

Элективный курс ЭЛЕКТИВНЫЙ курс "БИОНИКА"



Учитель биологии высшей категории МОУ СОШ № 89
г. Краснодар

ИЩЕНКО ЛАРИСА ДЗАМУРЗОВНА
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ ПО КУРСУ
«БИОНИКА»

(9 класс)

(1 час в неделю, 17 часов в полугодие)

2008 год

РЕЦЕНЗИЯ

на авторскую программу по «Бионике»

Ищенко Л.Д.

учителя высшей категории средней школы № 89

г. Краснодара

(для учащихся 9-х классов)

Рассматриваемая программа составлена для профилизации учащихся 9-х классов и выбора ими в дальнейшем направления обучения в следующих 10–11 классах.

Программа соответствует современным требованиям, предъявляемым к уровню подготовки учащихся в профильных классах, она рассчитана на привлечение внимания учащихся к такому предмету как биология, на расширение круга знаний об окружающем нас мире, на интегрировании знаний разных дисциплин (биология, математика, информатика, физика) и их взаимосвязи.

Кроме того, возрастающие требования современного общества к биологическим знаниям, потребовали более глубокого изучения основ биологии в школе, что с успехом отражает данная программа.

Завуч по методической работе _____ / Егорова О. Б. /

Руководитель МО _____ / Панишева О. И. /

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ВВЕДЕНИЕ:

В своей практической деятельности человек использует в качестве моделей для конструирования сооружений и механизмов наиболее удачные приспособления живых организмов к среде обитания.

На основе изучения структуры костей и других природных моделей в архитектуре родился принцип дырчатых конструкций, положивший начало разработке новых методов в строительстве.

Естественный отбор сохраняет структуры, наиболее совершенные в функциональном отношении и наиболее экономичные по затрате материала.

Среди природных шестигранных конструкций наиболее замечательное строение это пчелиные соты. Как оказалось, это самая емкая форма, единственным элементом которой является шестигранная призма.

Основоположник современной аэродинамики Н. Е. Жуковский тщательно изучил механизм полета птиц и условия, позволяющие им свободно парить в воздухе. На основании исследования полета птиц появилась современная авиация.

Полет насекомых – процесс сложный и во многом еще не изученный. Однако, идея создания летательного аппарата, в основе которого лежал бы принцип полета насекомых, ждет своего разрешения.

С помощью «ультразвукового» видения летучие мыши способны обнаружить в темноте натянутую проволоку диаметром всего лишь 0,05мм, уловить эхо, которое в 2.000 раз слабее посылаемого сигнала, на фоне множества звуковых помех выделить тот звук, который им нужен.

Навигационные способности мигрирующих животных поражают своей точностью, однако устройство и принцип работы систем, обеспечивающих ориентацию, наукой пока не разгаданы.

Приемы, с помощью которых электрические рыбы ловят добычу и защищаются от врагов, подсказывают человеку технические решения при разработке установок для промыслового «электролова» или отпугивания рыб от разводимых в водоемах моллюсков и растений.

Перечислить все, чем занимается бионика нелегко; трудно также охарактеризовать все живые объекты, принципы организации которых могут помочь человеку в решении разнообразных научно-технических задач, поэтому в данной работе показана важность биологических знаний для дальнейшего успешного развития техники, архитектуры, приборостроения.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА:

1. Показать значение биологических знаний для развития техники, архитектуры, приборостроения и т.д.
2. Формировать межпредметные связи (связь биологии с физикой, математикой, кибернетикой).
3. Обратить внимание на взаимосвязь в живой природе формы и функции.
4. Воспитывать неослабевающий интерес к процессу познания живой природы, к открытию ее тайн.
5. Воспитывать, способствовать развитию интереса к самостоятельному творчеству с использованием полученных знаний.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. И. Б. Литницкий «Бионика», пособие для учителей, Москва, Просвещение, 1976 год.
2. Р. П. Глазер «Биология в новом свете», Москва, Мир, 1978 год.
3. И. Х. Шарова «Проблемы экологической морфологии», Москва, Знание, 1988 год.

УЧЕБНО – МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. Учебник «Общая биология», авторы: В. Б. Захаров и С. Г. Мамонтов, Москва, Дрофа, 2002 год.
2. Программное обеспечение кабинета биологии.

№ раздела	Название темы:	Количество часов
--	ВВЕДЕНИЕ Бионика – как наука.	1 час
1	СВЯЗЬ БИОНИКИ С АРХИТЕКТУРОЙ: - стволовая архитектура; - конструкции с предварительным напряжением; - конус, сетчатые, решетчатые, ребристые конструкции; - фотосинтез и архитектура; - трансформация	5 час
2	БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ: - биомеханические модели	1 час
3	АЭРОДИНАМИКА И БИОНИКА: - полет насекомых; - аэродинамические прототипы	2 час
4	ГИДРОДИНАМИКА И ГИДРОЛОКАЦИЯ: - гидродинамика живых систем; - гидролокация в природе	2 час
5	ПРОКЛАДКА ТУННЕЛЕЙ: - живые землеройные снаряды	1 час
6	ПРИРОДНЫЕ ЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ: - термолокаторы; - эхолокаторы; - живые радары	3 час
7	ФОТОКАМЕРА В ПРИРОДЕ: - камерный глаз животных	1 час
8	ЗАКЛЮЧЕНИЕ: - значение бионики для дальнейшего развития техники и приборостроения	1 час
	ИТОГО:	17 часов

«Птица – действующий по математическому закону инструмент, сделать который в человеческой власти со всеми его движениями».

Леонардо да Винчи.

Раздел № 1

«СВЯЗЬ БИОНИКИ С АРХИТЕКТУРОЙ»

Бионика – направление в биологии и кибернетике; изучает особенности строения и жизнедеятельности организмов с целью создания новых приборов, механизмов, систем и совершенствования уже существующих.

Бионика как наука сформировалась во второй половине 20 века. Живые часы, барометры, индикаторы, рудоуказчики, радиоактивные ловушки – все это открыл для себя человек в живой природе. И чем глубже он проникал в ее тайны, тем больше нового узнавал.

Природа создала необыкновенно совершенные живые механизмы. Ученых привлекает скорость и принцип передвижения дельфинов, китов, кальмаров, пауков, кенгуру, кротов, искусство полета птиц и насекомых, особенности органов зрения мух, лягушек, мечехвостов, особенности органов слуха медузы, секреты эхолокаторов летучих мышей и термоллокаторов гремучих змей и т.д.

На основе раскрытия «секретов» живой природы многое уже сделано. Например, построена снегоходная машина «Пингвин», передвигающаяся по рыхлому снегу способом передвижения настоящих пингвинов и развивающая скорость при этом до 50 км/час.

Особое устройство глаз мечехвостов, дающее им возможность усиливать контрастность изображения и видеть черное на черном, послужило основой для создания телевизионной техники с чрезвычайно контрастным изображением.

Проекты Матери – природы неисчерпаемы. В своей практической деятельности человек использует в качестве моделей для конструирования сооружений и механизмов наиболее удачные приспособления живых организмов к среде их обитания.

На основе изучения костей в архитектуре родился принцип дырчатых конструкций, положивший начало разработке новых методов в строительстве.

Естественный отбор сохраняет структуры, наиболее совершенные в функциональном отношении и наиболее экономные по затрате материала. Среди природных шестигранных конструкций наиболее замечательное творение – пчелиные соты. Это самая экономная и самая емкая форма, единственным элементом которой является шестигранная призма.

СТВОЛОВАЯ АРХИТЕКТУРА

«Роль стебля - главным образом архитектурная: это твердый остов всей постройки», - говорил великий русский ученый К. А. Тимирязев.

Природа в своей мастерской создавала растения по всем правилам строительной техники. Примером тому является растение ПУХОНОС из семейства осоковых. Конструкция его стебля в поперечном разрезе удивительно похожа на конструкцию фабричной дымовой трубы.

