

Биофизические примеры

Тема 1. «Механические явления»

- **Механическое движение.** Способы движения за миллиарды лет прошли долгий путь эволюции. В 1676г. Антони ван Левенгук первым разглядел* под микроскопом бактерии и обнаружил, что эти крохотные существа быстро двигаются. В середине XX в. ученые увидели «лапки» бактерий под электронным микроскопом и назвали их жгутиками. Жгутики вращаются со скоростью 50 об/мин. С силой «ввинчиваясь» в жидкость и отбрасывая ее, как гребной винт, жгутик толкает бактерию вперед.
- У инфузории 10 тыс. крохотных ресничек. Реснички движутся волнообразно и, как гребцы веслами, приводят в движение инфузорию, могут ее разворачивать, «давать задний ход».
- Амеба, выдвигая ложноножки (временные выпячивания из тела клетки), плавно «перекатывается» с места на место.
- Эти простые формы движения существуют на уровне клеток. У человека, подобно амебам, передвигаются белые кровяные клетки. Мужские половые клетки снабжены жгутиками. Дыхательные пути человека, как ковром, покрыты ресничками, и их биение помогает удалять прочь пылинки и иной «мусор».
- Семя и плод - это как бы органы движения растения. Они не могут передвигаться сами и ищут «попутное средство». Самое простое средство - ветер. Часто у семян и плодов можно видеть разнообразные летательные приспособления. Например, «парашю-тики» имеются у одуванчика, кипрея, ковыля. Ветер гонит перекати-поле, пустынные и степные растения (качим, рогац, синеголовку), при этом шар рассеивает семена.
- **Ускорение, скорость и путь.** Равномерное движение в живой природе встречается реже, чем движение с ускорением. Чтобы развить скорость или остановиться, животному, как и автомобилю, требуется время. Ускорение возникает, например, при взлете птиц и насекомых, при старте спортсменов. Ускорение испытывают летчики и космонавты при взлете и посадке, в начале спуска на парашюте, при катапультировании. Естественная защита организма от силы, действующей при ускорении, - пружинящее действие согнутых конечностей; пребывание зародышей млекопитающих в жидкости такой же плотности.
- Скорость движения крови увеличивается при активном движении, т.к. требуется больше кислорода. И действительно, во время бега пульс учащается.
- Скорость роста растений тоже не всегда одинакова, она зависит от множества факторов: осадков, температуры и др.
- **Первый закон Ньютона.** Летучая рыба, оттолкнувшись от воды, может пролететь 150 м. Двигаясь по инерции, она не может во время полета менять направление движения. Этим пользуются рыбаки (устанавливают плоты на пути движения косяка рыб).
- **Реактивное движение.** Личинки стрекозы вооружены реактивным двигателем. Движение достигается выбрасыванием струи воды из

специальной ректальной камеры через анальное отверстие. Скорость, развиваемая личинкой стрекозы, достигает 10 м/с, что в 5 раз больше скорости мирового рекорда!

- На побережье Черного моря растет бешеный огурец (или «дамский пистолет»). Стоит только слегка прикоснуться к созревшему плоду, похожему на огурчик, как он отскакивает от плодоножки, а через образовавшееся отверстие фонтаном, со скоростью 10 м/с, бьет струя слизи с семенами на расстояние более 12 м.

- Медузы и головоногие (осьминоги, кальмары, каракатицы) могут передвигаться реактивным способом, выталкивая воду из своего тела. Моллюски-наутилусы - тоже, они имеют многокамерную раковину, наполненную водой и воздухом.

- **Механические колебания.** Примером колебаний (автоколебаний) является работа сердца. Сердце действует, как обычный насос, перегоняя кровь по организму. Во время тяжелой физической нагрузки сердце человека сокращается до 150 раз в минуту.

- У мух и комаров имеются специальные органы, расположенные позади крыльев, - жужжальца. Эти маленькие «гантели» вибрируют, сохраняя при поворотах неизменное положение плоскости своих колебаний, и позволяют двукрылым быстро ориентироваться в пространстве, не сбиваться с курса. На основе изучения полета мухи инженеры создали авиационный прибор *гиротрон*, который заменил классический гироскоп (волчок), ставший непригодным при современных скоростях полета. Теперь пилоты реактивных лайнеров, набрав высоту и став на курс, вручают судьбу машины автопилоту.

- В полете пчелиное крыло делает за секунду 400 взмахов.

- Предсказание землетрясений - одна из важных задач сейсмологии. Ни один из самых современных приборов не может сравниться в этом с обыкновенным кузнечиком. Ученые выяснили, что кузнечики способны реагировать на колебания, амплитуда которых равна половине диаметра атома водорода. Как им это удастся?

- Домашние обитатели - рыбки, кошки, собаки -также предчувствуют землетрясение.

