

Ф. УСМАНОВА, 12 лет, ГОУ ЦО «СОШ № 2045», г. Москва, школа сильного мышления  
ГЭП-2 «Творческая компетентность» (руководитель работы: Н.Ю. АНАШИНА, педагог  
ДО Зеленоградского центра психолого-медико-социального сопровождения,  
участник ГЭП-2 по теме «Творческая компетентность»)

# ПОЧЕМУ У МАЛЕНЬКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ И ПТИЦ СЕРДЦЕ БЬЕТСЯ ЧАЩЕ?

## ПЛАН

1. Введение.  
Почему меня заинтересовала эта тема?  
Анализ проблемной ситуации. Выдвижение гипотезы, формулировка проблемного вопроса, цели и задачи проекта.
2. Пояснительная записка.
3. Теория.
4. Какие особенности птиц и млекопитающих отличают их от других животных?
5. Как поддерживается постоянная температура тела?
6. Практика.
7. Проведение опытов с целью узнать, какое животное быстрее остынет: крупное или мелкое?
8. Выводы.
9. Заключение.
10. Литература.
11. Приложения.



## ВВЕДЕНИЕ

Нашу собаку зовут Граф. Это восточноевропейская овчарка. Я заметила, что у нее сердце бьется часто, особенно после движений. Чаше, чем у нас, людей. И у кошки сердце бьется чаще, когда она на коленках у меня сидит. Даже чаще, чем у Графа. А те, кто держал в руках птицу, говорят, что у нее сердце бьется очень часто.

Получается странная ситуация: чем меньше животное, тем чаще у него бьется сердце. Почему? Ведь если так происходит, то животному это нужно. Наверное, есть в природе какие-то факторы, которые влияют на это. Мне захотелось разобраться в этой проблеме, найти эти природные факторы, из-за которых сердцу маленьких животных приходится биться чаще.

**ГИПОТЕЗА.** Тело маленьких животных остывает быстрее, чем у крупных, поэтому сердцу маленьких теплокровных животных нужно чаще биться,

чтобы теплая кровь поднималась к коже и согревала ее.

**ЦЕЛЬ ПРОЕКТА:** узнать, какие природные факторы способствуют увеличению частоты биения сердца, если уменьшается величина тела животного.

Чтобы ответить на этот вопрос, следует разобраться в следующем:

1. Какова особенность у птиц и млекопитающих по сравнению с другими животными?
2. Как поддерживается постоянная температура тела млекопитающих и птиц?
3. Какое животное быстрее замерзнет: крупное или мелкое?

На первые два вопроса есть ответы в книгах и Интернете. Но чтобы ответить на третий, нужно поставить опыты. Следовательно, первые два вопроса требуют теоретической подготовки, а опыты будут экспериментальной частью проекта.

Результаты опытов должны подтвердить или опровергнуть мое предположение — гипотезу.

**ЗАДАЧИ МОЕГО ПРОЕКТА:** 1. Выяснить особенности птиц и млекопитающих по сравнению с другими животными.

2. Узнать, как поддерживается постоянная температура тела млекопитающих и птиц.

3. Подтвердить гипотезу экспериментальным путем.

4. Сделать вывод.

5. Сделать заключение.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

На первый вопрос ответить несложно: птицы и млекопитающие являются теплокровными животными: у них температура тела поддерживается примерно на одном уровне и не снижается, например, с приходом зимы, т.е. не зависит от температуры среды обитания, говорят ученые. Энергию для жизни и сохранения тепла млекопитающие и птицы берут из пищи. Вещества пищи расщепляются с выделением энергии. Мы знаем, что кровь разносит нужные вещества по всему организму и собирает ненужные, выделяя их через почки, и т.д. Но вместе с тем кровь, проходя из горячего сердца и сосудов внутри тела (артерий и капилляров), согревает кожу, которую охлаждают воздух и вода. Получается, что сердце работает как печка, а сосуды как трубы отопления.

Чтобы поддерживать тепло своего тела, животным приходится часто питаться. Например, крошечному хищнику ласке требуется в 100 раз больше энергии на один грамм массы тела, чем большому слону. Масса пищи, которую ласка съедает за день, равна четверти ее собственной, т.е. мелкие теплокровные животные — самые прожорливые. При длительном (для этих животных) голодании температура их тела понижается, иногда доводя животное до смерти. У К.З. Лоренца землеройка умерла через два часа после последнего приема пищи от голода и холода. У таких животных все про-

цессы обмена веществ должны идти быстрее и сердце биться чаще.