Сооружения, созданные природой, намного совершеннее того, что умеет делать человек. Немало в природе растений, отличающихся большой высотой при минимальной площади опоры. Они приспособлены к действию внешних нагрузок и гравитации. Так, тяжелые соцветия легко несут такие растения, как аконит, дельфиниум и борщевик, диаметр соцветия которого нередко в 50 раз превышает диаметр стебля.

Величайшим достижением мастерской природы является стебель злаков – СОЛОМИНА. У тростника она достигает 3 метра, имея в поперечнике всего 15 мм, а у стебля ржи отношение диаметра стебля к его высоте (*коэффициент стройности*) достигает 1:500, причем соломина несет еще груз (*колос*), вес которого в 1,5 раза больше веса самого стебля.

Большие прочность и устойчивость таких высотных природных конструкций обусловлены рядом особенностей: взаимным расположением в стебле прочных и мягких тканей, способностью их работать как на сжатие, так и на растяжение.

В стебле злаков большую роль играют его веретенообразная форма и узлы, представляющие собой особо устроенные упругие шарниры – ДЕМПФЕРЫ. Поэтому не случайно, что сильная буря вырывает с корнем большие деревья, но лишь пригибает к земле тонкий стебель злака.

На основе строения природных высотных конструкций архитекторы проектируют высотные здания нового типа. Так, например, принцип строения стебля пшеницы положен в основу проекта высотного здания, у которого основание более узкое, чем средняя часть. Упругие демпферы, которые делят здание по высоте на несколько элементов, снижают силу напора ветра и сокращают нагрузку на основание.

Основные положения:

1. Растения отличаются большой высотой (h) при минимальном диаметре (d). Это приспособление к действию:

- а/ гравитации (сила тяжести),
- б/ внешних нагрузок (ветер).

Например: стебель тростника (злаки – соломина) имеет $h=3000$ мм, $d=15$ мм.

2. Прочность стебля обеспечивает:

- а/ чередование прочных и мягких тканей (ксилема, флоэма, сердцевина),
- б/ способность тканей работать как на сжатие, так и на расширение,
- в/ наличие узлов (шарниры – демпферы).

3. Применение стволовой архитектуры в строительстве:

- а/ фабричные трубы (котельные, заводские),
- б/ водонапорные башни,
- в/ высотные здания,
- г/ телевизионные башни.

КОНУС, СЕТЧАТЫЕ, РЕШЕТЧАТЫЕ И РЕБРИСТЫЕ КОНСТРУКЦИИ

В живой природе форма и функция тесно взаимосвязаны. Механические свойства тканей организмов связаны с интенсивностью их роста и зависят от многих внешних факторов. Для опорных элементов конструкций, например стволов и стеблей растений, характерно распределение строительного материала по линиям максимальных напряжений. На эти элементы приходится значительная часть массы организма.

Одной из типичных форм опорного элемента является КОНУС. Конусообразные формы встречаются в конструкциях крон и стволов деревьев, стеблей и соцветий, грибов и раковин.

В природе встречаются конусообразные формы двух типов. Первый тип предназначен для обеспечения устойчивости. Ему соответствует статичный конус, или конус гравитации (*конус основанием вниз*). Это оптимальная форма для сопротивления ветровым нагрузкам и действию силы тяжести. Ее легко увидеть в форме кроны или ствола ели, шляпки или ножки белого гриба, сморчка обыкновенного, гриба зонтика.

Второй тип соответствует началу развития и выражается в форме динамического конуса или конуса роста (*конус основанием вверх*). Примером такого конуса роста являются гриб бокальчик, гриб лисичка, слоевище лишайника кладонии.

В природе обычно встречаются не чистые типы конусов, а сочетание двух типов. Комбинации одинаковых или разных по типу конусов дают начало различным формообразованиям. Примером могут служить кроны многих деревьев, которые в нижней части имеют форму конуса роста, а заканчиваются конусом гравитации.

Архитекторы, проектируя различные объекты, нередко используют конусовидные конструкции. Так, в форме Останкинской телевышки отчетливо виден конус гравитации. Конус роста лежит в основе строения водонапорной башни в Алжире. Ярким примером сочетания двух конусов является конструкция водонапорной башни известного русского архитектора В. Шухова (1896 год).

Широкое распространение в природе имеют плоские и изогнутые, ребристые и сетчатые, а также перекрестные или решетчатые конструкции, в которых основной материал концентрируется по линиям главных напряжений. Тонкий лист растения или прозрачное крылышко насекомого обладают достаточной механической прочностью благодаря имеющимся в них сеткам жилок. Такой каркас выполняет основную несущую функцию, тогда как другие элементы конструкции, например, пленка листа или мембрана крыла, могут иметь минимальную толщину. Это также один из примеров достижения прочности при минимальной затрате материала. Тонкие крылышки стрекозы-коромысла делают до 100 взмахов в 1 секунду, шмеля – 200, комнатной мухи – 300, а комара-дергуна – 1000 взмахов.

Заинтересовал архитекторов и принцип конструкции листьев растений. Оказывается, что лист растения обладает достаточной механической прочностью, которая в значительной степени зависит от жилок, пронизывающих его плоскость от основания до верхушки. Особое внимание привлек к себе лист тропического растения *Виктории-регии*, встречающегося в водах Амазонки и Ориноко. Плавающие листья этой крупной водяной кувшинки вырастают до 2 метров в диаметре и выдерживают, не погружаясь в воду, вес до 50 кг. С нижней стороны этот лист укреплен толстыми и прочными прожилками, похожими на канаты. Продольно изогнутые жилки скреплены между собой серповидными поперечными диафрагмами. Такая конструкция создает прочную основу для размещения между жилками тонкой полупрозрачной пленки листа. Взяв за основу жилкование листа *Виктории-регии*, итальянский архитектор П. Нерви сконструировал плоское ребристое покрытие фабрики Гатти в Риме и покрытие большого зала Туринской выставки, добившись наилучшего конструктивного и эстетического эффекта. Принцип строения листа *Виктории-регии* использовали и наши архитекторы при сооружении потолка фойе

Тулеского драматического театра. Они протянули по потолку железобетонные нервюры, которые несут огромный пролет.

Используется в архитектурной практике и принцип построения природных пространственно-решетчатых систем, характерных для радиолярий, диатомовых водорослей, некоторых грибов, раковин моллюсков, а также для головки тазобедренной кости человека. В этих моделях особенно ярко проявляется принцип распределения материала с расчетом на самые случайные и разнонаправленные действия нагрузок. Например, структура головки тазобедренной кости человека построена так, что она никогда не работает на излом, а только на сжатие и растяжение. Подобная система может быть использована при конструировании опорных ферм, рам, подъемных кранов.

Основные положения:

1. В живой природе форма и функции взаимосвязаны. Механические свойства тканей организмов связаны с интенсивностью их роста.
2. Для опорных элементов конструкций (*стебли, стволы*) характерно распределение строительного материала по линиям максимальных напряжений.
3. Типичной формой опорного элемента в природе является – КОНУС.

Природные конусообразные формы:

*Статичный конус
(конус гравитации)*

Динамичный конус

Примеры в природе:

Ель, белый гриб

гриб лисичка, кладония

Примеры в архитектуре:

Останкинская телевышка

Водонапорная башня в Алжире

4. В сетчатых конструкциях основной материал концентрируется по линиям главных напряжений:

Примеры:

В природе

А/ жилки листа растения

Б/ жилки крыла насекомого

В архитектуре

а/ покрытие большого зала

Туринской выставки в Риме

б/ потолок фойе Тульского

Драматического театра

5. В решетчатых конструкциях используется принцип распределения материала с расчетом на случайные и разнонаправленные нагрузки (работа не на излом, а только на сжатие и расширение).