- **Механические волны.** Водяные жуки (вертячки), обитатели небольших прудов, двигаясь по поверхности воды, даже ночью ухитряются не сталкиваться друг с другом или препятствием. Водяные жуки имеют усики - антенны, усеянные тонкими волосками, лежащими на поверхности воды. У основания волосков находятся чувствительные нервы. По-видимому, эти волоски воспринимают колебания поверхности воды, а нервная система обрабатывает поступившую информацию. Поражает способность вертячек отличать волны, отраженные препятствием, от тех, которые вызваны ветром или течением. Они и сами создают поверхностные волны на воде, которые зондируют окрестность. Чтобы эти волны не мешали восприятию других колебаний, вертячка двигается толчками, делая частые паузы, во время которых «слушает» ответ - эхо.

- **Звуковые волны.** Звуки играют огромную роль в природе. Для человека речь - средство общения, развития. Звуки - предупреждение об опасности, звуки музыки - источник наслаждения.

- При общении друг с другом дельфины используют несколько сотен разнообразных и сложных звуковых сигналов, языковой строй дельфинов примерно такой же, как у человека. Дельфины передают друг другу самую разнообразную информацию. К сожалению, пока попытки ученых расшифровать язык дельфинов заканчивались неудачей.

Кузнечики-самцы стрекочут, привлекая самок. У каждого вида кузнечиков своя песня. Твердые щетинки на поверхности ног трутся друг о друга и издают звук. Женские особи не стрекочут. В случае опасности кузнечики молчат, это часто спасает их. «Песни» сверчков бывают не только лирическими, но и воинственными. При встрече двух самцов можно услышать громкие, частые звуки, похожие на отрывистое чириканье. В г. Олот (Испания) ежегодно проводится конкурс сверчков.

Издавна рыбы считаются немymi существами. Однако в Атлантическом океане обитают рыбы-жабы, морской петух, рыба-свинка, рыба-квакун, горбыль-рыба, рыба-кошка, издающие музыкальные звуки.

- **Громкость звука и высота тона.** Животные могут слышать очень тихие звуки. Волк улавливает звук шагов охотника за 50 м. Человек мог бы услышать звук такой же громкости лишь в 5 м от себя.

- Лисица,мышкуя зимой, находит своих будущих жертв под толстым слоем снега. Обостренный слух у оленей. Микроскопические размеры «ушей» моли не мешают им превосходить по качеству приема звука наши микрофоны. А вот муравью звуки человеческие не слышны. И над головой червя можно рвануть снаряд - он не шелохнется, т.к. глух.

- **Инфразвук и ультразвук. Эхо.** Практически использовать неслышимые «звуки» люди научились не так давно. А когда были созданы высокочувствительные приемники звуков самых различных частот, обнаружилось, что ультра- и инфразвуки распространены в природе так же широко, как и слышимые. Выяснилось, что их излучают и воспринимают живые существа на суше, в воздухе и в воде. Собаки воспринимают ультразвуки частотой до 100 кГц. Этим пользуются дрессировщики для подачи собакам команды, неслышимой людьми. Ультразвуки издает планктон, точнее, веслоногие рачки, входящие в состав планктона.

- Порывистый ветер где-то далеко зарождает шторм, приводит в движение поверхность воды. Возникающую инфразвуковую волну («голос моря») ощущают различные жители моря: медузы, ракообразные, морские блохи.

- Дельфины и киты «оценивают» расстояние, прислушиваясь к отраженному от предметов ультразвуку - эху. Кашалот таким же образом на расстоянии до полукилометра определяет положение возможной добычи - кальмара. Особый орган, посылающий сигналы и находящийся в голове, у кашалота огромный - до 5 м в длину. Из-за этого голова животного непропорционально велика.

- Рыбам, живущим на больших глубинах, эхолокатор заменяет зрение. Ультразвук хорошо отражается от плавательного пузыря рыб. Приняв эхо, рыба-охотник плывет в нужном направлении, не упуская «из виду» свою добычу.
- Так же ориентируются в полете и летучие мыши. Каждую секунду они посылают вперед до 600 ультразвуковых сигналов. Услышанное ими эхо может быть порой в миллион раз слабее исходного сигнала. Мышь на полной скорости огибает натянутую капроновую нить толщиной 0,1 мм и ловит в темноте крохотных насекомых. Но некоторые виды ночных бабочек и других насекомых способны обнаруживать сигналы своего врага и вовремя улетают. Бабочки ловят сигналы на расстоянии 28-30 м, а летучие мыши - всего на расстоянии 8-9 м. Бабочки могут и отпугивать хищников своими ультразвуковыми импульсами. Услышав эти «щелчки», мышь улетает, - так бабочка предупреждает мышь, что она не съедобна.
- Для отпугивания насекомых люди используют технические устройства - ультразвуковые генераторы.
- В 1953 г. звуковая локация была обнаружена у птиц гуахаро, гнездящихся в глубоких, лишенных освещения пещерах Венесуэлы и на острове Тринидад, а несколько позднее - у стрижей-саланган, живущих в пещерах Юго-Восточной Азии.
- Ультразвуковые приборы широко используются в медицине, например, для ультразвуковой сварки швов на внутренних органах: сердце, печени, легких, некоторых сосудах. Ультразвуковой «скальпель» способен рассекать или сваривать почти все живые клетки.

