КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
Ермакова Е. В. Вопросы биоакустики на занятиях по физике // Концепт. – 2014. – № 07 (июль). – ART 14181. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2014/14181.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.
ART 14181 УДК 372.853

Ермакова Елена Владимировна,
кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории и методики преподавания физики, технологии и предпринимательства ФГБОУ ВПО «Ишимский государственный педагогический институт им. П. П. Ершова», г. Ишим
ErmakowaEl@mail.ru

Вопросы биоакустики на занятиях по физике

Аннотация. *В статье рассматривается введение вопросов биоакустики в процесс обучения физике.*
Ключевые слова: *акустика, звук, занятия по физике, задачи, учебные конференции, элективный курс.*
Раздел: *(01) педагогика; история педагогики и образования; теория и методика обучения и воспитания (по предметным областям).*

Мир, окружающий нас, можно назвать миром звуков. Звучат вокруг нас голоса людей и музыка, шум ветра и щебет птиц, рокот моторов и шелест листвы. С помощью речи люди общаются, с помощью слуха получают информацию об окружающем мире. Не меньшее значение звук имеет для животных.

Вопросы, которыми занимается акустика, очень разнообразны. Некоторые из них связаны со свойствами и особенностями нашего слуха, самого органа слуха, его устройством и действием.

Архитектурная акустика изучает распространение звука в помещениях, влияние на звук размеров и формы помещений, свойств материалов, покрывающих стены, потолки и т. д. При этом опять имеется в виду слуховое восприятие звука.

Музыкальная акустика исследует музыкальные инструменты и условия их наилучшего звучания.

Физическая акустика занимается изучением самих звуковых колебаний, а за последнее время охватила и колебания, лежащие за пределами слышимости (ультраакустика). Она широко использует разнообразные методы для превращения механических колебаний в электрические и обратно (электроакустика). Применительно к звуковым колебаниям в число задач физической акустики входит и выяснение физических явлений, обусловливающих те или иные качества звука, различаемые на слух.

Появление новых исследований в области биоакустики, разработка новых методов борьбы с шумами приводит к тому, что школьникам необходимо познакомиться с данными науки.

Понятно, что современное состояние акустики даже в ее основных частях никак не может быть представлено в пределах тех 3–6 часов, которые отводятся программой. Со многим материалом из этой области учащиеся могут познакомиться путем самостоятельного чтения учебной, научной, научно-популярной литературы, а также на факультативных занятиях, элективных курсах. При этом ставятся следующие задачи:

1. Расширять знания учащихся по предметам.
2. Интегрировать знания, полученные на уроках физики и биологии.
3. Ориентировать учащихся на выбор профессии и получение элементарных знаний о возможностях современной науки.
4. Повышать интерес к физике и биологии.
5. Развивать умения наблюдать и объяснять физические явления.
6. Проводить физические исследования и развивать умения их оценивать.

Ермакова Е. В. Вопросы биоакустики на занятиях по физике // Концепт. – 2014. – № 07 (июль). – ART 14181. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2014/14181.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.
ART 14181 УДК 372.853

Можно выделить несколько путей введения материала по биоакустике на уроках физики, например решение межпредметных задач, выполнение лабораторных работ, проведение элективных курсов и др. Рассмотрим реализацию данных путей.

Научить ученика решать задачи, требующие совокупности полученных знаний, включающих различные соотношения понятий и умений, устанавливать связи между ними – значит подготовить школьника к активной деятельности в сфере производства, привить ему умения и навыки решения всевозможных жизненных задач [1; 2].

Рассмотрим межпредметные задачи по биоакустике, которые можно использовать в школе.

– От чего зависит частота звука, издаваемого насекомыми при полете?

– Почему бесшумен полет бабочки?

– Известно, что у многих лягушек имеются большие шарообразные пузыри по бокам головы, которые раздуваются при крике. Каково их назначение?

– Почему летучие мыши даже в полной темноте не налетают на препятствия?

– Назовите сходные элементы в голосовом аппарате человека и в музыкальных инструментах.

– Почему когда вы грызете сухарь, то вам кажется, что вы производите гораздо больше шума, чем находящийся рядом сосед, тоже грызущий сухарь?

– Что общего между наружным ухом и звукоуловителем?