Примеры:

В природе

Радиолярии

Раковины моллюсков

Тазобедренная кость

В архитектуре

Опорные рамы

Фермы

Подъемные краны

ФОТОСИНТЕЗ И АРХИТЕКТУРА

Под влиянием солнечной энергии в зеленых листьях происходит процесс фотосинтеза или образование органических веществ из простых неорганических (*углекислый газ и вода*), которые растение, в свою очередь, получает из окружающей среды. Без света зеленое растение жить не может. Чтобы все растения могли улавливать своими листьями столько света, сколько им необходимо для нормальной жизнедеятельности, природа создала различные системы расположения листьев на стеблях: очередное, свойственное большинству цветковых растений, например подсолнуху; супротивное, как у крапивы, и мутовчатое, как у вороньего глаза.

Различное расположение листьев связано с природно-климатическими условиями. В затененных местах чаще встречаются растения с очередным расположением листьев, обеспечивающим максимальное освещение листьев солнечным светом.

Минимальная затеняемость листьев достигается и при их мозаичном расположении, когда просветы между большими листьями заняты меньшими по размеру, как у плюща.

Хорошо освещаются листья, собранные в прикорневые розетки, как у первоцветов или одуванчиков.

Приспособлением к наилучшему освещению растений является также принцип конусообразного роста, когда меньшие по размеру верхние цветки и листья не затеняют нижние «этажи», что хорошо видно на соцветиях люпина, наперстянки или в конструкции елей.

В жарком климате растения, избегая излишнего солнечного облучения, сокращают поверхность листовой пластинки или изменяют ее форму (*кактусы, алоэ*), или располагают, а иногда и поворачивают лист в сторону солнечного излучения не плоскостью, а своим ребром (*сильфиум*).

Принципы формообразования и конструкции растений с учетом использования солнечной энергии привлекли внимание архитекторов при планировке и застройке городов различных климатических поясов.

Появляются проекты жилых домов (*«дом-елка», «дом-зерно» на початке*), в которых жилые ячейки пространственно отдалены друг от друга и со всех сторон равномерно освещаются солнцем.

Для защиты от избытка солнца архитекторы ориентируют дома узкой стороной на юг, украшают фасады зданий солнцезащитным рельефом. Примером является современная архитектура городов Ташкента и Ашхабада.

Основные положения:

- 1. Количество солнечной энергии, необходимой растению для фотосинтеза, регулируется определенным типом расположения листьев в пространстве, конусообразным ростом растения и мозаикой листьев.**
- 2. Чтобы сократить количество солнечной энергии, растения уменьшают площадь листовой пластинки или разворачивают листья к солнцу ребрами.**
- 3. При планировке и застройке городов с умеренным климатом используют проекты «дом-елка» или «дом-початок», где все жилые ячейки равномерно освещаются солнцем.**
- 4. При постройке домов в жарком климате архитекторы ориентируют дома узкой стороной на юг или украшают фасады зданий солнцезащитным рельефом.**

ТРАНСФОРМАЦИЯ

Мир живой природы наполнен движением. Чутко реагируя на изменения, происходящие во внешней среде, живые организмы приспособились регулировать поступление тепла, влаги, света и временно изменять свою форму или положение в пространстве в ответ на механическое раздражение.

В зависимости от времени суток, то есть освещенности, открываются или закрываются лепестки цикория, мака, шиповника и других цветов.

Вслед за движущимся на небосводе солнцем изменяют положения листья на стеблях белой акации и хлопчатника, под сильными солнечными лучами складывает свои листочки кислица.

Улавливая изменения температуры и влажности перед переменной погоды, меняют пространственную форму листья клевера, папоротника, косянки.

При внешнем механическом раздражении складывают листочки мимоза и росянка, сжимаются в комочек одиночный коралл – актиния, сворачиваются в шары ежи и броненосцы.

Все эти изменения формы растений и животных носят временный характер.

В биологии такие изменения формы называются обратимыми движениями, а в архитектуре – трансформациями.

Принцип трансформации природных конструкций и систем представляет большой интерес для архитекторов при создании «движущейся архитектуры» - проектов легких, складных транспортабельных домиков различного назначения, быстро трансформируемых помещений (*концертных залов, арен*) с изменением площади и планировки. Примером этого может служить стадион «Олимпийский» на проспекте Мира в Москве. Это самое большое в нашей стране закрытое спортивное сооружение, которое за короткий срок можно трансформировать в легкоатлетический манеж, гимнастический помост, поле для футбола, площадку для скоростного бега на коньках.

Особенно актуальна проблема трансформирующихся сооружений, например, зданий с автоматически регулируемым покрытием для районов с неустойчивым климатом.

Группой архитекторов создан проект стадиона в Киеве с крышей в виде цветка, лепестки которого поднимаются и опускаются в зависимости от погоды.

Основные положения:

- 1. Временное изменение формы в живой природе происходит при механическом раздражении, изменении света, влажности. Это служит приспособлением живых организмов к быстро меняющимся внешним условиям.**
- 2. В архитектуре быстрое изменение формы или конфигурации зданий и сооружений называется трансформацией.**
- 3. Актуальна проблема создания трансформирующихся сооружений для районов с неустойчивым климатом (*стадионы*).**

Раздел № 2 «БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ»

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

За миллиарды лет эволюции природа создала организмы, обладающие специальными устройствами для передвижения по самым разнообразным поверхностям.

Так, конечности мух и морских ежей имеют вакуумные присоски, благодаря которым морские ежи взбираются по совершенно отвесным скалам, а мухи ползают по потолку.

Пауков природа наделила чудесным гидроприводом, жидкостью для которого служит кровь животного (*лапки пауков лишены мышц*). Когда паук вытягивает лапки, давление крови в них повышается до такой степени, что отвердевают даже щетинки на лапках. То, повышая, то, понижая в лапках давление крови, пауки приводят их в движение. Гидравлическая система паука действует мгновенно, давление крови регулируется автоматически. Это дает возможность паукам очень быстро бегать на своих длинных ногах даже по пересеченной местности.

В основе движения обитателей сыпучих грунтов лежит принцип вибрации. Вибрация может быть различной частоты и интенсивности (*амплитуды*), и в зависимости от этого частицы грунта под телом животного либо уплотняются, либо раздвигаются. Этот принцип используют многие обитатели песчаных пустынь, например ящерицы-круглоголовки, которые при опасности погружаются в песок, «тонут», а спустя некоторое время «всплывают».

Своеобразен способ передвижения пингвинов по рыхлому снегу. Чтобы не провалиться при ходьбе, пингвины ложатся на живот и, отталкиваясь крыльями и лапами от снега, скользят по нему со скоростью до 25 км/час.

Специалисты по бионике уже давно исследуют конструктивные особенности оригинальных «живых движителей» и «живые модели», отличающиеся высокой проходимостью, маневренностью, надежностью и экономичностью. На их основе разрабатываются проекты вездеходных, прыгающих, ползающих и других универсальных средств передвижения.

Принцип вакуумной присоски используется в подъемных кранах, стоящих на прижатой к земле стальной чаше, из-под которой откачен воздух.

В основе шагающего экскаватора лежит гидропривод, напоминающий гидропривод паука.

Создана снегоходная машина «Пингвин», развивающая скорость по рыхлому снегу до 50 км/час.

Основные положения:

1. Для передвижения по самым разнообразным поверхностям природой созданы разные приспособления:

А/ вакуумные присоски (*мухи, миноги, морские ежи и др.*)

Б/ гидропривод (*пауки*)

В/ передвижение по рыхлому снегу (*пингвины*)

2. На основе природных способов передвижения в технике строятся аналогичные механизмы:

А/ вакуумные присоски – *подъемные краны*

Б/ гидропривод – *шагающий экскаватор*

В/ передвижение по рыхлому снегу – *снегоходная машина «Пингвин»*

Раздел № 3 «АЭРОДИНАМИКА И БИОНИКА» ПОЛЕТ НАСЕКОМЫХ

Одно из изумительных творений природы – летательный аппарат насекомых. Скорость полета насекомых по сравнению с современными самолетами невелика – быстрее всех, со скоростью до 144 км/час, летает стрекоза-дозорщик. Однако, относительная скорость, то есть скорость, отнесенная к длине летящего устройства, у насекомых намного больше, чем у самолета, а относительный (*на единицу массы*) расход горючего – значительно меньше.

