

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ТРУДУ (ТЕХНОЛОГИИ) 2026-2027 учебный год**

Школьный этап

Профиль: «Техника, технологии и техническое творчество»

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

возрастная группа: 10-11 класс

Кейс-задание (творческое задание)

Код участника	
----------------------	--

Уважаемый участник олимпиады!

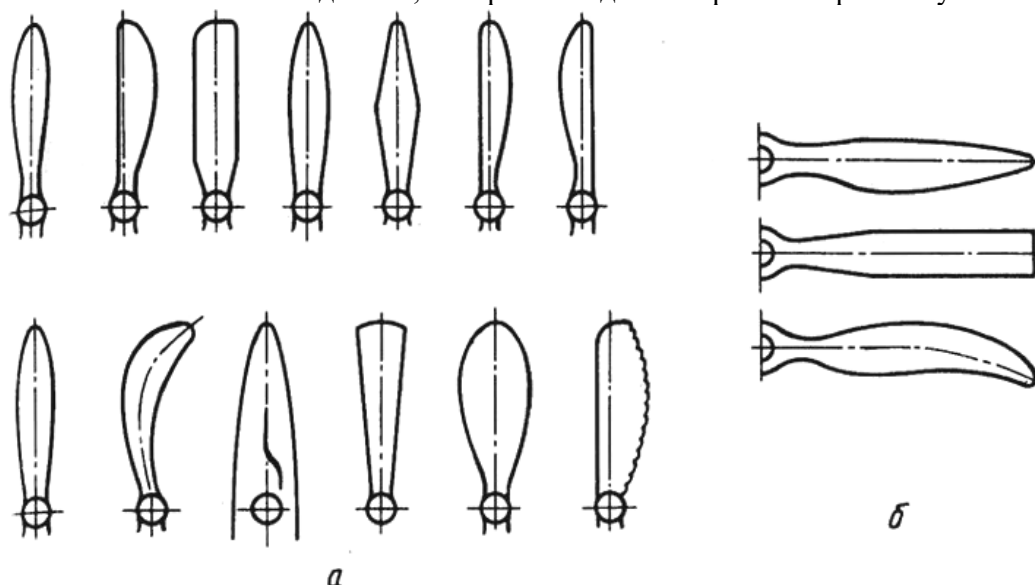
Вам предлагается выполнить кейс-задание (творческое задание).

На выполнение работы дается 45 минут. Не спешите. Внимательно читайте формулировку заданий. Задания выполняйте в специально отведенных местах.

Максимальный итоговый балл за выполнение кейс-заданий – 5 баллов.

Задание 26

Пропеллер — один из ключевых элементов квадрокоптера: именно он создаёт тягу, которая поднимает дрон в воздух и управляет его движением. От пропеллера зависят тяга, отклик дрона и энергопотребление. Форма лопастей пропеллера, их аэродинамические особенности и области применения тесно связаны с задачами, которые они должны решать в разных условиях.



Эллиптическими - обеспечивают плавное распределение нагрузки и снижение индуктивного сопротивления.

Прямоугольными - просты в серийном производстве, но могут создавать повышенные шарнирные моменты.

Трапецевидными - часто используются в вертолётах, позволяют оптимизировать аэродинамику на разных режимах полёта.

Саблевидными - имеют изогнутую ось. Такая форма эффективно снижает волновые потери при околозвуковых скоростях и уровень шума.

Выбор формы лопасти и её параметров всегда определяется компромиссом между аэродинамической эффективностью, прочностью конструкции, условиями эксплуатации и технологическими ограничениями.

Вам необходимо разработать технологическую документацию на однодетальное изделие «пропеллер БПЛА». Разработанная конструкция изделия должна быть обоснована с функциональной точки зрения.

Задание:

Представьте конструкцию Вашего пропеллера для БПЛА в виде эскиза на дополнительном бланке формата А4. Укажите габаритные размеры изделия с помощью выносных линий и размерных стрелок. Укажите посадочные размеры, выполните необходимые сечения.

Обоснуйте выбор материала, из которого будет изготовлен Ваш пропеллер для БПЛА исходя из тех функций, которые должен выполнять БПЛА.

Укажите название технологических операций, необходимых при изготовлении изделия. Какие измерительные и режущие инструменты, приспособления, оборудование будут применяться.

На дополнительном бланке выполните аэродинамический расчет

Алгоритм расчёта

Определите ключевые геометрические параметры винта. Вам понадобятся данные с Вашего эскиза: диаметр (D), шаг (P) и количество лопастей (n).

Оцените теоретический шаг. Это условная скорость, с которой воздух набегаёт на лопасть. Используйте упрощённую оценку: $H = P / 2$, где P — шаг. Она даёт порядок величины.