Тема 2. «Тепловые явления»

- **Температура.** Пресмыкающиеся (ящерицы, змеи, хамелеоны, черепахи, крокодилы) и земноводные (лягушки, тритоны, саламандры) — холоднокровные животные. Это значит, что температура их тела зависит от окружающей среды. Поэтому рептилии любят греться на солнце и распространены в основном в теплых странах.
- У млекопитающих и птиц температура тела поддерживается постоянной. Одни не переохлаждаются из-за покрывающих их шерсти, пуха, перьев; другие из-за толстого слоя подкожного жира (киты, дельфины, моржи). Слой китового жира (ворвани) достигает метра в ширину. Человек защищает себя от холода теплой одеждой.
- Потовые железы не дают перегреться. Не у всех зверей они развиты одинаково хорошо. Их мало у собак, кошек, некоторых грызунов, а у китов нет вовсе.
- Нормальная температура у человека 36,6 °С, у свиньи 40 °С, у утконоса от 22 до 36 °С, у верблюда от 34 до 40,5 °С. Температура тела зверьков, впадающих в зимнюю спячку, понижается; у грызунов, летучих мышей - до 0°.
- Мельчайшие живые существа - бактерии - вездесущи, их находят на глубине 11 км в океане, на высоте 41 км в атмосфере, в недрах земной коры,

в гейзерах с температурой около 105 °С. Живые бактерии были обнаружены в вечной мерзлоте Арктики, где они пробыли 2-3 млн лет.

- Диатомеи (одноклеточные водоросли размером до 1,5 мм) - одни из самых распространенных на Земле растений - составляют четверть всего живого вещества планеты. Они одинаково хорошо себя чувствуют в водах и снегах Арктики и Антарктиды. Сине-зеленая водоросль формидиум может жить и размножаться при 85-93 °С.

- Другие пионеры растительности - лишайники. Их находили и в Антарктиде, и на раскаленных камнях пустыни (в опытах они переносили температуру до 200 °С). Растут медленно, живут долго (до 10 тыс. лет) и на чем угодно. Благодаря лишайникам установлен возраст каменных истуканов на острове Пасхи - более 400 лет.

- **Внутренняя энергия. Способы изменения внутренней энергии.** Внутреннюю энергию тела можно изменять за счет теплопередачи, работы и химических процессов, которые происходят в живых организмах. Известно, что лучший способ согреться - поработать мышцами. Когда человеку холодно, мышцы начинают непроизвольно сокращаться (человек дрожит), внутренняя энергия тела повышается.

- Скорость охлаждения животного зависит от его размеров. Чем меньше размер, тем большая площадь поверхности приходится на единицу массы тела, тем быстрее организм охлаждается (теряет энергию). Поэтому мелким животным приходится интенсивно двигаться, чтобы механическая энергия преобразовывалась во внутреннюю, и непрерывно есть, чтобы во внутреннюю энергию превращалась химическая энергия пищи.

- **Закон сохранения внутренней энергии.** Все процессы жизнедеятельности и в клетке, и в организме в целом происходят в согласии с законом сохранения и превращения энергии. Солнечная энергия, усвоенная зелеными растениями и запасенная ими как внутренняя энергия органических веществ, совершив ряд превращений в живой клетке (организме), превращается во внутреннюю энергию среды.

- **Виды теплообмена.** Чтобы не перегреться, организм отдает избыток тепла (внутренней энергии) окружающей среде. Тепло к поверхности тела переносится артериальной кровью. Из-за обильного притока крови к подкожным сосудам краснеет кожа.

- Несмотря на большие размеры ушей, слух у слона хуже, чем у антилопы и оленя. Уши слона выполняют другую функцию - помогают поддерживать постоянную температуру. Проходя через них, кровь охлаждается и спасает слона от перегрева. Вот почему в жаркие дни слон все время хлопает ушами. Большие уши по этой же причине у пустынного кролика.

- Некоторые динозавры - вымершие ящеры - имели на спине непомерно длинные отростки позвонков, натянутая на них кожа возвышалась над спиной ящера метра на полтора. Такие «паруса» были у эдафо-завра и диметродона. Физики пришли к убеждению: эти приспособления - солнечные аккумуляторы. Тепло, полученное «парусами» от солнца, шло на обогрев

тела всего организма: за 80 мин обогрева температура тела поднималась от 26 до 36 °С.

- Наоборот, чтобы не переохладиться, животные сокращают поверхность, с которой происходит теплоотдача. Так, в холодную погоду собаки спят, свернувшись клубком. В антарктические морозы пингвины стоят, сгрудившись, огромными колониями.

- Арктических животных спасает слой жира и пух. Отличными теплоизоляционными свойствами славится гагачий пух, он позволяет изготавливать теплые спальные мешки массой меньше 0,5 кг.

- Некоторые виды насекомых научились поддерживать температуру в пределах желаемого оптимума. Так, бабочка-перламутровка поддерживает оптимальную температуру тела (32,5-35,5 °С) в солнечную погоду путем изменения положения крыльев. Наиболее сильный нагрев происходит, когда крылья раскрыты полностью и перпендикулярны солнечному потоку. Этот же принцип положен в основу терморегуляции в термитниках - в жарких странах. Термитники высокие, но плоские, всегда обращены ребром на юг. В полдень знойные лучи солнца скользят по их поверхностям, и перегрева не происходит.