– Рабочая пчела, вылетевшая из улья за взятком, делает в среднем 180 взмахов крыльями в секунду. Когда же она возвращается с грузом, число взмахов у нее возрастает до 280. Как это отражается на звуке, который мы слышим?

– Высота голоса человека зависит от длины и натяжения голосовых связок. Так, у мужчины длина связок составляет 18–25 мм, у женщин 15–20 мм. Женское сопрано имеет диапазон длин волн 137–34 см, а мужской баритон 342–86 см. Определите частотный диапазон этих голосов. Скорость звука принять за 340 м/с. (Ответ: у сопрано 250–1000 Гц, у баритона 100–400 Гц.)

– Длина слухового прохода уха человека (следовательно, и длина резонирующего в нем столба воздуха) составляет 2,7 см. Определите частоту звука, при которой слышимость будет наилучшей.

– На каком расстоянии от корабля находится айсберг, если посланный гидролокатором ультразвуковой сигнал был принят обратно через 2,8 с? Скорость звука в воде 1530 м/с.

Учебные конференции являются одной из форм организации учебных занятий. Конференция имеет много общего с уроками и в то же время обладает целым рядом особенностей.

Общие черты с уроками: проводятся со всем классом, в часы, отведенные для предмета по расписанию; руководящая роль сохраняется за учителем; на конференции работа класса в целом сочетается с индивидуальной работой учащихся.

Конференции отличаются от уроков тем, что новые знания учащиеся получают из литературы, с которой работали дома самостоятельно, и из докладов, с которыми выступают на конференции. Учитель организует выступления с докладами и их обсуждение, вносит дополнения и уточнения в доклады, если это не сделано учащимися во время обсуждения; обобщает результаты конференции, оценивает работу класса в целом и отдельных учащихся, выступавших с докладами и дополнениями к ним.

Задачи конференции могут быть такими:

– систематизация и углубление знаний учащихся по теме «Звук»;

Ермакова Е. В. Вопросы биоакустики на занятиях по физике // Концепт. – 2014. – № 07 (июль). – ART 14181. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2014/14181.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

– формирование чувства взаимопомощи;

– развитие самостоятельности мышления, умения работы с книгой и дополнительной литературой; овладение экспериментальными умениями при постановке опытов.

После каждого доклада предоставляется возможность обратиться к докладчику с вопросами, сделать дополнения и уточнения, если они имеются у учащихся. Если докладчик окажется не в состоянии ответить на вопросы, с которыми к нему обратились учащиеся, надо спросить, кто из присутствующих сможет ответить на эти вопросы. Если же все равно никто не ответит, то это следует сделать самому учителю. Такая организация работы способствует повышению общей активности класса, создает предпосылки для развития инициативы и самостоятельности учащихся.

Эффективность конференции в значительной мере повышается, если учитель после каждого доклада обращается к классу с одним-двумя контрольными вопросами. Они должны быть направлены на уточнение основных понятий, принципов.

Итак, *цель конференции* – углубить знания учащихся о звуке, звуковых явлениях в разных средах.

Оборудование: запись музыкальных звуков, мелодий.

План:

1. Шум.
2. Музыкальные звуки.
3. Как получается звук.
4. Сладкозвучные приборы.
5. Реверберация и эхо.
6. Как далеко слышен звук в воде?
7. Там, где звук быстрее света.

Можно предложить другой вариант проведения конференции.

Цели конференции: углубить знания учащихся о звуке, рассмотреть вопросы устройства голосового аппарата, применение ультра- и инфразвука; познакомить учащихся с историей звукозаписи.

Оборудование: запись музыкальных звуков, мелодий, плакаты, схемы голосового аппарата птиц, человека.

План:

1. Общие характеристики звуковых процессов.
2. Голос.
3. Слух.
4. Звуки, возникающие при работе сердца и легких.
5. Ультразвук.
6. Инфразвук.
7. История звукозаписи.
8. Борьба с шумами в современной технике.

Лабораторные работы, выполняемые на занятиях по физике, считаются основным методом обучения, используемым для формирования экспериментальных умений и навыков [3–5].