Рассчитайте тягу. $T = C_u \times \rho \times n^2 \times D^4$

Где:

- T — тяга (в ньютонах, Н);
- C_u — безразмерный **коэффициент тяги**. Он как раз и показывает, насколько эффективно пропеллер преобразует энергию вращения и плотность воздуха в тягу. Его значение зависит от формы лопастей, их профиля, угла атаки, а также от соотношения частоты вращения и диаметра;
- ρ — плотность воздуха (кг/м³). На уровне моря обычно берут примерно 1,225 кг/м³, но в горах или при жаре плотность падает, и тяга снижается;
- n — частота вращения (об/с); 300–400 об/с
- D — диаметр пропеллера (м)

Приближения и упрощения в расчете: Взаимовлияние винтов. В реальности винты квадрокоптера работают не изолированно. Те, что расположены ниже по потоку (напротив друг друга), заметно снижают тягу друг друга — на 10–20%. В простом расчёте этим часто пренебрегают, но для точной оценки это существенный фактор. Условия работы. Расчёт даёт оценку для идеальной ситуации (стоячий воздух, нулевая скорость). При реальном полёте нужно закладывать запас на маневрирование, порывы ветра, КПД моторов и электроники.

Для сложных профилей или если хочется учесть больше факторов, используют CFD-программы (например, XFLR5) или онлайн-калькуляторы eCalc. Но для вашей задачи — оценить геометрию и прикинуть грузоподъёмность — достаточно приведенного выше алгоритма расчета.

Все геометрические данные для расчета грузоподъёмности возьмите из своего эскиза. коэффициент тяги взять из таблицы его зависимости от скорости движения λ (где 0-зависание БПЛА не движется)

λ	C_u
0,0	~0,04–0,06
0,5	~0,03–0,05
1,0	~0,02–0,04
1,5	~0,01–0,03

Обоснование выбора конструкции (заполнить поле для ответа п.1) (0 – нет обоснования выбора конструкции или оно с ошибками/ 0,25 балла – незначительные ошибки или неточности в обосновании или лаконичность обоснования выбора конструкции / 0,5 балла- развернутое обоснование выбора конструкции полностью без ошибок) **пропеллера БПЛА** (максимально 1 балл).

Поле для ответа п.1: Обоснование выбора конструкции

Обоснование выбора материала для изготовления (заполнить поле для ответа п.2) (0 – нет обоснования выбора материала или с ошибками/ 0,25 балла – незначительные ошибки или неточности в обосновании выбора материала или лаконичность обоснования/ 0,5 балла- развернутое обоснование выбора материала полностью без ошибок с несколькими аргументами, перечислением достоинств и недостатков материала) **пропеллера БПЛА** (максимально 1 балл).

Поле для ответа п.2. Обоснование выбора материала для изготовления

Таблица п.3. Технологические операции, применяемые в процессе изготовления

[illegible]

Таблица п.4. Измерительные и рабочие инструменты, приспособления и оборудование (в teste орудия труда)

[illegible]

Поле для выполнения аэродинамического расчета (1 балл)

$$T = C_D \times \rho \times n^2 \times D^4$$

Лист оценивания

№	Критерии	Пояснения	Макс. балл	Факт. балл
1	Обоснование конструкции	0 баллов – нет обоснования выбора или оно с ошибками; 0,25 балла – незначительные ошибки или неточности в обосновании или лаконичность обоснования выбора; 0,5 балла – развернутое обоснование выбора полностью без ошибок.	0,5	
2	Обоснование выбора материала	0 баллов – нет обоснования выбора или оно с ошибками; 0,25 балла – незначительные ошибки или неточности в обосновании или лаконичность обоснования выбора; 0,5 балла – развернутое обоснование выбора полностью без ошибок.	0,5	
3	Выполнение эскиза	0,5 балла – эскиз выполнен с указанием габаритных размеров изделия; 0,5 балла – правильно проставлены размеры; 0,5 балла – правильно выполнены сечения лопасти, отражающие изменение её профиля; 0,5 балл – эскиз выполнен в соответствии с ЕСКД.	2	
4	Перечень технологических операций	Перечислены не менее пяти технологических операций (по 0,1 балла за правильное название операции макс 0.5 балла)	0,5	
5	Измерительные и режущие инструменты, приспособления и оборудование	0 баллов – нет перечисления орудий труда или оно с ошибками; 0,25 балла – незначительные ошибки или неточности в перечислении орудий труда или перечислено менее 5 орудий труда; 0,5 балла – развернутое описание используемых основных и вспомогательных орудий труда полностью без ошибок и перечислено 5 и более орудий труда.	0,5	
6	Аэродинамический расчет грузоподъемности БПЛА	Аэродинамический расчет (выполнен, верно 1 балл / в расчете есть ошибки 0.5 балла/ расчета нет или он неверный 0 баллов)	1	
	Итого:		5	