- Пчелы могут поддерживать определенную температуру в улье. Пока в семье нет расплода, температура гнезда колеблется от 13 до 28 °С тепла. С его появлением пчелы поднимают температуру в гнезде до 34-35 °С и постоянно ее поддерживают. При снижении температуры воздуха пчелы плотнее располагаются на сотах с расплодом, что позволяет концентрировать тепло, выделяемое при обмене веществ. При повышении температуры пчелы начинают вентилировать гнездо. Они становятся у летка (входного отверстия в улей), повернувшись к нему головами, и частыми взмахами крыльев создают ток воздуха. Если это не помогает, пчелы на время покидают улей.

- Пчелы и муравьи могут предсказывать зиму. Если пчелы осенью леток заклеивают, оставляя лишь очень маленькое отверстие, то зима ожидается суровой. Перед суровой зимой муравьи делают большие кучи для защиты от холода.

- **Испарение и конденсация.** При постепенном нагревании наш организм в сухом воздухе способен выдержать не только температуру кипения воды, но иногда даже еще более высокую. Организм сохраняет близкую к нормальной температуру посредством обильного выделения пота. Благодаря испарению пота значительное количество тепла из слоя воздуха, который непосредственно прилегает к коже, поглощается - и температура кожи понижается.

- Собака в жару высовывает язык, чтобы увеличить поверхность испарения.

- Деревья испаряют влагу с поверхности листьев. В лиственном лесу по этой причине в жаркие дни прохладнее, чем в хвойном. На некоторых южных растениях листья видоизменились в колючки (молочай страшный, барбарис), чтобы уменьшить площадь испарения. Сизый восковый налет на листьях алоэ уменьшает испарение влаги в 15 раз.

- Перед дождем повышается влажность воздуха, влага с листьев растений испаряется медленно, выступает каплями и стекает с листьев. Ива «плачет» за 3-4 дня до ненастья. «Плачут» и другие растения: канны, плакун-трава, каллы и др.

- **Измерение влажности воздуха.** Тело насекомых покрыто пушком, различными волосками, которые чрезвычайно чувствительны к изменению влажности

в атмосфере и способны конденсировать влагу на своей поверхности. Все погодные изменения обычно начинаются в верхних слоях атмосферы, а накопление влаги на поверхности тела мелких насекомых затрудняет их полет, заставляет опускаться ниже, где воздух еще сухой. Другая версия: у насекомых от влаги тяжелеют крылья. Вслед за ними опускаются насекомоядные птицы - ласточки, стрижи. Если ласточки и стрижи летают высоко, то будет сухая солнечная погода, низко - будет дождь, - такова народная примета. Лягушки и рыбы также не прочь полакомиться насекомыми. Когда насекомые появляются над водой, лягушки прыгают на берегу и днем квакают, а рыбы выскакивают из воды, хватая зазевавшихся мошек, - быть дождю!

- Пчелы строго следят за влажностью воздуха в ульях, поддерживая ее в пределах 65-88%. В сухую летнюю погоду они помещают вокруг ячеек с расплодом свежепринесенный жидкий нектар (50% воды), из которого легко испаряется вода, причем ячейки с нектаром заполняются лишь на 25-30%, что увеличивает площадь испарения. В сильную жару пчелы приносят в улей воду.

- **Удельная теплота сгорания топлива.** Главные виды топлива - каменный уголь и нефть — не что иное, как «консервированные солнечные лучи». Это остатки растительности, буйно покрывавшей когда-то нашу планету, а возможно, отчасти, и животного мира.

- **Тепловые двигатели. КПД.** Мышца - более эффективный двигатель, чем, к примеру, двигатель внутреннего сгорания, не говоря уже о паровом. Ее КПД достигает 50% (у большинства автомобильных ДВС - не выше 35%). Кстати говоря, и оставшая энергия не пропадает, поддерживая температуру тела.

Тема 1. Введение

- Пчелы инстинктивно строят свои соты в виде шестигранных призм. Математики и инженеры доказали, что именно при такой форме сосуд имеет наибольшую вместимость при наименьшей затрате материала.

Тема 2. Движение и взаимодействие тел

- Мир живой природы находится в непрерывном движении. У животных, птиц, насекомых, даже у бактерий и простейших, виды движений более сложные, чем у объектов неживой природы: шаг, бег, скачок, лазание, ползание, полет, плавание. Полет насекомых значительно экономичнее и маневреннее полета наиболее совершенного вертолета. *К.Э.Циолковский* писал, что «разумное устройство летательных аппаратов потребует от нас еще более тщательного изучения полета птиц и насекомых».

