

**Решения заданий отборочного этапа  
Олимпиады «Ломоносов» по инженерным наукам 2019/2020  
5-7 классы**

**Задача 1 (20 баллов).**

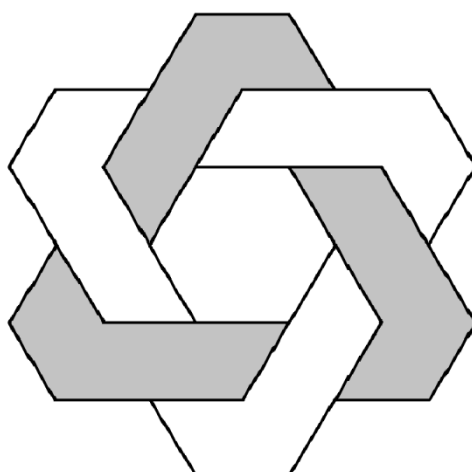
Выполните эскизы фронтальной, горизонтальной и профильной проекций детали, изображенной на рисунке. Считайте, что фронтальная проекция – это вид спереди, главный вид; горизонтальная – вид сверху; профильная – вид сбоку слева.



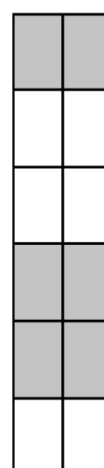
**Решение:**

**Одно из возможных решений:**

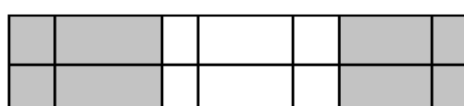
Горизонтальная проекция



Профильная проекция

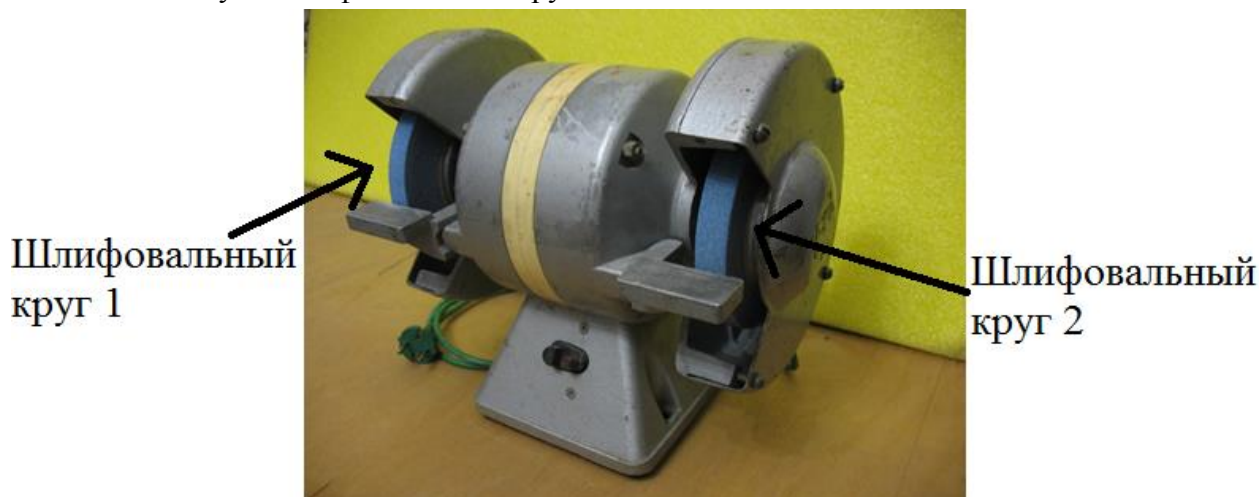


Фронтальная проекция



### Задача 2 (20 баллов).

Заточной станок (в просторечии – электроточило) — станок для затачивания режущего инструмента (см. рисунок). После выключения двигателя электроточила его шлифовальные круги останавливаются не сразу, а по прошествии некоторого времени. Один из двух кругов, установленных на точиле, сняли, потому что в нем появилась трещина. В каком случае точило останавливается быстрее после выключения двигателя: с одним или с двумя шлифовальными кругами? Ответ поясните.



### Решение:

Силы трения, препятствующие вращению вала электроточила, не зависят от числа установленных кругов, а инерция вращения больше, когда на валу закреплены два шлифовальных круга. Поэтому точило с одним кругом остановится быстрее.

### Задача 3 (20 баллов).

На рисунке 1 представлена карта инсоляции России. Различные цвета показывают общее количество энергии, поступающей от Солнца на поверхность Земли в различных точках в течение суток (в среднем за год).

