

# Виртуальная профпроба. Инженер-испытатель

## Справочник

### Задание

Добро пожаловать в онлайн-пробу по вертолётостроению! Вы — инженер-конструктор, и сегодня вас пригласили поучаствовать в проектировании нового вертолёта, который способен решать разные задачи и помогать людям.

**Ваша основная задача — создать новый вертолёт!**

Помните, что каждый вертолёт имеет свои особенности и предназначение. Они могут быть адаптированы для работы в горных районах, на море или даже в условиях пожара. Ваша креативность и инженерные навыки помогут вам создать лучшее техническое решение. Готовы ли вы принять вызов и стать настоящим инженером-конструктором? Тогда добро пожаловать!

### Часть 1. Схема вертолёта

Для начала познакомимся с основными частями вертолёта, ведь любая машина (в широком смысле слова) состоит из разных составляющих. Вам необходимо восстановить схему вертолёта, выбрав отсек или агрегат согласно его описанию.

Прочитайте описание, выберите один из вариантов под ним, и если это верный ответ — нужная часть станет цветной на рисунке справа.

Если вы уже проходили наши виртуальные пробы, то знаете, что в справочнике всегда есть ответы. И этот симулятор — не исключение.

1. Место или отсек, где располагаются члены лётного экипажа и оборудование для управления полётом. Ответ: Кабина экипажа.
2. Корпус вертолёта, объединяющий кабину экипажа с пассажирским или грузовым отсеком. Ответ: Фюзеляж.
3. Система опор на землю или иные поверхности для взлёта и посадки. Ответ: Шасси
4. Отсек для устройства, которое создаёт энергию, вращает лопасти и обеспечивает движение вертолёта в воздухе. Ответ: Двигательный отсек.
5. Винт с лопастями, который создаёт подъёмную силу и удерживает вертолёт в воздухе. Ответ: Несущий винт.
6. Часть вертолёта, которая помогает ему держать путевую устойчивость в горизонтальном полёте. Ответ: Стабилизатор (хвостовое оперение).
7. Винт, который помогает управлять вертолётom в воздухе и стабилизирует его положение: без него вертолёт закручивался бы вокруг своей оси. Ответ: Рулевой винт.
8. Часть корпуса, на которой расположены стабилизаторы, киль и рулевой винт. Ответ: Хвостовая балка.

Идём дальше!

### Часть 2. Выбор задачи и типа вертолёта

Вертолёт может выполнять задачи в тех местах, куда другие транспортные средства добраться не могут. Из этого рождаются два основных вопроса: «Для чего мы его делаем?» — например, для тушения пожаров или спасательных операций, и «Где он будет использоваться?» — например, в отдалённых лесах Сибири или в горной местности.

Давайте выберем задачу, которую предстоит решать с помощью летательного аппарата.

# Виртуальная профпроба. Инженер-испытатель

## Справочник

### Весенние паводки

Вам необходимо перевезти людей и их имущество из отдалённого посёлка, где случилось наводнение. Для этой задачи лучше всего подойдёт вертолёт МИ-8. Он вместительный, надёжный и широко применяется в гражданской авиации.

### Горное происшествие

Это задача уже другого уровня: в горах из-за неблагоприятных погодных условий застряли трое туристов, которых надо эвакуировать вертолётom. Из-за соосной схемы, которая даёт вертолёту дополнительную устойчивость при зависании, для этой миссии лучше выбрать КА-226Т.

### Дополнительная информация про вертолёты

Вертолёты часто классифицируют по их назначению: многоцелевые, пассажирские, транспортные, боевые и другие. В зависимости от решаемых задач вертолёты строятся лёгкими, средними и тяжёлыми, могут оснащаться одним или несколькими двигателями. Но все эти типы классификации не отражают основных конструктивных отличий одной машины от другой. В этом смысле правильнее разделять вертолёты по способу погашения реактивного момента несущего винта.

Что это такое? Во время вращения лопасти несущего винта (сверху) захватывают воздух и отбрасывают его в направлении, противоположном движению винта. В результате перед винтом создается зона пониженного давления, а за ним — повышенного. Так создаётся подъёмная сила.