- Большинство растений ведет неподвижный, «прикрепленный» образ жизни. Быстрее всего растут грибы - некоторые ежеминутно прибавляют в росте 5 мм.
 - Чтобы собрать 1 кг меда, пчела должна принести в улей нектар до 150 тыс. раз, пролететь до 460 тыс. км, что в 11 раз превышает длину экватора!
 - Заяц, спасаясь от преследователя, бежит по кругу. Делая круги, он повторяет раз за разом одну и ту же траекторию, при этом его путь становится все больше и больше: путь не всегда равен длине траектории.
 - Стая леммингов при миграции всегда движется по прямой. Если на пути встречается река, они переплывают ее, если на пути находится лодка, они запрыгивают в нее с одной стороны и спрыгивают с другой. Были случаи, когда лодка от перегрузки тонула. Траектория их движения - прямая линия.
 - Несмотря на то, что современный человек мало ходит пешком, за 70 лет жизни он проходит расстояние более 384 тыс. км, т.е. расстояние от Земли до Луны!
 - Самым быстрым сухопутным животным является гепард. На дистанции до 500 м он может развивать скорость до 101 км/ч. Лучшая скаковая лошадь движется со скоростью 72 км/ч, самая быстрая рыба — тихоокеанский парусник - на дистанции 100 м развивает скорость до 109 км/ч. Скорость стрекозы-дозорщика 144 км/ч, т.е. 40 м/с. Самец овода летает со скоростью 120 км/ч, близкой к скорости ураганного ветра. Сокол-сапсан при перелете имеет среднюю скорость до 90 км/ч, а при нападении на добычу - до 360 км/ч!
 - Скорость тока крови в сосудах человека: в аорте — до 50 м/с, в вене - до 20 м/с, в капилляре - до 0,5 мм/с.
 - Скелет взрослого человека весит всего около 80 Н. Многие кости полые внутри, это уменьшает их массу.
- Аналогичный материал для 8-го класса см. в № 46/03.
- су, но не влияет на прочность. Облегченный скелет имеют птицы.
- Самая тяжелая древесина - у южноамериканского родственника европейской маслины - черного железного дерева: 1,5 т/м³. Наименьшую плотность (120кг/м³) имеет бальса (семейство бамбуковых).
 - Наблюдая за муравьями, поражаешься тому, как они дружно несут добычу, ухватив ее со всех сторон. Но каждый муравей тянет ношу к себе, а результирующая направлена в ту сторону, куда движется большее число муравьев.
 - Большая берцовая кость человека выдерживает нагрузку до 1,5 т. В веществе кости есть две «составляющие»: гибкая (органические вещества) и твердая, но хрупкая (соли кальция). Похожий принцип сочетания твердости и гибкости применяется человеком в строительстве. Бетон - материал хрупкий, железо - гибкий. Железобетон гораздо прочнее каждого из двух составляющих в отдельности. Идея железобетонных конструкций впервые пришла в голову садовнику Монье, который сделал кадку для большой пальмы из железного каркаса и бетона. Эту идею ему подсказало расположение механических тканей самой пальмы. Без механических тканей растение не могло бы выдержать собственной тяжести, действия ветра, снега, дождя. Это

клетки необыкновенной прочности, иногда длиной до полуметра, при этом их длина и ширина соотносятся как 1000 : 1.

- Из волокна конопли - пеньки - издавна делали канаты, сети, паруса, брезент. По прочности на разрыв натуральный шелк («продукция» тутового шелкопряда) не уступает стали. Шелковая нить диаметром 1 мм выдерживает груз 430 Н. Из натурального шелка делают парашюты, «заплаты» на теле человека.
- В 1638 г. Галилео Галилей пришел к выводу, что по законам физики форма крупной особи должна сильно отличаться от формы мелкой особи. Кости крупного животного (сухопутного) должны иметь гораздо большую толщину относительно своей длины, чтобы сохранить ту же прочность. Чтобы скелет великанов выдерживал их тяжесть, они должны были бы состоять почти из одних костей. Таково одно из ограничений, устанавливающих предел максимального размера земных животных.
- Чувство равновесия возникло в ходе эволюции. Оно наблюдается уже у инфузорий. Крошечные пузырьки с кристалликами позволяют простейшим различать, где верх, а где низ (кристаллик давит на дно пузырька). «Камешек в пузырьке» есть у медуз, моллюсков, ракообразных. У позвоночных (в том числе и у человека) есть аналогичные мешочки, заполненные жидкостью с «ушными камешками». Благодаря органу равновесия кошка переворачивается во время падения и приземляется на четыре лапы. Чтобы узнать, в какую сторону двинулось тело, рядом с мешочками находятся полукружные каналцы, по которым жидкость может перетекать. Трём измерениям пространства соответствуют три канала, они лежат в трех взаимно перпендикулярных плоскостях.
- Ощущают гравитацию и листья растений. На нее листья «ориентируются» в большей степени, чем на свет. Когда растение выращивали «вверх ногами» (точнее, корнями) и освещали тоже снизу, листья все равно поворачивались вверх. Корень растения направлен чаще всего прямо вниз. Он чувствует силу тяжести корневым чехликом. В клетках чехлика под микроскопом заметны крупинки крахмала. Есть предположение, что эти зерна играют такую же роль, как «ушные камешки» у животных, своим давлением указывая направление действия силы тяжести. Реакцию растения на действие силы тяжести называют геотропизмом. В полной невесомости высшие растения, как правило, погибают.
- Пчелы в воздухе способны перетаскивать груз в 2-3 раза больше собственного веса (на земле - в 20 раз больше), тогда как лучший самолет не может поднять груз больше собственного веса. Муравей может поднимать челюстями вес в 50 раз больше, чем собственный. А жук-носорог умудряется удерживать на спине вес в 850 раз больше собственного. Для сравнения: слон может удерживать на спине только четверть своего веса. Общая закономерность такова: чем больше животное, тем меньший вес в сравнении с собственным оно может поднять.
- Журавли во время дальних полетов держатся косяком. Впереди летит наиболее сильная птица. Воздух обтекает ее тело, как вода нос лодки. Ос-

тальные птицы располагаются внутри «клина» и испытывают меньшее сопротивление воздуха.

