

Олимпиада «Физтех.инженер» 22 марта 2025 г.
Решения заданий заключительного тура. 8 класс.
Вариант 1

Задача 1

1)	$F = Mg + m(h/L)g = 10,5 \text{ Н.}$	2 + 1 (ф-ла + число)
2)	Из баланса сил в каждом отдельном случае и из отношения сил тяги $(N_H/N_h)^2 = [M + m(H/L)] / [M + m(h/L)] = 1,2/1,05 = 1,143$, или $N_H/N_h = V_H/V_h = 1,07$.	3 + 1 (ф-ла + число)
А)	Для передачи команд на дрон и видеоинформации с дрона.	1
Б)	Потребная сила тяги возрастет, так как длина каната увеличится и возрастет масса; кроме того, квадрокоптер наклонится, и вместо полной силы тяги бороться с весом будет лишь ее проекция. Для автоматической горизонтальной стабилизации коптера, потребуется создать дополнительный момент за счет увеличения тяги части винтов. Известно, что сила тяги пропорциональна квадрату скорости потока воздуха V , то есть V также возрастет, а тогда возрастет и мощность создаваемого потока $P = F_{\text{тяги}} V$.	2

Задача 2

1)	Минимальная полезная мощность не учитывает тепловых потерь, поэтому $N = (c\Delta T + \lambda/M) S v_p \approx 0,6 \text{ Вт.}$	3 + 1 (ф-ла + число)
2)	При такой погрешности шаг h не потребуется, как и теорема Пифагора. Можно определить, что h составляет 3% от πD_{in} , то есть величина h не существенна. $R = \rho_{\text{Fe}} n D_{\text{in}} / r^2 \sim 4 \text{ Ом.}$	3 + 1 (ф-ла + число)
А)	1) Химическая инертность (чтобы не загрязнял германий примесями); 2) температура плавления выше, чем у германия.	0,5 + 0,5
Б)	При слишком короткой катушке зона расплава становится очень узкой, в ней может не накопиться достаточно примесей — потребуется много проходов для эффективной очистки заготовки. Если сделать катушку слишком длинной, то зона расплава будет очень большой, и после очистки, при отрезании конца заготовки с примесями, потеряется много ценного материала. Очевидно, существует оптимум между двумя этими крайностями.	1

Задача 3

1)	При постоянной максимальной скорости движения сила гидродинамического сопротивления равна силе тяги. Полезная мощность равна произведению силы тяги на скорость. При одинаковых скоростях отношение мощностей равно отношению площадей поперечного сечения погруженной части корпуса, то есть мощность нужно уменьшить в девять раз.	4
2)	Если скорость БЭК снизилась в два раза, то в два раза снизилась и сила сопротивления (равная силе тяги). Значит, полезная (и полная) мощность БЭК снизилась в четыре раза. Во столько же раз снизился расход топлива, то есть во столько же раз возросло время движения. Дальность хода БЭК – это произведение времени на скорость – возросла в 2 раза.	4
A)	Поскольку масса БЭК уменьшилась в 27 раз по сравнению с прототипом (при неизменной осадке, в силу баланса вертикальных сил), а мощность снизилась только в девять раз, то силовая установка БЭК должна быть в три раза энерговооруженней, чем у прототипа.	число: 2 балла; качественно верный вывод: 1 балл

Задача 4

1)	Задача сводится к отысканию правильного n -угольника, вписанного в окружность R , которыми можно замостить нужную нам поверхность круга радиуса L без зазоров между n -угольниками и с минимальными перекрытиями окружностей радиуса R . Замостить без зазоров поверхность можно треугольниками, квадратами, шестиугольниками. Но только у последних будут минимальные перекрытия описанных вокруг них окружностей, то есть если количество шестиугольников будет совпадать с количеством ретрансляторов, это позволит сэкономить число последних: приблизительно их число можно оценить сверху как $N = \pi L^2 / (1,5\sqrt{3}R^2)$. (Ответ может быть еще более точным: по краям окружности не учтены небольшие участки, можно попытаться их учесть.)	3
	Приближение через треугольники или квадраты менее точно, чем через шестиугольники, поэтому вычесть один балл.	–1
2)	Ретрансляторы в «толстом» слое распределены равномерно по объему $N \sim L^3$, или $L \sim N^{1/3}$, $k = 1/3$, так как $R \ll H, L$.	3
3)	В «тонком» слое ретрансляторы равномерно распределены по площади ареала $N \sim L^2/R^2$. Можно составить пропорцию выбывающих за одинаковые промежутки времени дронов (n), имея в виду, что $n/N = \text{const}$, или $n_1/(L_1)^2 = n_2/(L_2)^2$. $\Rightarrow \Delta n = n_2 - n_1 = n_1[(L_2/L_1)^2 - 1] = 800$ — на такое количество надо больше поставлять дронов (каждую неделю по 900).	3 + 1 (ф-ла + число)