В книгах и Интернете мне удалось найти сведения о некоторых физиологических данных млекопитающих и птиц. Эти сведения приведены в табл. 1.

Мне удалось проверить эти данные на своей собаке и кошке. Для этого я проделала опыт № 1.

## ОПЫТ № 1

**Для опыта нужны:** собака, кошка, фонендоскоп, секундомер.

**Ход опыта.** Известно, что пульс у собаки ветеринары измеряют на внутренней поверхности бедра. Но Граф мне не позволил это сделать. Может быть, потому, что ему делали операцию и он боится прикосновений к лапам. Или, может, это связано с тем, что во время драк собаки хватают друг друга за ноги. И поэтому Граф сопротивлялся. Мне пришлось приложить фонендоскоп к грудной клетке слева, со стороны сердца. Сосчитала частоту биения сердца за 1 минуту (83 удара).

Так же я поступила с кошкой. У кошки я количество ударов сердца составило  $\approx 240$  в минуту. У кур  $\approx 300$  ударов в минуту.

### Вывод на основании результатов опыта № 1.

**Кошка меньше собаки, собака меньше человека. У кошки сердце бьется чаще, чем у собаки, а у собаки — чаще, чем у человека. Даже в спокойном состоянии у собаки и кошки сердце бьется чаще, чем у человека.**

Мы узнали, как измерить температуру у животных, но я побоялась, что моим животным не понравится эта процедура. Измерить частоту биения сердца животного легко. А как можно наблюдать охлаждение тела животного? Ведь значения параметров у живого пса или кошки будут зависеть от их

Таблица 1

Физиологические параметры некоторых птиц и животных

ПАРАМЕТРЫ	ПТИЦЫ	КОШКИ	СОБАКИ
Частота пульса удары/мин	Голубь: 136–600 Куры: 128–340 Чайки: 130–650 Воробей-домовой: 460, в полете — 1000	Взрослые кошки: 100–140 Котята — достигают 300	Взрослые собаки: 60–160 Щенки: 200–220 Мини-собачки: 180
Частота дыхания: вздохов/мин	Голубь: 15–32 до 70. Утка: 30–43 Гусь: 12–24 Воробей: 90–100	20–30	12–28, при движении увеличивается до 10–40
Температура тела: градусы по Цельсию	38–43,5, В среднем: 41 Куры: 40,3–41, 7	38,4–38,6	Взрослые собаки: 37,5–39. Молодые: 38–39,2

эмоций, а еще от возраста, физического состояния. Поэтому я воспользовалась методом аналогии и смоделировала процесс остывания на неживых телах.

В природе остывают тела не только живых существ. Остывают вообще любые тела, если температура воздуха изменится. Поэтому я решила проследить за остыванием каких-либо однородных тел, но с разной массой, с разной площадью поверхности, через которую происходит охлаждение, вернее, выравнивание температуры тела и окружающей среды.

Лучше всего для этой цели подходит вода. У нее много преимуществ по сравнению с другими веществами:

- остывает медленнее, чем, например, металлические предметы;
- тела млекопитающих и птиц содержат много воды;
- точно узнать объем воды легко;
- для воды легко подобрать поверхность охлаждения из одинакового материала (например, одинаковые стеклянные банки или же разных размеров);
- воду легко нагреть до нужной температуры, легко окрасить;
- температуру воды легко измерить.

Для того чтобы узнать, как влияет масса тела на сохранение тепла, я проделала опыт № 2.

## ОПЫТ № 2

**Для опыта нужно:** три одинаковые стеклянные банки, горячая окрашенная вода, термометр, часы.

**Ход опыта.** Берем три сосуда из одинакового материала и одного размера. Наливаем в них окрашенную воду одной температуры, но разный объем: 100, 200 и 300 мл. Измеряем температуру воды через каждые 5 мин.

Результаты опыта № 2 сведены в табл. 2. На рис. 2 наглядно демонстрируются изменения температуры в каждом сосуде.