Однако при полёте набегающий поток воздуха сильнее воздействует на лопасти с одной стороны и слабее с другой. В результате одна половина окружности вращения винта создаёт бóльшую подъёмную силу, чем другая, и возникает кренящий момент. Если проще, то вертолёт немного наклоняется влево или вправо, и его «разворачивает» в сторону, противоположную от направления вращения винта.

Компенсировать этот реактивный момент можно разными способами. На некоторые винтокрылые машины ставят рулевой винт сзади, на хвостовой балке. Такая схема называется классической.

На других машинах рулевого винта нет, зато им добавляют второй несущий винт сверху. Эти два винта вращаются в противоположные стороны, компенсируя реактивный момент и приводя «систему» в баланс. Это соосная схема: из названия становится понятно, что винты располагаются на одной оси вращения.

Дальше мы увидим примеры таких вертолётom.

### Часть 2. Компоновка вертолёта

Как мы с вами уже знаем, каждую новую модель вертолёта инженеры разрабатывают под определённый набор требований. Медицинский вертолёт — это почти целое хирургическое отделение с реанимацией, только на борту винтокрылой машины. Если это разведывательный вертолёт, там обязательно будут радиолокационные системы, мощная оптика и так далее. Вертолёты пожарной авиации снабжаются баками для сброса воды и внешней грузовой подвеской, куда эти баки крепятся.

При этом внешне некоторые вертолёты могут быть почти одинаковыми, потому что созданы на одной базе. Решающую роль играет технический облик, то есть «начинка» и компоновка вертолёта.

# Виртуальная профпроба. Инженер-испытатель

## Справочник

Давайте разберёмся, что лучше включить в компоновку ваших машин.

### Грузопассажирский вертолёт

Задача вертолёта грузопассажирской авиации — быстрая и безопасная перевозка грузов и людей на максимальные расстояния. Ему точно пригодятся:

- Просторный салон
- Система фиксации грузов в салоне
- Пассажирские кресла, причём съёмные — на случай, если весь отсек будет заполнен грузом
- Двери, люки и окна увеличенных размеров
- Системы спасения, если летать придётся над водной поверхностью — это требование безопасности для пассажиров

А вот носилки и тепловизоры пригодятся спасательному вертолёту.

### Спасательный вертолёт

Задача вертолёта спасательной авиации — обеспечить поиск и спасение людей в экстремальных ситуациях с помощью средств обнаружения и подъёмных систем, позволяющих безопасно доставить пострадавших на борт вертолёта и оказать первую помощь.

Здесь вам понадобятся:

- Тепловизоры и другие приборы для обнаружения людей или объектов на земле или в воде
- Спасательные лебёдки или другая подъёмная система
- Средства спасения людей на воде
- Медицинский набор первой помощи
- Яркая цветовая раскраска, чтобы вертолёт был замечен в любую погоду

А вот аппарат для искусственной вентиляции лёгких лучше оставить для медицинского вертолёта. Ну что, двигаемся дальше?

## Часть 3. Расчёт параметров

Теперь переходим к самому важному — к расчётам. И начнём с радиуса несущего винта.

Вам не нужно ничего считать самим: пока важно лишь внимательно выбрать нужные положения слайдера для  $m$ , подъёмной массы вертолёта, а также  $p$ , удельной нагрузки на площадь, ометаемую лопастями.

Обратите внимание: масса МИ-8 составляет 11 500 кг, а масса КА-226Т — 3 500 кг. Для этих значений вам нужно выбрать соответствующий параметр  $p$ .

Установите соответствующее значение на слайдере и жмите «Готово». Формула посчитает значение  $R$  автоматически.

### Но хватит ли мощности двигателей?

Вам необходимо сделать ещё несколько расчётов, чтобы понять, какая силовая установка подойдёт вашему вертолёту.

Сначала нужно выбрать окружную скорость лопастей. В «Дано» указаны оптимальные значения: 190–230 м/с.

Однако величину  $\omega R$  стараются сделать как можно больше, но выше 230 м/с обычно не поднимают: это может привести к разрушению лопастей. Поэтому из трёх предложенных значений на слайдере подходит только одно: 220 м/с.