«Лабораторные работы, – пишут В. П. Орехов и А. В. Усова, – позволяют решать следующие задачи: учат применять знания на практике; служат средством политехнического обучения; формируют необходимые в жизни и труде практические навыки и умения; содействуют профориентации учащихся; вырабатывают такие качества личности, как трудолюбие, настойчивость, целеустремленность и другие» [6].

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
Ермакова Е. В. Вопросы биоакустики на занятиях по физике // Концепт. – 2014. – № 07 (июль). – ART 14181. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2014/14181.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.
ART 14181 УДК 372.853

Рассмотрим лабораторную работу по биоакустике, которую можно использовать в школе.

Лабораторная работа «Биоакустика человека»

Цель – изучить спектральные характеристики звуковых колебаний, минимальную и максимальную частоту восприятия звуковых волн человеческим ухом.

Приборы и материалы: аудиометр (звуковой генератор), наушники, осциллограф, микрофон, камертон и молоточек к нему, соединительные провода, ключ.

Ход работы

С точки зрения физики звук – это механические колебания, которые распространяются в упругой среде: воздухе, воде, твердом теле и т. п. Способность человека воспринимать упругие колебания, слушать их отразились в названии учения о звуке – акустике (от греч. akustikos – слуховой, слышимый).

Вообще, человеческое ухо слышит звук только тогда, когда на слуховой аппарат уха действуют механические колебания с частотой не ниже 16 Гц, но не выше 20 000 Гц. Колебания же с более низкими или с более высокими частотами для человеческого уха неслышимы.

Вопросы, которыми занимается акустика, очень разнообразны. Некоторые из них связаны со свойствами и особенностями нашего слуха. Предметом физиологической акустики и является сам орган слуха, его устройство и действие.

Простой *тон* – это звуковое колебание, характеризующееся определенной частотой ν. Сложный тон можно разложить на простые, при этом тон наименьшей частоты называется основным, а остальные – обертонами.

Энергетической характеристикой звука является *интенсивность.* Нормальное человеческое ухо воспринимает очень широкий диапазон интенсивностей звука: так, например, на частоте 1 кГц от 10 пВт/м^2 (порог слышимости) до 10 Вт/м^2 (порог болевого ощущения). Для оценки интенсивности звука применяют шкалу уровней интенсивности. Уровень интенсивности выражают в белах (Б) или децибелах (дБ).

Измерение остроты слуха называют аудиометрией: с помощью звукового генератора и наушников определяют порог восприятия *L* на разных частотах. Зависимость *L* от частоты ν называется спектральной характеристикой уха на пороге слышимости, или аудиограммой.

Задание 1. Определение спектральных границ чувствительности человеческого уха:

1. Наденьте наушники и включите звуковой генератор.
2. Подайте сигнал на правое ухо.
3. Увеличивая частоту от 0 Гц, зафиксируйте значение частоты, когда ухо уже воспринимает звук. Измерение повторите 3–4 раза.
4. Повторите измерения, уменьшая частоту от 40 Гц, зафиксируйте наименьшую частоту, при которой ухо еще воспринимает звук. Измерение повторите 3–4 раза.
5. Вычислите среднее значение минимальной частоты, при которой ухо воспринимает звук.
6. Повторите измерения для левого уха.
7. Подайте сигнал на правое ухо.
8. Увеличивая частоту от 19 000 Гц, зафиксируйте значение максимальной частоты, когда ухо воспринимает звук. Измерение повторите 3–4 раза.
9. Повторите измерения, уменьшая частоту от 22 000 Гц, зафиксируйте частоту, при которой ухо воспринимает звук. Измерение повторите 3–4 раза.
10. Повторите измерения для левого уха.
11. Результаты занесите в табл. 1.
12. Сделайте вывод о диапазоне воспринимаемых человеческим ухом частот.

Таблица 1

№	Левое ухо		Правое ухо	
	Минимальная частота восприятия звука, Гц	Максимальная частота восприятия звука, Гц	Минимальная частота восприятия звука, Гц	Максимальная частота восприятия звука, Гц
1				
2				
3				

Задание 2. Снятие спектральной характеристики на пороге слышимости:

1. Наденьте наушники и включите звуковой генератор.
2. Подайте сигнал на правое ухо.

