



Всё выше, выше и выше

Задание



Из ныне живущих животных воздушную среду обитания, за счет способности к активному полету, полноценно освоили только представители классов насекомые, птицы и млекопитающие. Какими анатомо-физиологическими особенностями лимитируется максимальная высота полета для представителей каждого из указанных классов? Какие из современных животных обладают максимальной абсолютной высотой активного полета? Какие изменения в анатомию и физиологию животного с рекордной высотой полета необходимо внести, чтобы *заметно* увеличить эту высоту? С какими проблемами столкнется такое измененное животное?

Насекомые



Насекомые имеют следующие ограничения высоты полета:

1. Малые размеры и масса.
2. Относительная хрупкость тела и самих крыльев.
3. Тела не приспособлены к полетам на большой высоте.
4. В полете могут легко стать добычей насекомоядных птиц.

Птицы и млекопитающие



1. Птицы и млекопитающие имеют не приспособленную форму тела.
2. Необходимость в большом количестве кислорода.
3. Требуется очень много энергии для подъема и сопротивления ветру.

Рекордсмены по высоте

полёта

Название птицы и тип полёта	Высота полёта(м)	Размах крыльев(см)	Масса(кг)
Африканский сип (парящий)	11 300	От 230 до 280	До 5
Серый журавль (машущий)	10 050	От 180 до 200	От 4 до 7
Горный гусь (машущий)	8 850	От 80 до 100	До 3
Лебедь-кликун (машущий)	8 300	От 210 до 280	От 7 до 10
Альпийская галка (машущий)	8 100	От 75 до 85	От 0.19 до 0.25



Альпийская галка

п)



В предыдущей таблице было видно, что для высокого парящего полёта птица должна обладать либо большим размахом крыльев, либо маленьким весом.

Допустим, необходимо увеличить высоту полёта нашей гипотетической птицы до 14 000 м.

Высота (м)	Температура (С°)		Давление (Па)
8000	-36,96	0,5258	35653
9000	-43.46	0,4671	30801
10 000	-49.86	0,4135	26500
11 000	-56.36	0,3648	22700
12 000	-56.46	0,3119	19399
14 000	-56.46	0,2279	14170

Проблемы



Возьмём африканского сипа, т.к. он является рекордсменом по высоте полёта. Разница температуры на 11 км и 14 км не существенна ($-56,36\text{ C}^{\circ} \rightarrow -56.46\text{ C}^{\circ}$), однако сильно изменяется плотность воздуха ($0,3648\text{ кг/м}^3 \rightarrow 0,2279\text{ кг/м}^3$) и давление ($22700\text{ Па} \rightarrow 14170\text{ Па}$). В связи с этим возникают следующие проблемы:

1. Птице будет гораздо сложнее удерживать высоту, так как уменьшается подъёмная сила.
2. Недостаток кислорода из-за низкой плотности воздуха приведёт к гипоксии.
3. Птицу начнёт “распирать” из-за разницы внутреннего и внешнего давления.
4. Животному необходимо много энергии, чтобы продолжать жизнедеятельность, т.к. на подъём будет расходоваться большое её количество.

Решение(кислород)

Птице нужны минимальные объемы кислорода для передвижения.

Для этого птица должна иметь:

1. Полёт, основанный на планировании в воздухе.
2. Увеличенную вместительность воздушных мешков.
3. Особый вид гемоглобина, помогающий более рациональному использованию поглощаемого птицей кислорода.
4. Механизм падения температуры, помогающий удерживать в крови больше кислорода.