Рис. 1. Банки с разным количеством воды

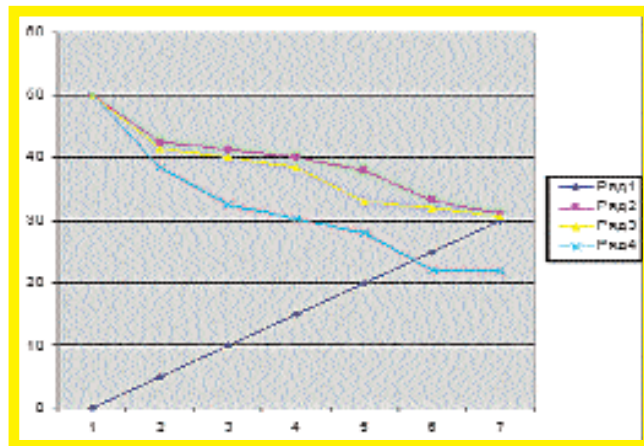


Рис. 2. Графические результаты опыта № 2

Ряд 1 — время от 0 до 30 мин.

Ряд 2 — понижение температуры в сосуде с объемом воды 300 мл.

Ряд 3 — понижение температуры в сосуде с объемом воды 200 мл.

Ряд 4 — понижение температуры в сосуде с объемом воды 100 мл

### Вывод из результатов опыта № 2.

**Из графика видно, что в сосуде с маленьким объемом (голубая линия) вода остыла быстрее, чем в сосуде с большим объемом (розовая линия). Резкое снижение температуры в начале опыта можно объяснить нагревом самих сосудов.**

Этот опыт я проводила, чтобы показать, что у маленького животного быстрее остывает тело через кожу. В нашем опыте «кожа» — стекло, везде одинаковая. Температура — одинаковая в самом начале. Но соотношение массы тела к площади поверхности, через которую тело остывает — разная. Поэтому и скорость остывания — теплоотдача —

Таблица 2

### Численные результаты опыта № 2

Время (мин.)	Температура сосуда 300 мл (град. по Цельсию)	Температура сосуда 200 мл (град. по Цельсию)	Температура сосуда 100 мл (град. по Цельсию)
0	50	50	50
5	42,5	41,5	38,5
10	41,1	40,1	32,0
15	40,0	38,5	30,2
20	38,5	33,0	28,0
25	33,2	32,0	22,1
30	31,0	30,5	21,9



Рис. 3. Измерение температуры в банках

разная. К этому же выводу приводят математические формулы. Например, площадь поверхности цилиндрического сосуда, деленная на его же объем, равна:  $(2rh + 2r^2) / r^2h = 2/r + 2/h$ , где  $r$  — радиус;  $h$  — высота.

Значит, чем больше объем тела (радиус или высота/длина), тем меньше площадь поверхности, через которую происходит отдача тепла в воздух от единицы массы тела. Тем меньше потери тепла.

Это подтверждается фактами из зоологии. Известно, что животные на Севере крупнее, чем их южные собратья, у них иные пропорции тела: короткие уши, хвост и иногда лапы. У песца лапы короче, чем у лисы. Белый медведь — самое крупное хищное млекопитающее. Шерсть даже у короткошерстных пород кошек, живущих на Севере, несколько длиннее, чем у южанок. Полярный волк гораздо крупнее красного волка дхоли в Индии. В приложении приведены фотографии полярного волка и лугового волка — койота, который живет в Канаде и США. Красный волк дхоли, живущий в Индии, еще меньше койота. Не зря в сказках о Маугли звери в джунглях называли их «рыжими собаками». Потому что собаки большинства пород меньше и слабее волка.

### Опыт № 3

**Для опыта нужно:** три стеклянные банки разного размера: 1 л, 700 мл и 400 мл, горячая окрашенная вода, термометр, часы.

**Ход опыта.** В большую банку с большой площадью поверхности наливаем 300 мл воды, нагретой до температуры 50 °С. В банку объемом 700 мл наливаем 200 мл воды той же температуры. И наконец, в маленькую банку 400 мл и с самой маленькой поверхностью охлаждения наливаем 100 мл такой же горячей воды. Измеряем температуру воды во всех банках



