

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).

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. Растровая 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.

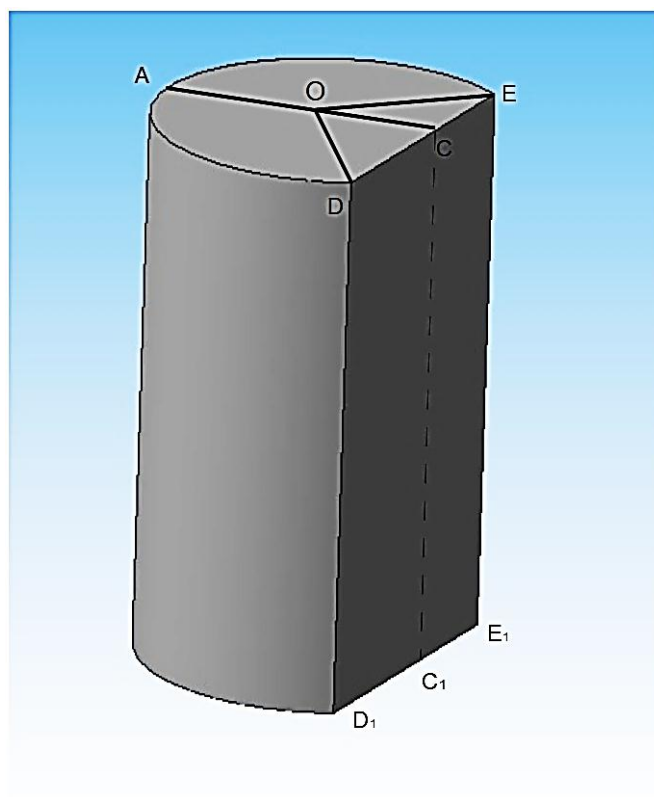


Рис. 1. Цилиндр, усеченный плоскостью, параллельной оси цилиндра

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

Найти: $V_{\text{цил}}$, $S_{\text{цил}}$;

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 $\angle DOC =$

$\frac{\alpha}{2}$, так как $OD = OE$ как радиусы, значит $\triangle OED$ 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 $S_1 (DEE_1D_1) = DE \cdot DD_1 = 2a \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} DD_1$, 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:

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

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:

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

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.

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.

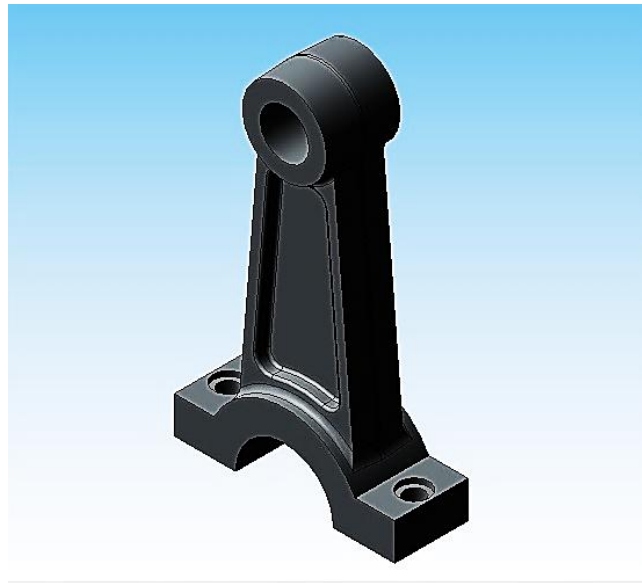
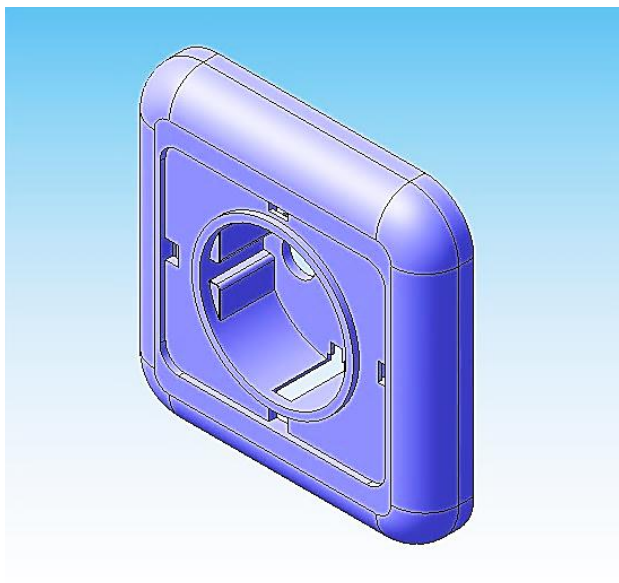