Особенно удивительна маневренность полета насекомых. *Бабочка-языкан* на лету останавливается перед цветком, чтобы собрать нектар. Стрекозы, осы, пчелы и бабочки-бражники могут передвигаться в воздухе не только вперед, но и назад, вправо, влево, вверх и вниз.

По экономичности полета, относительной скорости и маневренности насекомые не имеют себе равных ни в живой природе, ни в современной авиационной технике.

При высоких скоростях полета возникает особое явление – ФЛАТТЕР или сильная вибрация крыла, которая может привести к его разрушению. С этим явлением более полувека назад столкнулись авиаконструкторы, когда скоростные самолеты стали рассыпаться в воздухе. На борьбу с флаттером ушло много сил и времени. В конце концов, решение было найдено. Как выяснилось много позже, оно давно использовалось быстролетающими насекомыми, у которых на конце крыльев имеются хитиновые утолщения – ПТЕРОСТИГМЫ, предотвращающие флаттер.

Маленькое чудо природы – *Клоп-гладыш*. Спинка у него выпуклая с острым килем посередине, а брюшко – плоское, поэтому плавает гладыш на спинке, брюшком вверх. Когда же надо взлететь, клоп переворачивается и взмывает в воздух прямо с поверхности воды. С точки зрения техники, гладыш – это лодка, способная при необходимости выдвигать крылья и превращаться в самолет.

Полет насекомых – процесс сложный и во многом еще не изученный. Когда удастся раскрыть его секреты, конструкторы стремятся использовать их в своей работе. Так, например, был разгадан секрет *жужжалец* – недоразвитых задних крыльев в виде булавовидных придатков, имеющих у мух и комаров. Во время полета жужжалец колеблется в определенной плоскости и служат насекомым датчиками отклонений от положения равновесия. На том же принципе был создан прибор – ГИРОТРОН, применяемый в скоростных самолетах и ракетах для обнаружения углового отклонения и обеспечения стабилизации полета.

Ученые долгое время не могли понять, как хрупкие крылья насекомых могут выдерживать их довольно «тяжелые» тела. Чтобы лучше понять, как происходит полет насекомых, ученые наблюдали за мотыльком (*Manduca Sexta*), привязав его ниткой к аэродинамической трубе. Через трубу они пропустили нетоксичный дым, и, в то время как мотылек взмахивал крыльями, они следили за движением дыма. Затем ученые сконструировали механическую модель этого мотылька в десятикратном увеличении с замедленным в 100 раз движением крыльев и теперь легко могли разглядеть происходящие при этом процессы. Они заметили, что, когда крылья мотылька начинали опускаться, у основания крыла образовывался воздушный вихреобразный поток. Над крыльями давление таким образом уменьшалось, благодаря чему появлялась подъемная сила, которая и поднимала насекомое вверх. Если этот вихреобразный поток ослабнет, насекомое потеряет подъемную силу и упадет на землю. Вместо этого вихревой поток охватывает весь передний край крыла до законцовки и при опускании крыла образует подъемную силу, которая эквивалентна 1,5 массе мотылька, что и позволяет насекомому с легкостью летать.

Авиаинженеры уже заметили, что благодаря треугольной форме крыла самолета на законцовках крыльев появляются вихревые потоки, которые образуют подъемную силу. И

теперь, узнав, как у насекомых вихревые потоки образуют подъемную силу благодаря взмахам крыльев, они хотят понять, как использовать это явление при разработке пропеллеров и вертолетов.

Следовательно, идея летательного аппарата, имитирующего полет насекомого, зародившаяся в глубокой древности, продолжает оставаться на повестке дня бионики.

Основные положения:

1. **Относительная скорость** (*скорость, отнесенная к длине летающего устройства*) у насекомых намного больше, чем у современного самолета, а **относительный** (*на единицу массы*) **расход горючего – значительно меньше.**

2. **Полет насекомых обладает маневренностью:**

Вверх
 Влево -----**движение**-----вправо
 Вниз

3. **На борьбу с явлением флаттера** (*вибрация крыла*) **насекомые используют птеростигмы** (*хитиновые утолщения на конце крыльев*).

4. Датчиком отклонений от положения равновесия двукрылым насекомым служат **жужжальца** (*недоразвитые задние крылья в виде булабовидных придатков*).

5. **Полет насекомых (характеристики):**

Название насекомого:	Количество взмахов крыльями в 1 сек.
1. комар	500 - 1000
2. пчела	400 - 500
3. шмель	120 - 240
4. бабочка	5 - 9

Название насекомого:	Скорость полета:
1. шмель	18 км/час
2. стрекоза	144 км/час

АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОТОТИПЫ

Первым, кто стал изучать механику полета живых моделей с позиций бионики, был великий Леонардо да Винчи. Он пытался построить летательный аппарат с машущими крыльями.

В дальнейшем глубокий анализ общих принципов полета организмов и машин дал замечательный ученый Н. Е. Жуковский.

Ранее при создании самолетов авиаконструкторы не обращались в «патентное бюро природы», и лишь появившаяся в наше время необходимость в резком повышении экономичности, надежности и маневренности летающих машин, заставила их обратиться к живым моделям.

По скорости, высоте и продолжительности полета птицы не имеют себе равных в животном мире. Например, скорость полета некоторых куликов составляет 80 – 90 км/час, а *иглохвостых стрижей* – 170 км/час.

На высоту более 8 км поднимаются *гуси и галки*.

Птицы совершают длительные беспосадочные перелеты. *Бекасы*, например, мигрируя из Японии в Восточную Австралию, пролетают без посадки почти 5.000 км.

Для длительных беспосадочных перелетов особенно важна экономичность полета. Ученые установили, что летательный механизм, например, *аиста*, почти в 10 раз экономичнее, чем у самых совершенных самолетов.

Машущий полет отличается большей безопасностью и маневренностью. Так, *иглохвостые стрижи* на скорости 170 км/час вихрем проносятся у самой поверхности земли, взмывают вверх и снова возвращаются обратно.

Со скоростью 360 км/час пикирует с высоты *сокол-сапсан* и почти у самой земли, не поймав добычу, без взмаха крыльями устремляется в небо.

Высокой маневренностью отличается полет *альбатросов, ласточек* и, особенно, *колибри*. Эти маленькие птички могут подолгу висеть в воздухе около цветка, собирая нектар. Они могут летать боком и даже «задом наперед». Такие качества полета достигаются благодаря высокой частоте взмахов крыльев (*более 50 раз в секунду*) и тем, что колибри машут крыльями не в вертикальной плоскости, как все птицы, а в горизонтальной.

Во многих странах конструкторы заняты изучением механики полета птиц, созданием летательных аппаратов с подвижными, машущими крыльями: махолетов и орнитоптеров.

Основные положения:

1. Для повышения экономичности, надежности и маневренности летательных аппаратов авиаконструкторы стали обращаться к живым «моделям» - птицам.
2. По скорости и продолжительности полета птицы не имеют себе равных в животном мире.
3. Машущий полет отличается большей безопасностью и маневренностью.

Птица:	Скорость полета
1. сокол-сапсан	360 км/час
2. стрижи	170 км/час
3. альбатрос	80 км/час
4. ржанки	50 км/час
5. кулики	90 км/час

Птица:	Высота полета:
1. утка-кряква	6.900 м
2. гуси	9.500 м
3. африканский гриф	12.150 м
4. галки	8.000 м

Раздел № 4 «ГИДРОДИНАМИКА И ГИДРОЛОКАЦИЯ» ГИДРОДИНАМИКА ЖИВЫХ СИСТЕМ

Конструируя плавающие организмы, природа наделила их такими приспособлениями, которые обеспечивают наиболее эффективное преодоление сопротивления водной среды и максимально экономичное и быстрое движение.