Рис. 4. Измерение температуры в банках с разной площадью поверхности

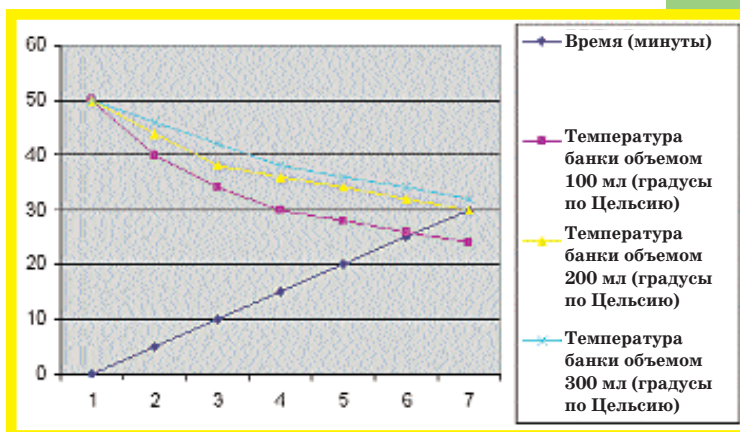


Рис. 5. Графические результаты опыта № 3

каждые 5 минут. Посмотрим, что сильнее влияет на скорость остывания: объем горячей воды или площадь поверхности остывания?

#### Вывод из результатов опыта № 3.

На графике видно, что медленнее всего остывает банка с большим (300 мл) объемом горячей воды (голубая линия), несмотря на большую

Таблица 3

Численные результаты опыта № 3

Время (мин.)	Температура банки 100 мл (град. по Цельсию)	Температура банки 200 мл (град. по Цельсию)	Температура банки 300 мл (град. по Цельсию)
0	50	50	50
5	40	44	46
10	34	38	42
15	30	36	38
20	28	34	36
25	26	32	34
30	24	30	32

площадь поверхности. Маленькая банка, куда было налито 100 мл горячей воды, остывала быстро (розовая линия), хотя площадь поверхности у нее самая маленькая. Значит, главное — объем тел: при большем объеме горячего тела остывание происходит медленнее.

Конечно, в природе звери и птицы защищают свое тело от остывания. Тело кошек и собак покрыто шерстью, которая защищает тело от охлаждения, а верблюдов и от перегрева. Тело птицы покрыто перьями и пухом, которые обеспечивают птицам теплоизоляцию даже в полете, когда тело обдувается холодным воздухом. Это утверждение я проверила опытным путем, для чего проделала опыт № 4.

#### Опыт № 4

Для опыта нужно: 3 одинаковые стеклянные банки, теплоизолятор из шерсти, теплоизолятор из пуха, горячая окрашенная вода, термометр.

**Ход опыта.** В три одинаковых стеклянных банки налили одно и то же количество горячей воды (температура 45 °С). Первую банку обернули шерстяным шарфом. Вторую поставили в коробку с пухом. Третью оставили без обертывания. Вынесли на холод на 30 мин, после чего измерили температуру в каждой банке. Вот что получилось.

**Численные результаты опыта № 4:**

- Животные с шерстяным покровом — 39 °С.
  - Птицы (коробка с перьями и пухом страуса) — 39 °С.
  - Животные и птицы без защитного покрова (банка без обертки) — 28 °С.
- Наглядные результаты приведены на рис. 6.

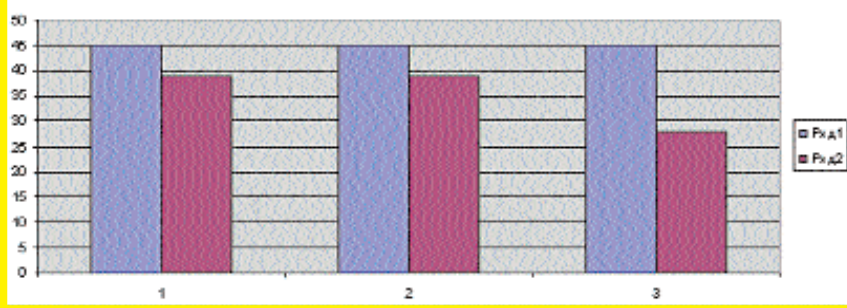


Рис. 6. Графические результаты опыта № 4

Здесь: Ряд 1 — изначальная температура всех банок.

Ряд 2, п. 1 — банка, обернутая шерстью.

Здесь: Ряд 1 — изначальная температура всех банок.

Ряд 2, п. 1 — банка, обернутая шерстью.

Ряд 2, п. 2, банка, обернутая пухом.