Задача 5

1)	Количество капель, образующихся в единицу времени, равно $v_{\Pi} = 3q/4\pi r^3 \rho$. Эту скорость образования числа капель можно представить как произведение объемной концентрации n_V на объемный расход около верхушек растений $\pi R^2 v$, то есть $n_V = v_{\Pi} / \pi R^2 v = 3q/4\pi^2 r^3 \rho R^2 v \sim 10^8/1200 \sim 10^5 \text{ м}^{-3}$.	2 + 1 (ф-ла + число)
2)	Количество капель, оседающих каждую секунду на единицу поверхности листа, равно $u n_V$, а время, в течение которого происходит оседание капель на эту поверхность, $t = 2R/u$. Тогда поверхностная концентрация капель на листе после пролета дрона $n_S = u n_V 2R/u = 3 \cdot 10^6 \text{ м}^{-2}$.	2
	Мысленно упорядочим капли на листе в вершинах одинаковых квадратов с длиной ребра L (это и будет среднее расстояние между каплями; в действительности оно немного больше за счет диагональных элементов, но для оценки достаточно). Тогда на каждый квадрат приходится одна капля, и поверхностная концентрация равна $n_S = 1/L^2$, или $L = 0,6 \text{ мм}$.	2
	Чтобы капли начали сливаться, надо чтобы расстояние между соседними каплями не превышало диаметра капель, то есть $L < 0,2 \text{ мм}$ — расстояние надо уменьшить не менее чем в три раза, а поверхностную концентрацию увеличить не менее, чем в девять раз за счет замедления в девять раз скорости горизонтального полета.	1
А)	Недостатки дрона — низкая производительность, то есть медленно летит, берет малый рабочий объем ядохимикатов, надо чаще заправляться. Достоинства — более точное и качественное опрыскивание благодаря тому, что дрон летит ниже и медленнее. (Могут быть другие аргументированные ответы.)	1 + 1

Олимпиада «Физтех.инженер» 22 марта 2025 г.
Решения заданий заключительного тура. 8 класс.
Вариант 2

Задача 1

1)	$F = 0,5m(H/L)g = 1 \text{ Н.}$	2 + 1 (ф-ла + число)
2)	Из баланса сил в каждом отдельном случае и из отношения сил тяги $(N_H/N_h)^2 = [M + m(H/L)] / [M + m(h/L)] = 1,2/1,05 = 1,143$, или $N_H/N_h = V_H/V_h = 1,07$. Мощность равна $F_{\text{тяги}}V$, поэтому $P_H/P_h = 1,143 \cdot 1,07 = 1,223$.	3 + 1 (ф-ла + число)
А)	Кабель-трос является недостатком при движении или при очень сильном ветре, так как управлять дроном на привязи в этом случае будет сложнее, а скорость танка будут сильно ограничена, иначе дрон упадет или кабель порвется. Кроме того, в лесу кабель может цепляться за кустарник и деревья и из-за этого быть подверженным обрыву.	1
Б)	Ответ уменьшится, так как уменьшится отношение сил тяги (сами силы тяги возрастут на одинаковую величину натяжения троса), а следовательно, уменьшится и отношение скоростей потока воздуха (мощность — это произведение силы на скорость).	2