Рекордсменом по скоростному плаванию среди рыб является меч-рыба, скорость которой достигает 140 км/час. Преодолевать сопротивление воды этим рыбам помогает их форма тела – сжатая с боков, она напоминает профиль крыла самолета. Важную роль при движении играют большой хвостовой плавник серпообразной формы, длинный меч – видоизмененная верхняя челюсть рыбы, а также жабры. Изменяя положение жаберных крышек и меняя количество воды, проходящей через жабры, рыба-меч управляет состоянием пограничного слоя воды, который влияет на скорость плавания. Есть у этой рыбы и другие секреты, многие из которых еще не раскрыты.

Быстрым и продолжительным плаванием отличаются морские рыбы – тунцы, проплывающие с высокой скоростью расстояния до 9000 км. Форма тела тунца, его гладкая, эластичная поверхность с обильным выделением слизи и некоторые другие приспособления предотвращают появление вихревых потоков и обеспечивают высокую скорость и экономичность его движения в воде.

Искуснейшими пловцами являются млекопитающие животные – дельфины. Высокая скорость перемещения дельфина в воде обусловлена активной ролью покровов тела в формировании обтекающих его потоков воды: небольшие изменения формы поверхности позволяют гасить турбулентные потоки. На больших скоростях начинается волновое движение кожного покрова, которое также гасит вихри и обеспечивает быстрое плавание.

К числу отличных пловцов принадлежат и головоногие моллюски – кальмары. Они обладают высокоэффективным реактивным двигателем: засасывая большое количество воды, они затем выбрасывают водную струю через узкую воронку. Меняя угол установки воронки, кальмары могут плыть как вперед, так и назад. Развивая скорость более 60 км/час, эти живые ракеты нередко выскакивают из воды на высоту до 7 метров, пролетая над волнами более 50 метров, при этом они могут производить стремительные повороты в горизонтальной или в вертикальной плоскостях. Мягкое, но упругое, покрытое слизью, тело кальмара способно существенно деформироваться. Кроме того, во время движения оно приобретает очертания, похожие на профиль крыла самолета. Длинные щупальца моллюска, снабженные киями, во время движения вытянуты и плотно сложены – они стабилизируют движение и помогают сохранить или изменить курс.

Раскрывая и изучая гидродинамические секреты природы, ученые используют их на практике: изменяют форму подводных лодок, покрывают корпуса судов искусственной «дельфиньей кожей» (ломинфло).

Двигатели-водометы, созданные не без подсказки кальмаров, к сожалению, пока не нашли своего широкого применения. Основные положения:

1. Вихревые потоки или турбулентность, возникающие при большой скорости передвижения в водной среде, живые организмы преодолевают за счет:

- А/ обтекаемой форма тела*
- Б/ покрытие тела слизью*
- В/ изменения формы тела*
- Г/ вибрации кожного покрова*

2. Турбулентность в технике преодолевается за счет:

- А/ обтекаемой формы*
- Б/ изменения формы*
- В/ покрытия «ломинфло».*

ГИДРОЛОКАЦИЯ В ПРИРОДЕ

Почти все рыбы, миноги и водные амфибии (*шпорцевые лягушки, саламандры и тритоны в период икрометания*) имеют особый орган чувств – БОКОВУЮ ЛИНИЮ. У рыб, например, она действительно располагается на боку тела и тянется от головы до хвоста в виде прободенных чешуек, вдоль которых проходит канал с чувствительными органами.

С помощью боковой линии рыба получает информацию о малейших изменениях давления воды. Ее приемное устройство необыкновенно чувствительно и представляет, по сути, гидроакустическую антенную систему, настоящий локатор.

Когда рыба плывет, впереди бежит волна давления. Отражаясь от встречных предметов, она возвращается к боковой линии и улавливается ее рецепторами. Анализируя полученные данные, рыба получает информацию об окружающих препятствиях, обнаруживает добычу или врагов.

Боковая линия помогает рыбе ориентироваться в мутной воде, в темноте и даже без глаз.

Еще более чувствительна система ориентации в воде у таких морских млекопитающих, как зубастые киты, дельфины, калифорнийские львы.

У дельфинов основной способ ориентации в различных ситуациях – *эхолокация*. Они используют ее при добывании пищи, преодолении препятствий, распознавании различных объектов. Принцип работы локатора дельфина основан на излучении звуковых сигналов и улавливании их отражения (*эхо*). Излучает сигналы дельфин при помощи клапанов и сложной системы воздухоносных полостей. При передаче сигналов стенки черепа дельфина служат как бы рефлектором, а лобный выступ (*мелом*) является своеобразной акустической линзой, которая фокусирует звуковой пучок. Низкочастотные сигналы дельфин воспринимает слуховыми проходами, а высокочастотные – нижней челюстью. Обработку сигналов производит развитый мозг этих животных.

Эхолокатор дельфина поражает необыкновенной точностью. Например, на расстоянии 20 – 30 метров дельфин безошибочно указывает место, где упала дробинка диаметром 4 мм.

Дельфины могут различать форму предметов, размеры, структуру, а также скорость и направление их движения. Кроме того, животные без особого труда отличают свои сигналы от множества посторонних шумов и помех.

Принцип устройства и функционирования локаторов дельфинов еще недостаточно изучены. Сейчас созданы высокочувствительные технические системы гидроакустического поиска и обнаружения, но им пока далеко до гидролокаторов дельфинов.

Основные положения:

1. Определение давления воды и его колебаний рыбы и водные амфибии определяют с помощью специального органа – **БОКОВОЙ ЛИНИИ**.
2. У морских млекопитающих основной способ ориентации в водной среде – **ЭХОЛОКАЦИЯ**. Она основана на излучении звуковых сигналов и улавливании их отражения.
3. Сейчас созданы высокочувствительные технические системы гидроакустического поиска и обнаружения нужных объектов, но они пока далеки от совершенных природных гидролокаторов.

Раздел № 5 «СТРОИТЕЛЬСТВО ТУННЕЛЕЙ» **ЖИВЫЕ ЗЕМЛЕРОЙНЫЕ СНАРЯДЫ**

Богат и разнообразен мир животных, обитающих под землей. С помощью недавно изобретенного прибора – ЭКЛЕКТОРА удалось подсчитать, что общий вес всех почвенных животных на 1га лесной земли составляет почти 1 тонну. Это гораздо больше, чем весят все живущие на этой площади наземные животные, включая крупных зверей и птиц.

У некоторых почвенных животных выработались удивительные приспособления, с помощью которых они прокладывают подземные ходы и роют норы.

Настоящей землеройной машиной является ДОЖДЕВОЙ ЧЕРВЬ. При помощи мышц он сначала суживает передний конец тела и втыкает его в грунт, закрепляясь там специальными зацепками (щетинками). Затем, сокращаясь в длину, червь становится более толстым и своим телом раздвигает и уплотняет землю. Важную роль при этом играют щетинки, расположенные на поверхности отдельных сегментов тела червя: они цепляются за стенки хода и не дают телу червя выскользнуть назад.

Морские черви – ПРИАПУЛИДЫ используют при рытье грунта гидравлический способ. Вокруг глотки у этих червей имеется сильный, вооруженный крючьями и шипами вывертывающийся хобот. Укрепившись в грунте, приапулида с силой выбрасывает вперед хобот с шипами и пробивает сначала тонкий ход, затем, раздув хобот поступающей из тела жидкостью, расширяет проход и обжимает вокруг землю. Заклинив в грунте хобот, червь подтягивает тело, затем хобот сжимается, чтобы в следующий момент снова начать «бурение».

Идеальным роющим устройством обладает червеобразная ящерица – АМФИСБЕНА. Она роет ходы головой, используя ее как лопату. Уплощенная голова ящерицы протискивается вперед, расталкивает частицы земли, а затем «затылком» с силой прижимает их к «потолку» хода. Обитают амфисбены в почвах различной плотности, поэтому встречаются ящерицы с различными «конструкциями» головы.