- Торнедообразная форма тела для всех активно передвигающихся в воде организмов способствует снижению лобового сопротивления. При быстром движении рыбы прижимают плавники для уменьшения сопротивления. Тело рыбы покрыто слизью, которая уменьшает трение, поэтому вынутую из воды рыбу трудно удержать в руках.

- Благодаря тому, что поверхность ладоней, пальцев не абсолютно гладкая (имеет капиллярные линии), мы можем удерживать в руках предметы.

- Не умеющий плавать жук *5Иени8 сотта* (стс-нус двухнхтнхстхй из семейства стафилинидов) благодаря выделяемому иигедиальными железами веществу стенузину [нам, к сожалению, не удалось найти сведений об упомянутых железах и стенузине. - уменьшает смачиваемость водой на 30% и скользит по водной глади, как на лыжах, со скоростью 40-50 см/с, а его подвижное брюшко служит своеобразным рулем.

- У некоторых беспозвоночных, например (класс корненожек), имеются расходящиеся во все стороны многочисленные длинные тончайшие иглы. Площадь поверхности становится больше, что увеличивает трение при погружении в воду и способствует «парению» глобигерина в воде.

- Кому не приходилось скользить и даже падать, наступив на банановую кожуру! Чтобы спустить корабль на воду, в Индии спусковую плоскость покрывают раздавленными бананами (около 20 тыс.!).

Тема 3. Работа и мощность

- Тело животных имеет симметричное строение. Силы тяжести, действующие на аналогичные части тела живых организмов с левой и правой сторон, равны. В состоянии покоя они уравниваются силами упругости, возникающими в конечностях вследствие давления на них опоры. Тела животных можно сравнить с рычажными весами. При передвижении животное поочередно поднимает левую и правую части тела, отталкиваясь одной конечностью от опоры, неподвижная конечность в момент отталкивания служит опорой рычага, у которого плечо силы тяжести тела короче, чем плечо силы упругости, возникающей вследствие отталкивания. Следовательно, получается выигрыш в силе.

- В живых организмах рычаги, как и все простые механизмы, не дают выигрыша в работе, т.е. действует «золотое правило механики». Многие мышцы, принимающие участие в передвижении организма и обеспечивающие его двигательные функции, скреплены с костями так, что совместно дают выигрыш либо в силе, либо в расстоянии. Мышцы ног и головы находятся в долговременном напряжении, для них имеет большое значение выигрыш в силе, иначе они быстро бы утомлялись. Рычаг, действующий при работе рук, дает выигрыш в расстоянии, иначе мышца, приводящая его в движение, была бы расположена далеко от кости.

Тема 4. Строение вещества

- В организме человека массой 70 кг: 45,5 кг кислорода, 12,6 кг углерода, 7 кг водорода, 2,1 кг азота, 1,4 кг кальция, 700 г фосфора. Всех остальных элементов вместе взятых (в основном калия, серы, натрия, хлора, магния, железа и цинка) около 700 г. А всего в живых клетках можно найти около 70 химических элементов таблицы Менделеева. Благодаря железу работает, например, гемоглобин крови, переносящий кислород. При отсутствии йода у человека развивается серьезное заболевание - зоб.
- Мед - индикатор загрязнения среды. В пробах меда, взятых на территории вблизи промышленных предприятий, были обнаружены химические элементы, которые в «сельских» пробах отсутствуют.
- Некоторые растения способны накапливать в себе определенные химические элементы. Ученые предложили добывать химические элементы из золы растений. Так, в Японии в начале XX в. из золы водоросли ламинарии (морской капусты) добывали йод и даже пытались «биологическим методом» добывать золото.
- Диффузия играет огромную роль в таких процессах живой природы, как поступление воды и питательных веществ в клетку, проникновение кислорода из легких в кровь, а молекул углекислого газа из венозной крови в легкие, всасывание питательных веществ в кишечнике, питание и дыхание растений. Нужно отметить, что это не просто диффузия, а более сложный процесс - осмос. Явления осмоса - направленное перемещение через полупроницаемую перегородку (клеточную мембрану) молекул, размеры которых соизмеримы с величиной пор в мембране. Возникающее в связи с этим осмотическое давление является причиной того, что, например, растворы некоторых солей оказывают слабительное действие, а соленая вода не утоляет жажды.
- • Способность улавливать запах играет важную роль в жизни всех живых существ. Мельчайшие частички различных веществ и газы воздействуют на специальные органы обоняния, и мы чувствуем запах. У человека и животных они находятся в носу.
- Буревестники и альбатросы чувствуют запах рыбы на расстоянии 3 км. Акулы чувствуют запах рыбного экстракта, разбавленного в миллиард раз! Идущие на нерест лосося ощущают запах медведя. Звери метят пахучим веществом (мускусом) границы своих владений, распознают по запаху друг друга. По запаху детеныши узнают свою мать, хищники ищут добычу. У людей запахи вызывают воспоминания.
- У насекомых обоняние развито еще лучше. Самец тутового шелкопряда способен чувствовать запах самки на расстоянии до 12 км. Привлекательное вещество самки бабочки большого ночного павлиньего глаза улавливается самцом на расстоянии 8 км. Чтобы уловить запах, насекомым хватает 100 молекул пахучего вещества в 1 см³ воздуха. Способностью выделять аттрактанты (пахучие вещества) обладают перепончатокрылые жуки, тараканы, термиты, клопы и др., запахи помогают насекомым «запомнить» дорогу к дому, а также к источнику пищи. Многие растения опыляются насекомыми, их привлекают яркие лепестки и приятный запах. Ученые