Задача 2

1)	Минимальная полезная мощность не учитывает тепловых потерь, поэтому $N = (c\Delta T + \lambda/M) S v \Rightarrow v \sim 1 \text{ см/час.}$	3 + 1 (ф-ла + число)
2)	Так как требуется оценка снизу, то из всех видов потерь достаточно рассмотреть только потери Джоуля — Ленца $\eta < N/(N + I^2 R)$, или $I^2 R < (N/\eta) - N$, где $I < 0,76 \text{ А}$, так как $I = \rho_{\text{Fe}} n D_{\text{in}} / r^2 \sim 4 \text{ Ом.}$	3 + 1 (ф-ла + число)
А)	При увеличении мощности и скорости примесь не будет успевать перемещаться в расплав (перемещение атомов примеси — медленный диффузионный процесс), степень очистки снизится, потребуется больше проходов.	1
Б)	Длина зоны расплава ограничена двумя твердыми концами заготовки, расстояние между которыми фиксировано, но плотность жидкого германия больше плотности твердого, поэтому объем расплава возрастает, как и площадь поперечного сечения.	1

Задача 3

1)	При постоянной максимальной скорости движения сила гидродинамического сопротивления равна силе тяги. Полезная мощность равна произведению силы тяги на скорость. При одинаковых скоростях отношение мощностей равно отношению площадей поперечного сечения погруженной части корпуса, то есть мощность нужно уменьшить в девять раз. У БЭК дальность плавания меньше в три раза по сравнению с прототипом, так как массовый расход топлива пропорционален мощности и уменьшается лишь в девять раз, а объем топливных баков при неизменной осадке (вследствие баланса вертикальных сил) уменьшается пропорционально массе в 27 раз.	6
2)	По вертикали соблюдается баланс силы тяжести и силы Архимеда. Объем погруженной части БЭК в 27 раз меньше, чем у прототипа, поэтому и масса меньше в 27 раз.	3
А)	Поскольку масса БЭК уменьшилась в 27 раз, а сила тяги только в девять раз, то силовая установка БЭК должна быть тяговооруженней, чем у прототипа (можно даже уточнить — в три раза).	1

Задача 4

1)	Ретрансляторы в «тонком» слое распределены равномерно по площади $N \sim L^2$, или $L \sim N^{1/2}$, $k = 1/2$, так как $R \ll H, L$.	3
2)	В тонком слое ретрансляторы равномерно распределены по площади ареала $N \sim L^2/R^2$. Можно составить пропорцию выбывающих за одинаковые промежутки времени дронов (n), имея в виду, что $n/N = \text{const}$, или $n_1(R_1/L_1)^2 = n_2(R_2/L_2)^2$. Если $n_2 = n_1$, то $R_2/R_1 = L_2/L_1 = 3$ раза.	3
3)	Если привозят n штук в неделю, то $\pi L^2 = \pi R^2 n t$ или $L \sim t^{1/2}$	4

Задача 5

1)	Количество капель, образующихся в единицу времени, равно $v_{\pi} = 3q/4\pi r^3 \rho$. Эту скорость образования числа капель можно представить как произведение объемной концентрации n_V на объемный расход около верхушек растений $\pi R^2 v$, то есть $n_V = v_{\pi} / \pi R^2 v = 3q/4\pi^2 r^3 \rho R^2 v \sim 10^5 \text{ м}^{-3}$. Количество капель, оседающих каждую секунду на единицу поверхности листа, равно $u n_V$, а время, в течение которого происходит оседание капель на эту поверхность, $t = 2R/u$. Тогда поверхностная концентрация капель на листе после пролета дрона $n_S = u n_V 2R/u = 3 \cdot 10^6 \text{ м}^{-2}$.	3
----	---	---

	Количество капель, оседающих каждую секунду на единицу поверхности листа, равно un_V , а время, в течение которого происходит оседание капель на эту поверхность, $t = 2R/u$. Тогда поверхностная концентрация капель на листе после пролета дрона $n_S = un_V 2R/u = 3 \cdot 10^6 \text{ м}^{-2}$.	2
2)	Мысленно упорядочим капли в воздухе в вершинах одинаковых кубов с длиной ребра L (это и будет среднее расстояние между каплями; в действительности оно немного больше за счет диагональных элементов, но для оценки достаточно). Тогда на каждый куб приходится одна капля, и объемная концентрация равна $n_V = 1/L^3$, или $L = 2,2 \text{ см}$.	2 + 1 (ф-ла + число)
А)	Поля лучше опрыскивать ночью, когда солнце не провоцирует повышенное испарение капель, и яд дольше действует. Кроме того, многие вредители ведут ночной образ жизни, так как в темноте их труднее обнаружить птицам. (Могут быть другие аргументированные ответы.)	1 + 1