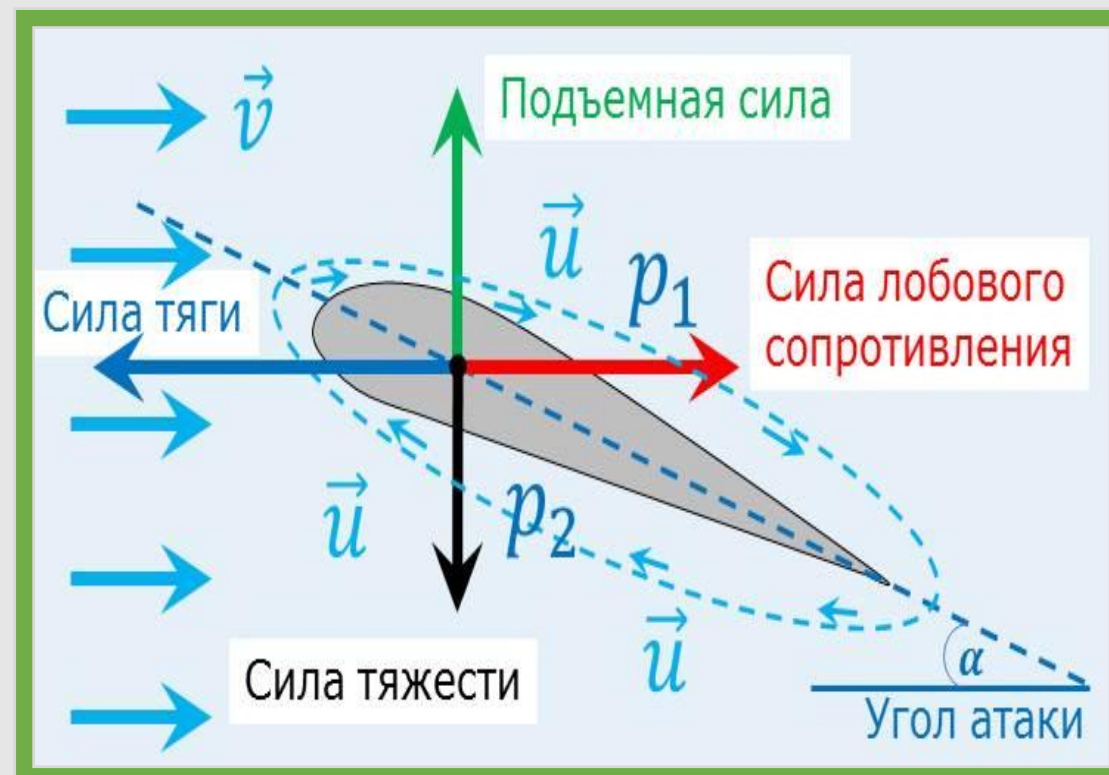
Гриф Рюппеля (африканский сип)



Решение(подъёмная сила)

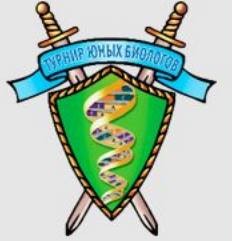
Важной составляющей является форма тела птицы. Для этого птица должна иметь:

1. Большие крылья в сравнении с телом и большие размеры, которые дают необходимую массу.
2. Большая площадь крыльев, позволяющая противостоять силе тяжести и изменяющая подъемную силу, как раз необходимую для планирования.
3. Более прочные кости, необходимые для управления такими крыльями, как раз границы веса позволяют это сделать.
4. Форму клюва, приближенную к форме носа самолета – максимально сужающуюся.

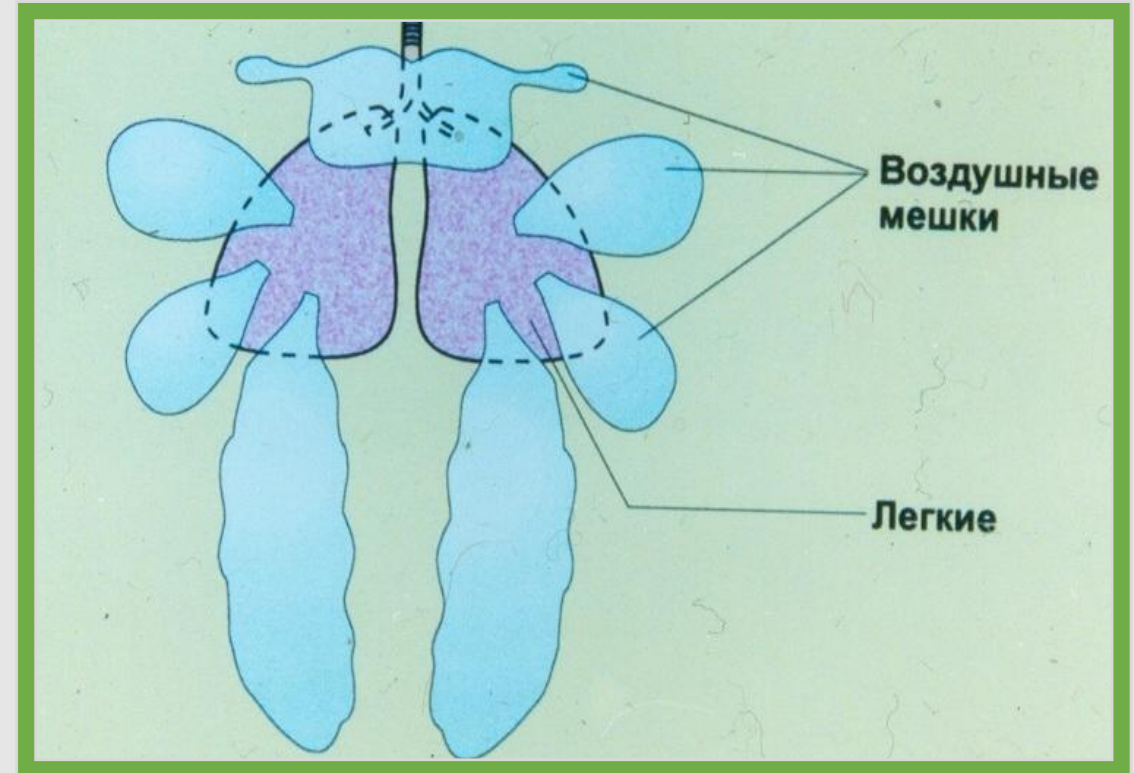


Механизм полёта

Решение(давление)