Ряд 2, п. 3, банка, ничем не обернутая.



Рис. 7. Банки с теплоизоляцией разными материалами

**Вывод на основе результатов опыта № 4.**

*Первые две обернутые банки были укрыты и не соприкасались с холодным воздухом, что замедляло охлаждение. Шерсть животных и пух птиц удерживают много воздуха и таким образом сохраняют тепло.*

Как упоминалось выше, морские и впадающие в спячку животные защищаются от холода слоем жира. Это было проверено опытом № 5.

#### Опыт № 5

**Для опыта нужно:** 2 одинаковые стеклянные банки, не растопленный внутренний жир животного; большая емкость с ледяной водой, термометр; 400 мл окрашенной воды.

**Ход работы.** 1-ю банку оборачиваем слоем жира 3,5 см и закрепляем нитками. 2-ю банку оставляем без теплоизоляции. Нагреваем окрашенную воду до температуры + 50 °С, разливаем по банкам. Опускаем в емкость с ледяной водой обе банки и выносим на холод (−15 °С) на 20 мин. Потом измеряем температуру в обеих банках.

**Численные результаты опыта № 5:**

- Температура в банке, обернутой жиром, — 28 °С.
- Температура в обычной банке — 8 °С.
- Температура в емкости со льдом — 4 °С.

**Вывод на основе результатов опыта № 5.**

*Первая банка была укутана в слой жира, и поэтому она не соприкасалась с холодной водой. Бурый жир имеет в составе воздух и другие вещества, все это удерживает и сохраняет тепло. Слой жира мы уменьшили теплопроводность и увеличили массу и объем банки. Млекопитающие, живущие в северных морях и океа-*



Рис. 8. Банки с разной теплоизоляцией.

нах, покрыты толстой кожей и слоем жира. Это их способ теплоизоляции.

## Вывод

У маленького теплокровного животного тело остывает быстрее, поэтому ему нужно питаться чаще: его кровь должна двигаться быстрее, чтобы поддерживать постоянную температуру поверхности тела, которая постоянно остывает. Быстрее остывает тело с меньшей массой. Поэтому частота сердечных сокращений должна быть выше у мелких животных, чем у крупных зверей и птиц.

## Заключение

Из этой работы я узнала и сама вывела следующие правила обращения с животными, которых люди содержат дома:

*Маленькие животные — самые прожорливые. Пища должна у них быть постоянно.*

*В миске всегда должна быть свежая вода.*

*В холодное время года у животных, живущих на улице, меняется рацион и количество калорий в пище. Нужно увеличить порции корма. Воду нужно давать теплую, хотя многие животные едят снег.*

*Прирученным животным нужно теплое укрытие и сухая подстилка, потому что они разучились строить норы, гнезда и дома.*

*Кто содержит декоративно выведенных животных: кошки породы сфинкс, собачки породы китайская хохлатая, — должны знать, что они чувствительны к окружающей температуре, к ее изменениям.*

*В месте проживания и при перевозке животного нужна постоянная вентиляция свежего воздуха и температура, соответствующая среде его обитания в природе.*

*О здоровье животных тоже нужно беспокоиться.*

*Если животное вялое, отказывается от пищи, у него горячий или сухой нос, проблемы со стулом,*

*обильное слюноотделение, слезятся глаза, это может говорить о его болезни.*

*Значит, нужно:*

- *осмотреть глаза, пасть и кожу;*
- *срочно вызвать ветеринара или отвезти животное в ветеринарную клинику;*
- *измерить температуру тела (если это возможно);*
- *измерить частоту ударов сердца;*
- *выполнять указания ветеринарного врача.*

## Список литературы

1. Акимушкин И. Мир животных. М.: Мысль, 1990.
2. Пинтера А. Кошки, коты, котятка. М.: Экоцентр ВНИРО, 1993.
3. Зубко В.Н. Основы служебного собаководства. М.: ДОСААФ, 1975.
4. Ионкина В.С. Путеводитель по Дарвиновскому музею. М., 2006.
5. Михеев А.В. Биология птиц: Определитель птичьих гнезд. М.: Цитадель, 1996.
6. Общая биология: Учеб. М.: Просвещение, 1995.
7. Роль холода в жизни млекопитающих: Проект. Портфолио, 1 сентября. М.: Чистые Пруды, 2008.
8. Служебная собака: Сб. Домодедово: ВАП, 1995.
9. Физиология животных: Учеб. М.: Просвещение, 1972.
10. Биология: Энциклопедия для детей. М.: Аванта+, 1995.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Дополнительные способы сохранения постоянной температуры тела разных теплокровных животных летом и зимой

Некоторые млекопитающие от холода впадают в зимний сон, как медведь или енотовидная собака. При этом незначительно снижается интенсивность обмена веществ. У них снижается температура тела и частота дыхания. Это состояние ученые называют гипотермия (гипо — уменьшение, термо — тепло).