## Виртуальная профпроба. Инженер-испытатель

### Справочник

Отлично! Теперь вам нужно вбивать данные из «Дано» и других расчётов. Кликните мышкой на поле для ввода, впишите соответствующее число и нажмите «Далее». Если число не подходит, вы увидите уведомление об ошибке.

Чтобы вам было проще сориентироваться, ниже прикладываем скриншоты с готовыми расчётами. Сначала для МИ-8, затем для КА-226Т. Не перепутайте!

**Шаг 1**  
Значение  $\omega R$  170 220 240  
Величину  $\omega R$  стараются сделать как можно больше, но выше 230 м/с обычно не поднимают: это может привести к разрушению лопастей.

**Шаг 2**  
Вычислите крейсерскую скорость  
 $V = 164 \times \sqrt{1.1 \times 500 \times 0.8 / (220 + 232)} \approx 163 \text{ км/ч}$

**Шаг 3**  
Вычислите удельную мощность, потребную для привода несущего винта  
 $N_{эл} = 0.0164 \times (220 \times (1 + 7.08 \times 10^{-8} \times 4330747)) + 1.82 \times 500 \times 0.8 / 163 + 0.0132 \times 0.00002 \times 4330747 = 10.32$

**Шаг 4**  
Вычислите потребную мощность двигателя  
 $N = 10.32 / 0.85 \times 11500 \times 9.8 \approx 1370 \text{ кВт}$

**Шаг 5**  
Подберите комбинацию из двух одинаковых двигателей: чтобы вертолёт взлетел, сумма их мощностей должна превышать значение  $N$ , полученное на предыдущем шаге

Двигатель №1 850 кВт 2 шт	Двигатель №2 1 000 кВт 0 шт	Двигатель №3 500 кВт 0 шт	Двигатель №4 100 кВт 0 шт
---------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

Мощность = 1700 кВт

Получилось? Здорово! Мы как раз подобрались к силовой установке (двигателю).

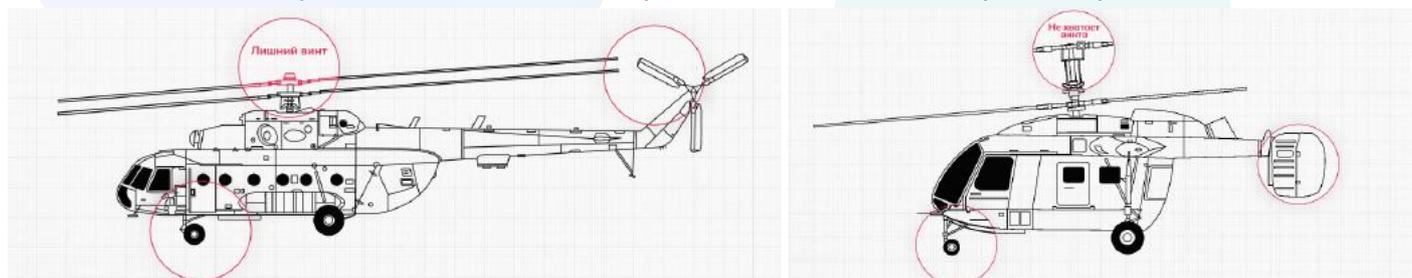
Подберите комбинацию из двух одинаковых двигателей: чтобы вертолёт взлетел, сумма их мощностей должна превысить значение  $N$ , полученное на предыдущем шаге. Что это значит? Если вы получили мощность  $N = 1370$  кВт, то силовая установка в сумме должна быть ещё мощнее.

Подсказка: пары двигателей №1 или двигателей №2 наверняка позволят вам пройти дальше.

### Часть 4. Работа над чертежами

Это последнее задание профпробы. Осталось чуть-чуть!

Обратите внимание на миниатюру вертолёта в левом нижнем углу — она поможет вам найти ошибки в чертеже. Но если не получается, то вам помогут изображения ниже.



Когда найдёте все ошибки, нажмите кнопку «Исправить ошибки и подготовить новый чертёж». После этого виртуальная проба завершится.

Поздравляем!