Нашей птицы мы уже увеличили прочность костей и размер воздушных мешков. Поскольку в них давление воздуха такое же, как и во внешней среде, то эта проблема отпадает.



Дыхательная система птицы



Решение(запас энергии)

Животному необходима энергия, чтобы продолжать жизнедеятельность. Для полёта на больших высотах требуется огромное количество энергии. Варианты решения:

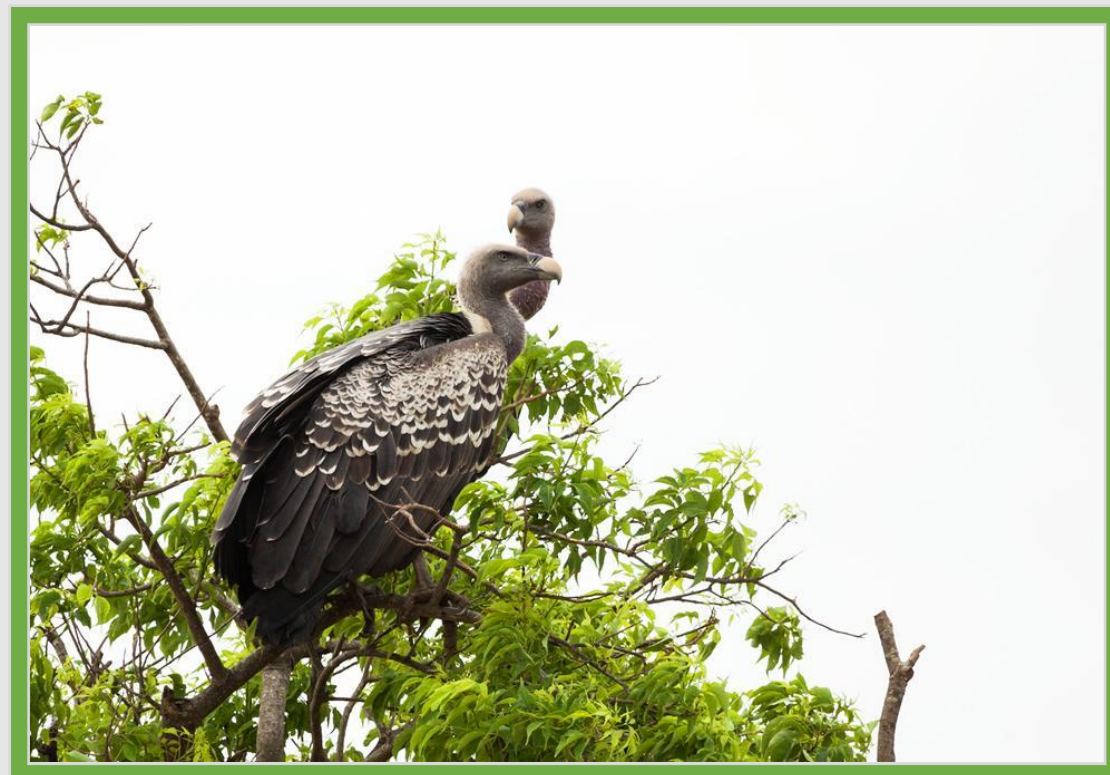
1. Запасание органических веществ в подкожной жировой клетчатке.
2. Птица должна быть хищником или падальщиком, т.к. углеводы животного происхождения имеют менее сложные цепочки химических превращений.



Падальщики поедают труп

Образ жизни

Вероятно, полеты не могут длиться долго, а по их окончании животному будет необходимо восстанавливать жировые запасы, с чем могут возникнуть проблемы. В случае затруднения поисков добычи птица может погибнуть, но если высокий полет, как и у грифа Рюппеля, будет сопряжен с охотой, эта проблема устраняется. Предполагается, что большую часть жизни птица будет проводить в воздухе, спускаясь на землю для питания. Учитывая изменения ее анатомии, например большой размер и масса и приспособленность именно к полету, она может стать легкой добычей крупных наземных хищников.





Спасибо за внимание!