Признанным землепроходцем является крот. Его главным землеройным орудием являются очень мощные передние конечности. Ладони их повернуты в стороны и назад, пальцы короткие, с длинными широкими когтями. Действуя ими, как саперными лопатками, крот ежедневно прорывает несколько метров новых ходов.

Таковыми же роющими способностями обладают и некоторые млекопитающие, например, африканские трубокозубы и американские броненосцы. Они действуют подобно кроту, когда надо спрятаться от опасности.

Дождевые черви, морские ежи, морские раки - калианассы укрепляют стенки своих ходов, обмазывая их специально выделяемой слизью.

Живые «землеройные машины» представляют большой интерес при создании роющих агрегатов. Например, разработана оригинальная модель, которая, двигаясь под землей подобно кроту, пробивает туннель с гладкими и плотными стенками.

Основные положения:

- 1. Почвенные животные выработали уникальные приспособления с помощью которых они прокладывают подземные ходы или роют свои норы:**
А/ система расширителей (*дождевой червь*),
Б/ гидравлический способ (*черви-приапулиды*),
В/ голова-лопата (*ящерица-амфисбена*),
Г/ прокладка туннелей - подземный экскаватор (*крот*).
- 2. Роющие животные укрепляют стенки прорытых ходов специальной слизью.**
- 3. На основе изучения подземного передвижения крота создана специальная машина, которая пробивает туннель с гладкими и плотными стенками.**

Раздел № 6 «ЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ» ПРИРОДНЫЕ ТЕРМОЛОКАТОРЫ

Температурное чувство живых организмов служит им для обеспечения благополучной жизнедеятельности. Если условия среды меняются, то животные определенным образом реагируют на это и принимают дополнительные меры.

Так, человек заметил, что за несколько часов до резкого похолодания воробьи начинают усиленно утеплять свои жилища, вороны прячутся под крыши домов и прячут голову под крыло, куры рано садятся на насест, а гусь поджимает лапу и тоже прячет голову под крыло. Поза спящей домашней кошки тоже зависит от окружающей температуры, если холодно – кошка сворачивается в «клубок».

Насекомые при низкой температуре впадают в спячку, но случись оттепель – и они просыпаются: появятся на снегу паучки, клопики, комарики. О перемене погоды вас предупредит домовый паук. Если к вечеру он начнет спускаться по паутине – значит быть оттепели.

Немногие животные имеют органы, воспринимающие на расстоянии тепловое излучение (*инфракрасные лучи*) – термолокаторы, хотя терморцепторы имеются практически у всех. Птицы из семейства Сорных кур используют терморцепторы при выведении потомства. В течение долгого инкубационного периода, до тех пор, пока птенцы не вылупятся и не выберутся на поверхность гнезда, имеющего вид мусорной кучи, эти птицы заняты только тем, что поддерживают в гнезде постоянную температуру, то, разбрасывая его верхний слой, то, снова нагребая его. При этом куры постоянно втыкают в гнездо клюв, на котором находятся чувствительные терморцепторы, с помощью которых они определяют температуру почвы с точностью до десятой доли градуса.

С помощью терморцепторов, расположенных на усиках-антеннах, улавливают тепло на расстоянии ночные бабочки-совки и некоторые мухи, а также клопы и самки комаров, которые так отыскивают теплокровных животных.

Среди насекомых особенно чувствительны к инфракрасным лучам дымные жуки (златки пожарищ), которые откладывают свои яйца в теплый пепел. Помимо терморцепторов на усиках, они имеют еще дополнительные терморцепторы у основания средних ног. С их помощью жуки ощущают тепловое излучение пожара за 100 км и летят к нему.

Есть терморцепторы и некоторых обитателей морских глубин, например, у *кальмара - мастиготевтеса*. Кроме основных глаз у этого кальмара на нижней части туловища имеется около 30 термоскопических глазков, которыми он «видит» тепловые лучи и узнает о приближении кашалотов.

Наибольшей чувствительностью обладают термолокаторы гремучих змей. Так, терморцепторы азиатских щитомордников и американских гремучих змей – самые высокочувствительные в животном мире. Находятся они в «лицевых» ямках между глазами и ноздрями змеи. Каждая ямка – это полость с отверстием, на дне которой натянута тонкая мембрана, содержащая множество рецепторов. Они реагируют на изменение температуры в тысячную долю градуса и позволяют змее обнаруживать на расстоянии объекты, температура которых всего лишь на десятую долю градуса выше или ниже температуры окружающей среды.

Ученые и инженеры уже создали целый ряд устройств, чувствительных к тепловому излучению. Существуют инфракрасные детекторы, которые даже чувствительнее, чем природные. С их помощью люди обнаруживают нагретые предметы на очень больших расстояниях (*летающий самолет*), на малых расстояниях (противопожарные) или определяют температуру небесного тела.

Природные термолокаторы:

Термолокаторы – терморцепторы – инфракрасные лучи (длина волны больше 0,75 мкм).

Характеристика природных термолокаторов:

Название животного	Место нахождения терморцепторов	Точность определения температуры	Дальность действия
сорные куры	На клюве	До 0,1 С	--
ночные бабочки-совки	На усиках-антеннах	До 0,1 С	Несколько км
мухи	На усиках	До 0,1 С	Несколько м
комары (самки)	На усиках	До 0,1 С	Несколько м
постельные клопы	На усиках	До 0,1 С	Несколько м
дымные жуки «златки пожарищ»	На усиках и у основания средних ног	До 0,1 С	100 км
кальмар-мастиготевтис	30 телескопических глазков на нижней части туловища	До 0,01 С	Несколько м
гремучие змеи	В лицевых ямках между глазами и ноздрями	До 0,001 С	Несколько м

Характеристика термолокаторов, созданных человеком:

Название прибора	Назначение прибора	Точность определения температуры
Инфракрасный детектор	Обнаружение нагретых предметов на больших расстояниях (<i>летающий самолет</i>).	0,000001 С
Инфракрасный детектор	Определение температуры любого небесного тела.	0,000001 С
Инфракрасный детектор	Противопожарная безопасность (<i>в помещении</i>).	0,000001 С

КРЫЛАТЫЕ ЭХОЛОКАТОРЫ

Долгое время оставалась загадочной способность летучих мышей летать в абсолютной темноте и ловить насекомых, не задевая окружающие предметы. Лишь в прошлом веке благодаря специальной аппаратуре было установлено, что летучие мыши способны издавать звуки с частотой колебаний выше 20 тысяч Гц, то есть ультразвуки, недоступные слуху человека.

Беспреданно издавая в полете ультразвуковые сигналы-импульсы и воспринимая - эхо (*отражение сигналов от окружающих предметов*), летучие мыши как бы ощупывают в темноте пространство.

Рупором для направленного излучения ультразвука у летучих мышей семейства подковоносов служат ноздри. Причудливые образования вокруг ноздрей действуют как отражатели, концентрируя ультразвуковые сигналы в узкий расходящийся пучок.

Гладконосые летучие мыши издают ультразвук ртом, при этом сигналы распространяются во всех направлениях.

Приемниками отраженного звука у летучих мышей являются их необыкновенно чуткие уши, которые у некоторых видов, например, у ушанов, достигают значительных размеров.

Локатор летучих мышей **высокоточен, надежен и сверхминиатюрен**. Он всегда находится в рабочем состоянии и во много раз эффективнее любых эхолокационных систем, созданных человеком.

С помощью эхолокации летучие мыши обнаруживают в темноте натянутую проволочку диаметром 0,05 мм, улавливают эхо, которое в 2000 раз слабее посылаемого сигнала, на фоне множества звуковых помех могут выделять полезный сигнал – тот, который им нужен.

Интересно, что некоторые ночные бабочки из семейства совки и златоглазок оказались также чувствительны к ультразвуковым сигналам. Они воспринимают импульсы летучих мышей на гораздо большем расстоянии, чем расстояние, на котором мышь может их обнаружить. Это позволяет им избежать опасности. А некоторые бабочки сами способны издавать ультразвуковые импульсы, которые отпугивают летучих мышей, предупреждая их о несъедобности насекомого.