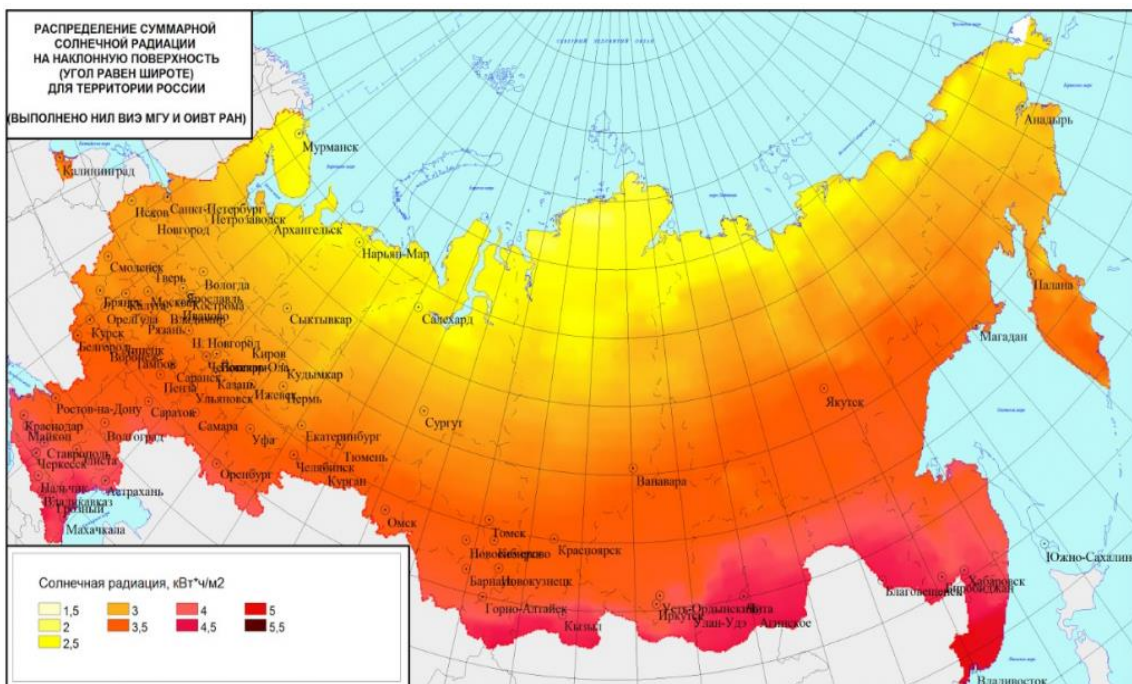
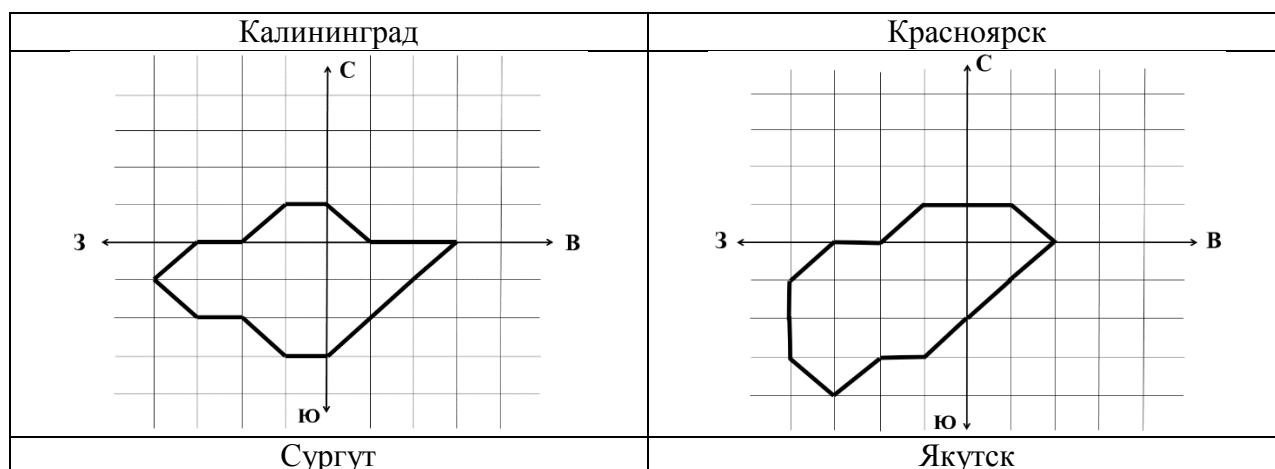


Рисунок 1

Солнечная панель позволяет преобразовывать световую энергию, поступающую от Солнца, в электрическую. Ветрогенератор преобразует энергию ветра в электрическую. Представьте, что в вашем распоряжении имеются 1) ветрогенераторы и 2) солнечные панели общей площадью  $1000 \text{ м}^2$  с КПД = 20%, то есть только 20% световой энергии преобразуется в электрическую.