Например, летучие мыши, когда мышь в зимней спячке: температура тела 0–4 °С, ритм дыхания 5–6 раз в минуту. А летом: сердце 420 ударов, дыхание 96 раз в минуту.

Другие животные засыпают крепче, чем медведь. Например, сурки, накапливающие к осени около 1 килограмма жира, погружаются в полугодовую спячку.

К зиме животные «готовятся» по-своему: птицы увеличивают массу перьев, а животные накапливают бурый жир, который расходуется за зиму, у них толще становится подкожный жир. Весной шерсть линяет, летом она тонкая, что-



Рис. 9. Сурок



*Рис. 10. Псу жарко, он высунул язык*

бы не перегреваться и чтобы изменить цвет для маскировки в среде обитания.

Еще животные используют для охлаждения учащенное дыхание, испарение с поверхности тела. У человека это потоотделение, а у собаки — высунутый язык (потому что только на языке и подушечках мякишей есть потовые железы).

А сумчатые животные в Австралии обмазывают себя обильной слюной. У кошек на солнце вырабатывается витамин D. И когда кошки обливаются, они его слизывают. Интересно, что у кошки в коже мало температурных окончаний нервов, потому она легче переносит жару при вентиляции. У новорожденных котят, щенков, птенцов или старых и больных животных нарушен теплообмен, они нуждаются в дополнительном обогреве. Потому им нужно «теплое гнездышко».

Киты и моржи не покрыты шерстью или пухом, ведь вода все равно доберется до тела и охладит его. Поэтому от холода морские млекопитающие спасаются при помощи толстого слоя подкожного жира. Толщина слоя жира у моржей достигает до 15 см, а у китов — до 7–8 см.

### Приложение 2

#### Защита птиц от переохлаждения в полете

Птицам приходится много двигаться, летать не так-то просто. Они тратят много энергии, у них интенсивный обмен веществ. Поэтому у птиц высокая температура тела, выше, чем у человека. Все органы птицы активно снабжаются кислородом, поэтому увеличивается размер сердца, увеличивается частота сердцебиения и скорость тока крови.



*Рис. 11. Ласточка в полете*

Скорость городской ласточки до 45 км/ч, а деревенской ласточки до 28 км/ч — такова у птиц скорость обдува.

### Приложение 3

#### Самые маленькие млекопитающие разных семейств

Землеройка должна постоянно есть. Поэтому землероек почти невозможно содержать в неволе: их постоянно нужно кормить всякими червячками, а разве столько их наловишь, сколько нужно этому зверьку? Мыши крупнее землероек, но тоже маленькие зверьки. И потому они опасны для человека, особенно в древние времена, так как они способны очень много съесть зерна и человек будет голодать. Поэтому египтяне и ценили кошек больше собственных детей.



*Рис. 12. Землеройка, самое маленькое млекопитающее животное*

Ласка — самый маленький хищник среди млекопитающих. Она постоянно рыщет в поисках добычи. Как все куньи, она быстрая, ловкая, может забраться на балкон 5 этажа и съесть то, что вынесла хозяйка. Ее боятся лошади, потому что она может заскочить на шею коня, прокусить его кожу и слизывать кровь. А конь не может ее оттуда сбросить.



*Рис. 13. Ласка, самый маленький хищник из семейства куньих*

### Приложение 4

#### Животные, живущие постоянно на холоде

Все обитатели побережий Арктики и Антарктики очень связаны с океаном — главным источником



*Рис. 14. Белый полярный медведь*

пищи. Все обитатели прекрасно плавают и ныряют, охотясь на рыбу и других животных.

Белый медведь имеет теплую белую «шубу» и запас подкожного жира, потому что зимняя температура там до  $-67^{\circ}\text{C}$ . В снегу медведь делает себе зимовальную яму, в которой у самки рождаются медвежата.