Основные положения:

1. **Способность издавать звуки с частотой выше 20 тысяч Гц (ультразвуки) и воспринимать отраженное эхо – называется эхолокацией.**
2. **Эхолокация широко применяется в природе многими живыми организмами (летучие мыши, некоторые насекомые, некоторые птицы и др.)**
3. **Эхолокация в природе:**

<i>Животное</i>	<i>Орган эхолокации</i>	<i>Воспринимающее устройство</i>	<i>Распространение ультразвука</i>
Гладконосые летучие мыши	рот	уши	Во всех направлениях
Подковоносы	ноздри	уши	Узкий, расходящийся пучок
Бабочки: совки и златоглазки		усики	

4. Эхолокация в технике:

<i>Устройство</i>	<i>Область применения</i>
УЗИ (ультразвуковое исследование)	В медицине (для диагностики различных органов)

ЖИВЫЕ РАДАРЫ

У некоторых животных слух заменяет зрение. Издавая определенные звуки и чутко прислушиваясь к их отражению, они способны на расстоянии или в темноте обнаружить добычу, врага, препятствия и тому подобное.

Так находят личинок жуков-короедов *дятлы*. Выстукивая с помощью длинного клюва стволы деревьев, дятел на слух отыскивает внутри ствола дерева ходы короеда и, проследивая по звуку извилистый лабиринт, долбит древесину именно в том месте, где прячется личинка.

Таким же способом ищет личинок жуков и другой ночной житель мадагаскарских джунглей – *лемуру-руконожка*. У руконожки очень длинные пальцы, особенно третий. Этим пальцем он выстукивает старые деревья и на слух определяет местонахождение личинок.

Ориентируясь с помощью слуха, в полной темноте летает и добывает себе пищу ночная *сова-сипуха*.

Звуковой способ ориентации в пространстве используют и птицы «вечной ночи» – *гуахаро*, живущие в темных пещерах Южной Америки. Кормиться эти птицы вылетают ночью. *Гуахаро* питаются в основном плодами косточковых пальм, поэтому звуковая локация используется ими только для топографической ориентации, а не для поиска пищи. *Гуахаро* залетают в пещеру, издавая пронзительные звуки, за что они и получили свое испанское имя «плачущая» или «стонущая». Кроме того, во время полета в темноте птицы производят громкие щелчки с низкой частотой, лежащей, правда, еще в пределах слуха человека.

Гуахаро – не единственный представитель пернатых, обитающих в глубине пещер и использующий акустический способ ориентации при полете в темноте. В юго-восточной Азии широко распространены *стрижи-саланганы*, гнездящиеся в пещерах по соседству с летучими мышами. В отличие от *гуахаро*, *саланганы* – дневные насекомоядные птицы. Во время охоты они используют зрение, но, направляясь к гнезду, «включают» эхолокацию, издавая резкие низкочастотные щелчки.

Среди грызунов (*белая крыса*, *рыжая полевка*, *соня-полчек*) также отмечается зачаточная форма эхолокации. В Саблинских каменоломнях под Санкт-Петербургом следы грызунов обнаружены в полутора километрах от входа. Отмечена способность их слуховой системы воспринимать ультразвуковые сигналы.

У насекомоядных млекопитающих (*землеройки*, *ежи*) также слабо развита эхолокация. Мадагаскарский щетинистый еж-тенрек, лучше других владеющий ею, стал любимым «подопытным кроликом» исследователей-ученых.

Биологи продолжают поиски и других наземных животных, воспринимающих ультразвуковые сигналы или пользующиеся ими.

Радары (*радиолокационные установки*) были созданы несколько десятков лет назад. С их помощью по эхо-сигналу, отраженному от удаленного объекта, устанавливают местонахождение объекта, направление и скорость его движения.

Природа в своей мастерской создала подобную систему намного раньше, чем человек, только вместо радиоволн живые модели пользуются звуковыми.

Основные положения:

1. У некоторых животных слух заменяет зрение.
2. Издавая определенные звуки и прислушиваясь к их отражению, животные способны обнаружить добычу, врага, препятствие.

3. Животные, использующие звуковую эхолокацию:

№	Таксономическая единица	Видовое (родовое) название животного
1	Класс: «Птицы»	Сова – сипуха Стрижи – саланганы Дятлы гуахаро
2	Класс: «Млекопитающие» Отряд: «Приматы»	Лемур - руконожка
3	Класс: «Млекопитающие» Отряд: «Грызуны»	Крыса – белая Полевка – рыжая Соня - полчек
4	Класс: «Млекопитающие» Отряд: «Насекомоядные»	Землеройки Еж - тенрек

4. Радары (радиолокационные установки), созданные человеком, способны по эхосигналу, отраженному от удаленного объекта, установить местонахождение объекта, направление и скорость его движения.

Раздел № 7 «ФОТОКАМЕРА В ПРИРОДЕ» КАМЕРНЫЙ ГЛАЗ ЖИВОТНЫХ

Для всех позвоночных, головоногих моллюсков и пауков характерны глаза так называемого камерного типа, то есть по устройству сходные с фотокамерой. И хотя глаза животных устроены не столь сложно, как глаза человека, некоторые из них обладают уникальными свойствами.

Так глаза хищных птиц отличаются большой зоркостью, Зрение канюка, например, в 8 раз острее, чем у человека. Многие птицы способны видеть сквозь дымку и туман, а голубь может, не мигая, смотреть на солнце. Глаз голубя обладает также необыкновенной способностью избирательно воспринимать объекты, движущиеся в определенном направлении. Не раз использовали этих птиц на заводских конвейерах для обнаружения почти микроскопического брака, не видимого глазом человека. На основе устройства глаза голубя проектируется оптический прибор (*оптический фильтр*) для распознавания объемных предметов.

Удивительны по способности к избирательному видению и глаза лягушки. Лягушка видит только движущиеся предметы, причем только те, которые по форме, размерам, характеру движения ассоциируются у нее с пищей (*насекомое*) или врагом (*тень от быстро надвигающегося предмета*). Глаз лягушки – это превосходная биологическая информационная система, перерабатывающая всю поступающую информацию и выбирающая из нее только ту, которая представляет для лягушки интерес.

На основе принципов работы глаза лягушки уже создано несколько типов электронных устройств, которые широко применяются на аэродромах для обнаружения летящих самолетов и контроля их движения.

Интересно устройство глаза у животных, которые видят в темноте. На дне такого глаза имеются своеобразные зеркальца из мелких серебристых кристаллов. Отражаясь от них, свет дважды проходит через сетчатку, благодаря чему повышается вероятность его поглощения, то есть чувствительность глаза. Кошка, например, по сравнению с человеком, видит предметы при освещенности в 6 раз меньшей. В зависимости от формы и размеров кристаллов, глаза животных светятся в темноте различными цветами: у крокодилов – красным, у кошек – зеленым цветом.

Глаз – очень чувствительный оптический прибор. Он воспринимает количество света всего несколько фотонов. Мы видим все предметы так, как они расположены на самом деле, хотя на сетчатке глаза их изображение перевернуто. Объяснить причину этого помог следующий опыт: испытуемому надели специальные очки, которые он должен был носить, не снимая, несколько дней. Их стекла были подобраны так, что на сетчатке возникали не обратные, а прямые изображения предметов. Весь мир испытуемому показался опрокинутым. Первое время он не мог сделать с открытыми глазами ни одного шага, ни одного правильного движения. Вот его впечатления: «Когда я делал шаг, звук слышался снизу, а пение птицы, сидевшей на дереве – сверху. Рецепторы, находящиеся в мышцах, сигнализировали мне о том, что сила тяжести моего тела направлена вниз. Чтобы поднять предмет с пола, я нагибался, а не тянулся вверх. И через несколько дней возбуждения, поступавшие в мозг от всех остальных органов чувств, выправили ошибку зрения. Мир вернулся в обычное положение, все вещи встали на свои места. Две недели я носил очки и чувствовал себя так, словно никаких стекол на моих глазах не было. Но вот очки сняли – и мир вновь опрокинулся. Этот опыт показывает, что мы воспринимаем мир благодаря взаимодействию возбуждений, поступающих от всех органов чувств. Это взаимодействие осуществляется в головном мозге.