Введем понятие «энергетическая роза ветров», которое будет показывать распределение энергии, вырабатываемой ветрогенераторами, в зависимости от направления ветра. На рисунке 2 представлены «энергетические розы ветров» для Калининграда, Красноярска, Сургута, Якутска. Для оценки считайте, что каждый квадрат на «энергетической розе ветров» соответствует  $10000 \text{ кВт·ч}$  энергии, производимой за год имеющимися в вашем распоряжении ветрогенераторами. Рассмотрим вариант установки вышеуказанных солнечных панелей и ветрогенераторов в одном из четырех городов: Калининград, Красноярск, Сургут, Якутск. Оцените, в каком из указанных городов эти панели и ветрогенераторы смогут выработать наибольшее количество энергии за год.



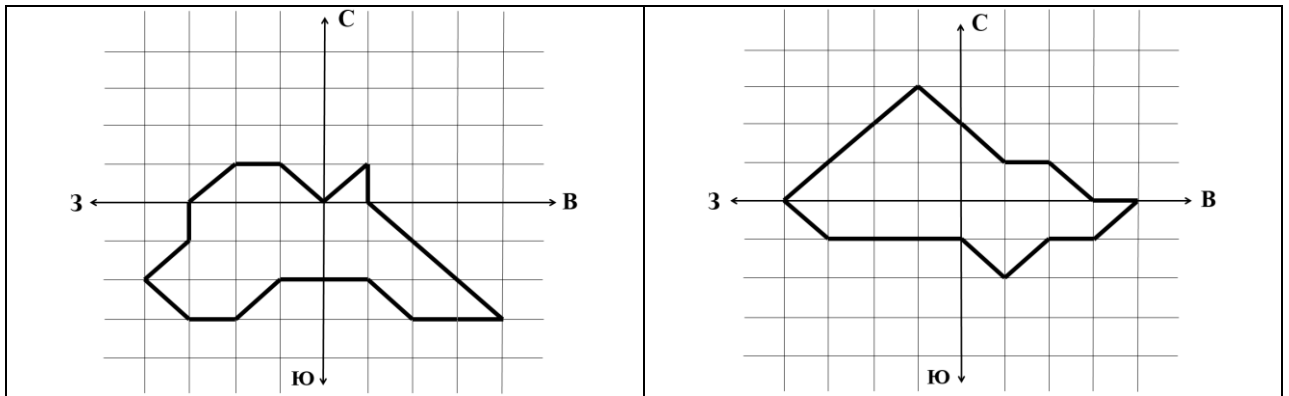


Рисунок 2

**Решение:**

Оценим при помощи карты, какое количество солнечной энергии в день ( $N$ ) получают города, указанные в условии задачи:

Калининград	3,5 кВт·ч/м <sup>2</sup>
Красноярск	3,5 кВт·ч/м <sup>2</sup>
Сургут	3 кВт·ч/м <sup>2</sup>
Якутск	3,5 кВт·ч/м <sup>2</sup>

Используя эти данные, можно определить количество энергии, которое можно получить при помощи солнечных панелей за год:

$$E_{\text{сп}} = N \cdot S \cdot \eta \cdot t, \text{ где:}$$

$t = 365$  – число дней в году;

$\eta = 20\%$  – КПД солнечных панелей;

$S = 1000 \text{ м}^2$  – общая площадь рабочей поверхности солнечных панелей;

$N$  – количество солнечной энергии в день, получаемой с  $1 \text{ м}^2$  солнечной батареи в каждом из городов (Калининград, Красноярск, Сургут, Якутск).

Таким образом, суммарная энергия, полученная от солнечных панелей за год для четырех городов из условия задачи, равна:

Калининград	255,5 МВт·ч
Красноярск	255,5 МВт·ч
Сургут	219,0 МВт·ч
Якутск	255,5 МВт·ч

Из условия задачи нам известно, что каждый квадрат «энергетической розы ветров» соответствует 10000 кВт·ч энергии за год. Просуммировав все квадраты внутри области «розы ветров» для каждого города, а затем умножив их количество на 10000 кВт·ч, мы сможем найти количество электроэнергии произведённой ветрогенераторами за год.