научились синтезировать некоторые запахи и применяют пахучие вещества для заправки ловушек и вылова самцов вредителя, в результате часть самок остается неплодотворенной и не дает потомства. У муравьев и пчел существует запах тревоги. Если потревожить муравья, то запах тревоги в считанные секунды распространится по муравейнику, приведя его обитателей в крайнее возбуждение.

- Чайки, морские черепахи, змеи, ящерицы, крокодилы имеют специальные органы, выполняющие функции опреснителей воды и действующие на основе явления диффузии. С их помощью соль выводится наружу. Лишняя соль у крокодилов, например, выводится через щели, расположенные у глаз - кажется, что крокодил плачет. Морские звезды погибают в опресненных водах, т.к. не могут регулировать общую концентрацию солей в жидкостях, заполняющих полость тела. Из-за диффузии концентрация солей в полостных жидкостях всецело зависит от солености окружающей среды.
- Капиллярность в живой природе: система кровеносных сосудов в легких и во всем организме, корневая система растений. В растениях есть проводящая воду ткань, у цветковых растений она наиболее совершенная - в виде сосуда.
- Самки саранчи в Сахаре откладывают свои кубышки с яйцами на тех участках, где имеются подземные воды. Саранча обладает высокой чувствительностью к поверхностным испарениям влаги и старается пристроить потомство в наиболее влажном месте, чтобы оно не погибло от высыхания.
- Тараканы хорошо переносят холод, т.к. содержат жидкость, подобную антифризу, которая не замерзает при низких температурах. В клеточном соке растений накапливаются сахара, которые не дают образовываться в них льду. Поэтому деревья остаются живыми после зимних холодов.

Тема 5. Давление твердых тел, жидкостей и газов

- *Давление твердых тел.* Чтобы создать большое давление при малых усилиях, в живой природе есть такие «приспособления», как острые когти, клыки, зубы, рога, иглы и др.
- Беркут - самый крупный из орлов (размах крыльев более 2 м). Крупный, загнутый крючком клюв с острыми режущими краями может вспарывать самую крепкую шкуру копытных животных, рвать добычу на части. Но все же не клюв главное оружие беркута, а необыкновенной силы лапы с крупными, острыми, чуть ли не стальными когтями, которыми царь птиц хватает, удерживает и умерщвляет свою добычу. Птице скопе - «рыбьему ястребу» - когти нужны для того, чтобы ухватить скользкую рыбу.
- Рыси и медведи хорошо лазают по деревьям благодаря цепким когтям. У крыс очень острые зубы, они легко разгрызают любую древесину, могут пройтись жестяную банку и даже прогрызть стену.
- Иглы дикобраза — опасное оружие. Попав в тело жертвы, они за счет зазубрин могут в сутки на дюйм продвинуться внутрь организма, если их вовремя не удалить.
- Морские корабельные черви - настоящее проклятие для деревянных судов. Сверлом им служит оставшийся от раковины рудимент.

- Стилеты жалоносных насекомых, буры древоточцев и в особенности яйцеклады рогахвостов представляют собой гибкие и тонкие самозаглубляющиеся иглы. Загадочная быстрота, с которой эти насекомые пронизывают древесину, давно привлекает внимание бурильщиков. Маленькая пчелка способна прокусить своим острым жалом толстую шкуру животных, например буйвола и носорога. Зазубринки на стилете препятствуют его вытаскиванию и, потеряв жало, пчела погибает, спасая семью (вид).

- Стрекательные (крапивные или жгучие) клетки медуз и актиний - страшное оружие.

Способы уменьшения давления. У массивных животных площадь опоры большая - вспомним слона, бегемота. Заяц-беляк быстро передвигается даже по очень рыхлому снегу, т.к. создаваемое им давление невелико. У парнокопытных животных, например у лося, копыта раздвоены, а между половинками есть перепонка, раздвигая копыта, лось увеличивает площадь опоры и глубоко не проваливается. У верблюда на ногах не копыта, а пальцы, покрытые мозолями. Они не скользят и не проваливаются в песок.

Закон Паскаля. Гидростатическое давление. Давление воды на дне океана гораздо выше, чем у поверхности, и такое давление устанавливается внутри глубоководных рыб. Поднятую с глубины рыбу внутреннее давление буквально разрывает.

