alpha}{2} + \frac{aH(2\pi - \alpha)}{\cos \frac{\alpha}{2}} + 2\left(\frac{a^2(2\pi - \alpha)}{2\cos^2 \frac{\alpha}{2}} + a^2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}\right)$$

$$V_{цил} = S_3 H = H\left(\frac{a^2(2\pi - \alpha)}{2\cos^2 \frac{\alpha}{2}} + a^2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}\right)$$

4. Расчет значения площади полной поверхности и объема усеченного цилиндра в электронных таблицах OpenOffice.org Calc (таблицы 2 и 3).

Таблица 2

<i>a</i> =	30	мм
<i>H</i> =	100	мм
<i>α</i> =	45	град
<i>π</i> =	3,1415	
<i>S</i> <sub>1</sub> =	2485,281	мм <sup>2</sup>

$S_2 =$	17851,68	мм <sup>2</sup>
$S_3 =$	6542,341	мм <sup>2</sup>
$S_{цил} =$	26879,31	мм <sup>2</sup>
$V_{цил} =$	327117,1	мм <sup>3</sup>

Таблица 3

Проверил:	Комментарий	Оценка
Игорь Сидоров, 10 «В» класс	Все сделано правильно, но Петр забыл поставить единицы измерения для размеров фигуры	5–
Виктор Петрович Краснов, учитель информатики	Полностью согласен с Игорем	5–

**Список литературы**

1. Маркушевич М.В. Использование электронных таблиц OpenOffice.Calc для расчета параметров прямоугольного треугольника // Информатика в школе. – 2015. – №10.
2. Федосов А.Ю. Использование электронных таблиц OpenOffice.Calc для решения геометрических задач / А.Ю. Федосов, М.В. Маркушевич // Современные проблемы обучения информатики и информатизации образования: Сборник научных работ студентов, аспирантов и преподавателей РГСУ. – 2015.
3. Маркушевич М.В. Использование электронных таблиц OpenOffice.Calc для расчета параметров прямоугольного треугольника // Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив Плюс», 2015.
4. Подколзина С.В. Методика разработки и проведения интегрированных уроков по физике и истории в основной школе // Вестник магистратуры. – 2013. – №4 (19). – С. 65–67.
5. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (5–9 кл.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: минобрнауки.рф/документы/938
6. Маркушевич М.В. Полипрограммные интегрированные уроки на базе свободного программного обеспечения как средство контроля ИКТ-

компетенций старших школьников // Информатика в школе. – 2017. – №4 (127).  
– С. 12–17.

7. FreeCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://freecadweb.org/>