Моржи, котики и тюлени образуют лежбища. Там они ложатся рядом, и им становится теплее, так им гораздо легче оберегаться от хищников.

#### Приложение 5

#### Сравнение северный и южных млекопитающих одного семейства

На фотографиях (рис. 15 и 16) видно, что полярный волк крупнее и мохнатее, чем койот, который живет не в тундре. У полярного волка шире грудь и мощнее лапы. Фотографию койота специально увеличили, чтобы сравнить размер частей тела двух разных волков.



Рис. 15. Полярный волк



Рис. 16. Койот — луговой волк

#### Приложение 6

#### Сравнение слонов

Африканские слоны больше, чем индийские. Самое заметное отличие — уши. Размер ушей у индийского слона в 3 раза меньше, чем у африканского слона. А почему так? Главное охлаждающее устройство слона — его уши. Они снабжены многочисленными кровеносными сосудами, в которые поступает горячая кровь из глубины организма. Слоны постоянно машут ушами, создавая токи воздуха, что значительно ускоряет процесс теплоотдачи. Слоны в жару ищут тень, а при купании в первую очередь охлаждаются уши.

Вот почему у африканских саваннных слонов уши значительно крупнее, чем у лесных и индийских слонов, живущих в лесу.

#### Приложение 7

#### Тигр: от носа до хвоста

Уссурийские тигры — самые крупные кошки на земле, длина от носа до кончика хвоста — до 3,15 метра, вес — около 365 килограммов. А это  $\approx 115$  килограммов 873 грамма — на 1 метр.

Тигр в день съедает по 7–9 килограммов мяса. В год  $\approx 2,5$ –3,5 тонны мяса.



Рис. 17. Уссурийский тигр

#### Заключение по приложениям

Сравнение параметров различных животных приводит к тому же выводу, что и мои опыты.

**ВЫВОД:** При увеличении массы тела (кг) и уменьшении площади его поверхности ( $\text{м}^2$ ) уменьшается потеря тепла ( $Q$  Дж).

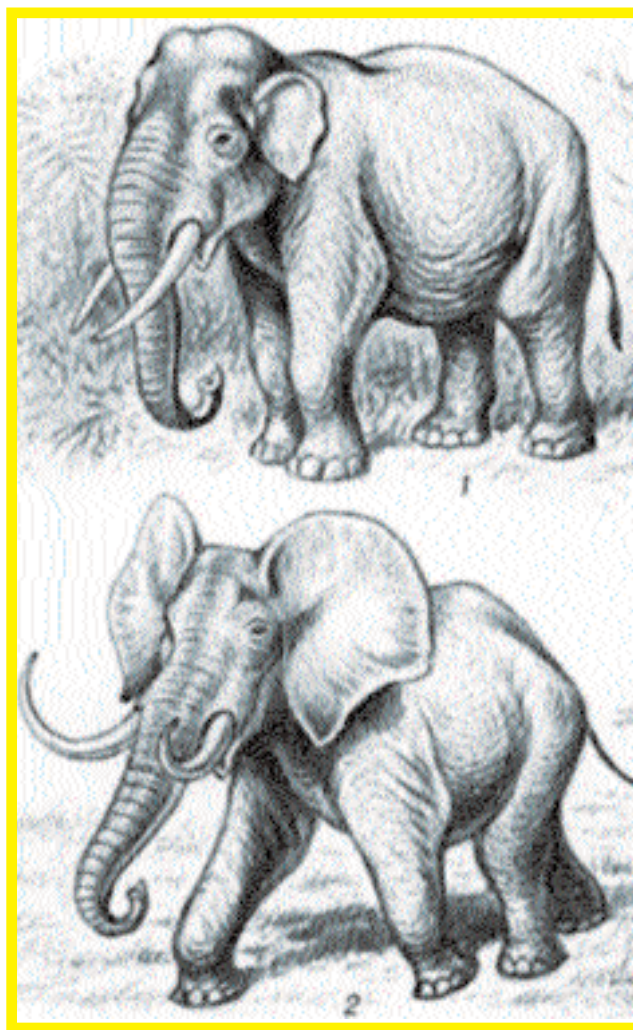


Рис. 18. Слоны: 1 — индийский слон. 2 — африканский слон