- В кактусе огромные запасы воды. При попадании в растение пули оно «взрывается», разлетаясь, согласно закону Паскаля, во все стороны.

- Давление в клетках лука в 24 раза больше, чем наружное (атмосферное). При малейшем повреждении луковицы крошечные капельки сока, содержащие серную кислоту, разбрызгиваются во все стороны, попадая в глаза, и мы проливаем слезы.

- Ученые долго не могли понять, как разгибаются паучьи ноги: в них практически нет необходимых для этого мышц. Между тем пауки могут прыгать на расстояние, в десять раз превышающее их собственную длину. Как им это удается? Оказывается, в момент прыжка (разгибания ног) в них резко подскакивает кровяное давление. Кровь наполняет паучьи конечности, и они с силой разгибаются, толкая паука вперед и вверх.

Атмосферное давление. Некоторые сочленения нашего скелета не распадаются по той же причине, что и магдебургские полушария. Можно освободить тазобедренное сочленение от мускульных и хрящевых связей, и все-таки бедро не выпадет: его сожмет атмосферное давление, т.к. в межсуставном пространстве воздуха нет. С высотой атмосферное давление уменьшается, и у людей случаются вывихи.

- Ушная полость связана с носоглоткой предохранительным каналом (евстахиевой трубой). Если бы не этот клапан, при резком изменении давления (которое происходит, например, при погружении водолаза, подъеме самолета) барабанная перепонка могла бы лопнуть. Но евстахиева труба, обычно закрытая, открывается при глотании, крике. Поэтому пассажирам самолетов при взлете и посадке предлагают делать глотательные движения.

- У многих живых существ (пиявок, кальмаров и др.) имеются присоски, с помощью которых они прикрепляются, удерживаются. Кончик очень длинного языка хамелеона превращается в маленькую присоску, выгибаясь наподобие чашечки. Некоторым насекомым присоски на лапках позволяют удерживаться на гладком стебле, стекле, на потолке.
 - При сосании материнского молока в ротовой полости детенышей млекопитающих создается пониженное по сравнению с атмосферным давление.
 - Коровы (и другие парнокопытные) при вытаскивании увязшей ноги разжимают копыта. И воздух свободно проходит под них. Лошади же не могут этого сделать, под их копытами возникает разрежение воздуха, и им приходится, вытаскивая увязшую ногу, преодолевать дополнительную силу атмосферного давления.
 - Медицинская барокамера имеет внутри давление воздуха, отличное от атмосферного. При избыточном давлении 1-2 атм больше кислорода проникает в кровь, с меньшим риском делается операция на сердце, бронхах, трахее. Барокамеры применяются и с другой целью: понижения атмосферного давления. Люди, живущие в горах, меньше подвержены сердечно-сосудистым заболеваниям, т.к. недостаток кислорода заставляет организм мобилизовать внутренние ресурсы - растут коронарные сосуды сердца, увеличивается полезный объем легких.
 - После разрушительного торнадо среди пострадавших остаются живые, но полностью ощипанные куры. Причина проста: в основании куриных перьев, в коже, находятся воздушные мешочки. Резкое понижение давления воздуха в зоне торнадо приводит к тому, что эти мешочки «взрываются» и отбрасывают перья.
- Барометры.* Живым барометром считают древесную лягушку. Ее держат в стеклянной банке с водой, где она демонстрирует искусство лазания по маленькой лестнице. Когда лягушка ползет вверх, говорят, что погода будет хорошей - теплой и солнечной. Когда спускается вниз - жди дождя.
- Водопровод. Насос.* Воду и минеральные соли корень впитывает через корневые волоски. Корень верблюжьей колючки, растущей в пустынях Средней Азии, уходит на глубину 15 м, достигая грунтовых вод. А рекорд принадлежит корням инжира (120 м) и вяза (110 м). Корневое давление у большинства растений - до 5 атм, у саксаула - до 100 атм.
- Выталкивающая сила. Закон Архимеда. Плавание тел.* Вес тела в воде меньше, чем в воздухе, и водным животным нужно тратить меньше энергии на преодоление силы тяжести. Таким образом, водные животные могут иметь большую массу, чем сухопутные, скелет у них может быть менее массивным и прочным. Масса кита может достигать 150 т, масса сухопутных животных не должна превышать 100 т, иначе они будут раздавлены собственным весом. Масса доисторических ящеров достигала 80 т, есть предположение, что самые массивные животные проводили время в основном в водоемах.
- При опускании рыбы на глубину объем плавательного пузыря уменьшается. Рыбный пузырь состоит из двух сообщающихся частей; перекачивая воздух в

переднюю или заднюю камеру пузыря, рыба изменяет направление движения в вертикальной плоскости. У акул нет плавательного пузыря, плавать им помогает жир на печени.

- Высокая плавучесть организмов поверхностного слоя воды (личинок, планктона) объясняется наличием газовых и жировых включений на поверхности и внутри тела. Споры плауна держаться на воде и не смачиваются ею, т.к. наполовину состоят из масла.
- Водоросли не нуждаются в твердых стеблях, т.к. архимедова сила в воде больше, чем в воздухе.