Моделью глаза является фотокамера. Объектив соответствует преломляющим средам глаза, диафрагма фотоаппарата – зрачку. В линзах и в глазу преломление света происходит по общим законам физики. Глаз – самонастраивающийся прибор, он позволяет нам видеть близкие и удаленные предметы (*за счет хрусталика*), в

фотоаппарате этому соответствует изменение расстояния между объективом и фотопленкой. Фотопленке соответствует сетчатка глаза.

Основные положения:

1. Для позвоночных животных, головоногих моллюсков и пауков характерны глаза камерного типа.
2. Моделью глаза является фотокамера:
 - объектив = преломляющие среды глаза
 - диафрагма = зрачок
 - фокусировка = хрусталик
 - фотопленка = сетчатка глаза
3. Особенности глаза животных:

№	особенность	животные	Применение в технике
1	избирательность	Голубь <i>(избирательно воспринимает объекты, движущиеся в одном направлении)</i>	Заводской конвейер <i>(обнаружение брака)</i>
2	избирательность	Лягушка <i>(видит только движущиеся объекты, по форме и размерам соответствующие ее пище)</i>	Электронное устройство <i>(на аэродромах для обнаружения летящих самолетов)</i>
3	видят в темноте	Кошачьи, крокодилы <i>(кристаллы на дне глаза отражают свет, который дважды проходит через сетчатку)</i>	Приборы ночного видения
4	зоркость	Хищные птицы <i>(у канюка зрение острее, чем у человека в 8 раз)</i>	Соколиная охота

ЛЕТУЧИЕ МЫШИ

Перемещение в пространстве и охоту летучая мышь осуществляет с помощью ультразвуковых сигналов разной интенсивности, структуры и назначения.

Название животного	Время издаваемого сигнала	Частота сигнала	Режим сигнала
крыланы	0,002-0,003 сек	10-150кГц	режим «прощупывания»
подковоносы	0,05-1,00 сек	60-120кГц	режим «ожидания»
ночницы	0,002 сек	90-45 кГц	Режим «частотного модулирования»

Если допустить, что в одном зале летают 100 летучих мышей (*на самом деле их может быть на 2-3 порядка больше*), то одновременно раздаются в воздухе 100 разных писков. Каждая мышь должна выделить отражение своего сигнала на фоне многочисленных помех. Можно с трудом представить, каким современным компьютером она должна обладать, чтобы за полсекунды, проходящие от засечки насекомого до его поимки, решить задачу о сближении двух тел, неравномерно движущихся в трехмерном пространстве, определить характер, размеры, направление и скорость движения цели, дать команду своему телу – «на взлет»!

Кроме того, «компьютер» летучей мыши обладает поразительной оперативной и долговременной памятью. Зверьки после одного-двух заходов на цель усваивают пространственное положение предметов, а затем используют это знание для лучшего достижения биологического эффекта. Долговременная, кинестетическая память связана со способностью животного запоминать, а потом многократно воспроизводить программу движения, не пользуясь дополнительными эхолокационными сигналами и обеспечивает это крохотный кусочек вещества – головной мозг летучей мыши, вес которого не превышает десятой доли грамма... Есть о чем задуматься конструкторам современных космических аппаратов!

ПОЛЕТ НАСЕКОМЫХ (стрекозы)

Все крылатые насекомые подразделяются на две группы: древнекрылые и новокрылые. Древнекрылые (к ним относятся стрекозы) в покое держат крылья распростертыми в стороны или отведенными назад и не способны компактно укладывать их вдоль тела. Новокрылые приобрели способность компактно складывать крылья вдоль тела. Благодаря этому они могут прятаться в ранее недоступных местах: в расщелинах, под камнями, в толще травы. Преимущества насекомых, складывающих крылья, оказались столь значительными, что они практически вытеснили древнекрылых насекомых (в настоящее время кроме стрекоз из этой группы сохранились только поденки).

По участию в полете крыльев и их крыловой мускулатуры различаются три группы насекомых: *бимоторные*, *переднемоторные* и *заднемоторные*. Стрекозы – бимоторные насекомые. У них в одинаковой степени развиты обе пары крыльев и, соответственно, мышцы, приводящие их в движение. Передние и задние крылья работают независимо друг от друга. У большинства же насекомых неодинаково развиты передняя и задняя пары крыльев. Например, у жуков передние крылья плотные и выполняют покровную функцию, а задние, соответственно, выполняют саму функцию полета. Это заднемоторные насекомые. У некоторых насекомых наблюдается переднемоторность. Она сопровождается объединением в работе передних и задних крыльев, в результате чего возникает функциональная двукрылость: обе пары действуют как одно целое. При этом основная нагрузка во время полета приходится на переднюю пару крыльев. Это приводит к ослаблению задней пары крыльев и, наконец, к их исчезновению (отряд двукрылых насекомых).

Крылья насекомых – это не видоизмененные конечности, как у других летающих животных (птицы, летучие мыши), а плоские выросты, точнее складки стенки тела, своеобразные придатки двух сегментов груди. Эти складки с помощью эластичных мембран подвижно соединяются с хитиновыми участками кутикулы.

Крыло стрекозы, как и крылья всех насекомых, двуслойно. Верхний и нижний слои разделены тонкой щелью, которая является продолжением полости тела.

В местах залегания трахей и нервов на крыле образуются трубчатые утолщения – жилки, составляющие каркас крыла. Жилки могут быть продольными и поперечными. Их положение отличается исключительной стабильностью, поэтому жилкование используют как один из

систематических признаков. Между жилками располагается эластичная тонкая кутикула, образующая основную поверхность крыла. Установлено, что различные поверхности крыльев выполняют в полете различные функции.

На крыльях стрекоз есть небольшое утолщение кутикулы, имеющее темную окраску и располагающееся вблизи вершины крыла, у его переднего края. Называется оно *птеростигмой*. Это приспособление устраняет вредные колебания крыла во время его движения в полете. Не исключено, что если бы исследователи обратили внимание на это маленькое утолщение, созданное природой на крыле насекомого, то проблема *флаттера* (вибрации крыла самолетов, ведущее к их разрушению) в авиации была бы разрешена значительно раньше.

У хорошо летающих насекомых мышцы, опускающие крыло (*спинные продольные мышцы*), занимают почти всю грудную полость. У стрекоз наблюдается несколько иная картина. Спинные продольные мышцы у этих насекомых не развиты, и основную функцию «опускателей» крыла выполняют мощные мышцы прямого действия на крыло или прямые крыловые мышцы (*мышцы, прикрепленные к крылу*). Подъем же крыла у стрекоз, как и у остальных насекомых, обеспечивают непрямые дорсоветральные мышцы. Интересно, что такая «нетипичная» конструкция крылового аппарата стрекоз не помешала этим насекомым достичь высокого летного мастерства. Установлено, что многие стрекозы способны без отдыха преодолевать многие сотни километров (*стрекоз видели в Карибском море на расстоянии около 550 км от суши*).

С функциональной точки зрения полет насекомых может быть *активным и пассивным*. Активный полет осуществляется за счет энергии мышечных сокращений, пассивный – основан на использовании энергии внешней среды, а также массы тела насекомого. Существует три типа пассивного движения: *параютирующий, планирующий и парящий*. Планирующий полет используют насекомые, которые имеют большую площадь крыльев (*бабочки, стрекозы*). Они разгоняются и затем прекратив взмахи крыльями, летят некоторое время по инерции – *планируют*. Многие стрекозы способны не только планировать, медленно теряя высоту, но и подниматься вверх в восходящих токах воздуха – *парящий полет*. Его реализация невозможна без энергии внешней среды.