**Количество квадратов для городов из условия задачи:**

Калининград	15
Красноярск	17
Сургут	17
Якутск	18

**Следовательно, количество энергии, вырабатываемое ветрогенераторами за год в городах, указанных в условии задачи:**

Калининград	150 МВт·ч
Красноярск	170 МВт·ч
Сургут	170 МВт·ч
Якутск	180 МВт·ч

**Для нахождения общего количества вырабатываемой электроэнергии сложим общую электроэнергию от солнечных панелей и от ветрогенераторов для каждого из городов.**

**В итоге получаем:**

Калининград	405,5 МВт·ч
Красноярск	425,5 МВт·ч
Сургут	389,0 МВт·ч
Якутск	435,5 МВт·ч

**Как видно, наибольшее количество энергии за год с помощью ветрогенераторов и солнечных панелей можно получить в Якутске.**

**Ответ: Якутск.**

#### **Задача 4 (20 баллов).**

При разработке проекта модернизации завода потребовалось определить скорость движения конвейерной ленты, по которой заготовки для панелей солнечных элементов доставлялись из склада в цех. Для этого решили использовать электронные настенные часы, висевшие на складе и в цеху. Индикаторы этих часов показывали только часы и минуты. Известно, что в момент передачи по радио сигналов точного времени, соответствующих ровно 10 часам утра, и те и другие часы показывали 10:00. В тот момент, когда одна из заготовок покинула склад, часы на складе показывали 10:05, а в момент прибытия этой заготовки в цех часы в цеху показывали 10:20. В каких пределах может лежать скорость движения конвейерной ленты, если ее длина от склада до цеха равна 120 м? Считать, что скорость хода обоих часов совпадает со скоростью хода эталонных часов, которые используются для передачи сигналов точного времени.

**Решение:**

**Если часы в момент передачи сигналов точного времени показывают правильное число часов и минут, то в момент индикации на них времени  $T$  точное время  $t$  равно**

$T + \tau$ , где  $\tau$  – некоторая величина в интервале  $-\tau_0 < \tau < \tau_0$  (здесь  $\tau_0 = 60$  секунд, т.е. продолжительность одной минуты). Пусть часы на складе в момент отправления заготовки показывали время  $T_1$ , а часы в цеху в момент прибытия этой заготовки показывали время  $T_2$ . Тогда точное время отправления заготовки из склада равно  $t_1 = T_1 + \tau_1$ , а точное время прибытия заготовки в цех равно  $t_2 = T_2 + \tau_2$ , так что скорость движения конвейерной ленты  $v = \frac{L}{t_2 - t_1} = \frac{L}{T_2 + \tau_2 - T_1 - \tau_1} = \frac{L}{T_2 - T_1 + (\tau_2 - \tau_1)}$ . Поскольку разность  $(\tau_2 - \tau_1)$  может изменяться в пределах от  $-2\tau_0$  до  $+2\tau_0$ , скорость движения конвейерной ленты лежит в пределах от  $v_{min} = \frac{L}{T_2 - T_1 + 2\tau_0} \approx 11,8$  см/с до  $v_{max} = \frac{L}{T_2 - T_1 - 2\tau_0} \approx 15,4$  см/с.

**Ответ: от 11,8 см/с до 15,4 см/с.**

### **Задача 5 (20 баллов).**

Масса пустой 10-литровой алюминиевой канистры для бензина (см. рисунок) равна 1,3 кг. Оцените толщину стенки канистры.



### **Решение:**

Из приведенного рисунка видно, что по форме канистра близка к прямоугольному параллелепипеду, в основании которого (передняя грань канистры) лежит квадрат (обозначим сторону этого квадрата через  $a$ ), а высота  $h$  приблизительно в три раза меньше стороны основания. Из требования  $a^2 h = V$ , где  $V = 10$  л – объем канистры, находим  $a = \sqrt[3]{3V} \approx 30$  см. Тогда объем материала стенок канистры равен  $V_{ст} = (2a^2 + 4ah)t$ , где  $t$  – толщина стенок канистры. Приравнивая произведение  $\rho_{ал} V_{ст}$

(где  $\rho_{\text{ал}} \approx 2,7 \text{ г/см}^3$  – плотность алюминия) массе канистры  $M = 1,3 \text{ кг}$ , находим

$$t = \frac{M}{(2a^2 + 4ah)\rho_{\text{ал}}} \approx 1,6 \text{ мм.}$$

**Ответ: 1,6 мм.**