Рис. 3, 4. Примеры деталей – мотиваторов для изучения системы
компьютерного черчения Компас

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	$S_6 = 2\pi RH$
2.	Площадь основания цилиндра	$S_0 = \pi R^2$
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 α , 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 пересылает 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:

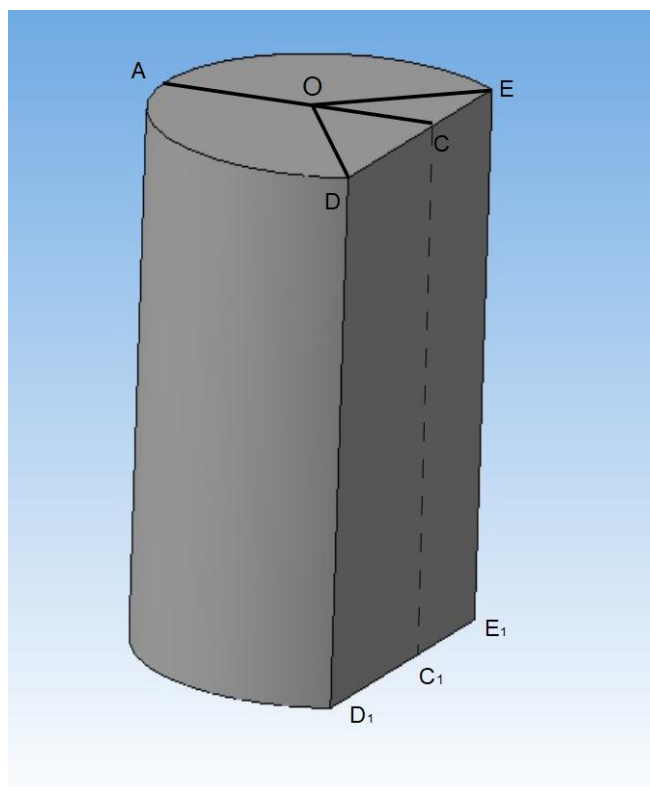


Рис. 5

2. Три проекции рассчитываемой фигуры:

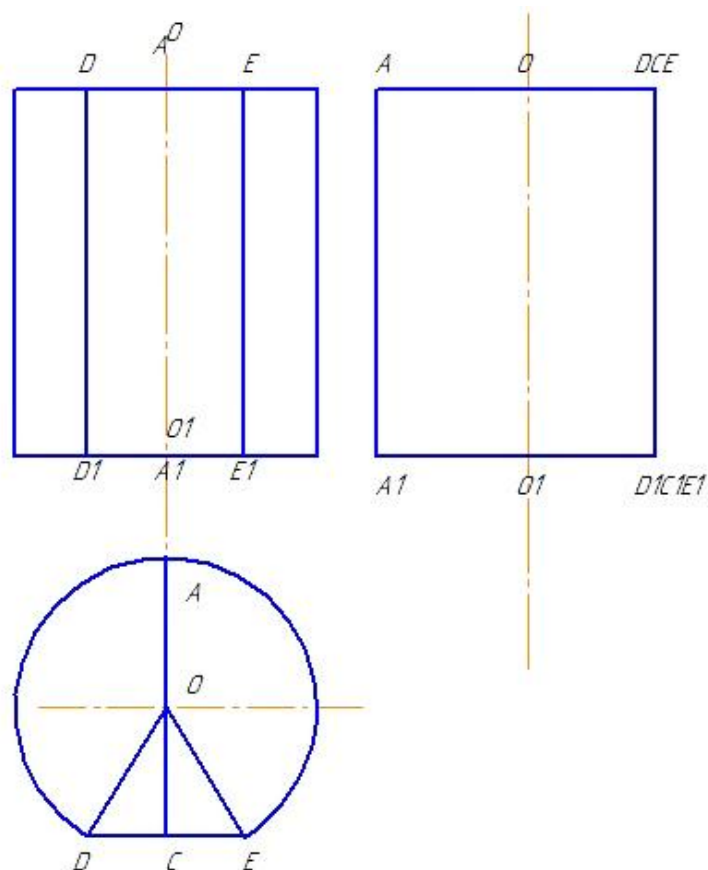


Рис. 6

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

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

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

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

Таблица 2

a=	30	мм
H=	100	мм
α =	45	град
π =	3,1415	
S_1 =	2485,281	мм ²

$S_2=$	17851,68	мм^2
$S_3=$	6542,341	мм^2
$S_{\text{цил}}=$	26879,31	мм^2
$V_{\text{цил}}=$	327117,1	мм^3

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/>