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
Ермакова Е. В. Вопросы биоакустики на занятиях по физике // Концепт. – 2014. – № 07 (июль). – ART 14181. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2014/14181.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.
ART 14181 УДК 372.853

3. Установите частоту 100 Гц и, увеличивая интенсивность звука от минимального значения, зафиксируйте значение порога восприятия L_1, при котором услышите звук. Измерение повторите 3–4 раза.

4. Не меняя частоты, установите уровень интенсивности L_2, на 20 дБ выше полученного значения и, уменьшая интенсивность, зафиксируйте наименьший уровень, при котором звук еще слышен. Измерение повторите 3–4 раза.

5. Вычислите среднее значение порога восприятия $L_{ср}$ для данной частоты.

6. Аналогично определите L для частот 200 Гц, 400 Гц, 600 Гц, 1000 Гц, 1500 Гц, 2 кГц, 3 кГц, 5 кГц, 10 кГц.

7. Результаты занесите в табл. 2.

8. Повторите измерения для левого уха.

9. Постройте аудиограммы для правого и левого уха (зависимость порога восприятия L от частоты ν).

10. Сделайте вывод о зависимости порога восприятия от частоты для левого и правого уха.

Таблица 2

№	ν, Гц	L_1, дБ	L_2, дБ	$L_{ср}$, дБ
1	100			
2				
3				
…				

Задание 3. Определение частоты человеческого голоса при произношении гласных звуков:

1. Соедините осциллограф, усилитель и микрофон.
2. Ударьте по ножке камертона, поднесите его к микрофону.
3. Зарисуйте картинку (синусоиду).
4. Микрофон отключите и подключите к осциллографу звуковой генератор.
5. Добейтесь вращением ручки генератора появления на экране такой же картинки.
6. Определите частоту сигнала.
7. Замените звуковой генератор голосом, произнося перед микрофоном гласные звуки «а», «о», «е», «у», «и», определите частоту этого звука.
8. Зарисуйте в тетрадь наблюдаемые на экране картинки, рядом проставьте значение найденной частоты.
9. Найдите частотные границы своего голоса.
10. Сделайте вывод.

Элективные курсы – обязательные курсы, которые учащиеся выбирают сами из имеющегося в учебном заведении «комплекта», входящие в состав профиля обучения на старшей ступени школы.

Курс дает сравнительную оценку способов звукового общения разных представителей животного мира, включая человека, а также знакомит с практическим использованием достижений биоакустики в народном хозяйстве.

Цели курса

1. Познакомить учащихся с научными исследованиями российских ученых-биоакустиков.
2. Дать обзорную информацию о голосовых возможностях разных видов животных, стоящих на разных уровнях эволюционного развития.
3. Познакомить детей с практическим использованием достижений биоакустики в народном хозяйстве.

Содержание программы

– Рождение новой науки биоакустики.
– Язык животных. Как изучают язык животных.
– Приборы, позволяющие изучать голос.
– Как «разговаривают» рыбы.

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
Ермакова Е. В. Вопросы биоакустики на занятиях по физике // Концепт. – 2014. – № 07 (июль). – ART 14181. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2014/14181.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.
ART 14181 УДК 372.853

- Когда голос – разведчик и поводырь.
- О чем жужжит пчела?
- О чем воют волки?
- Обезьяна разговаривает с человеком.
- Звери-меломаны.
- Птицы и музыка.
- Тайна птичьей голосистости.
- Говорящие птицы.
- Как сова «видит ушами».
- Загадки глухариной глухоты.
- Птицы с плачущими голосами.
- Птицы-эхолокаторы.
- Акустические пугала для вредителей полей.
- Птицы и самолеты.
- Дельфин – загадка природы. Язык дельфинов – это язык эмоций.
- Человеческая речь – чудесный дар природы.
- Голос как искусство.
- Язык эмоций и эволюция речи.
- Акустический алфавит языка эмоций. Измерение эмоций.

Курс дает сравнительную оценку способов звукового общения разных представителей животного мира, включая человека, а также знакомит с практическим использованием достижений биоакустики в народном хозяйстве.

Предлагаемый нами элективный курс относится к прикладным элективным курсам, цель которых – знакомство учащихся с важнейшими путями и методами применения знаний на практике, развитие интереса учащихся к современной технике и производству.

Материалы данной статьи могут быть использованы частично на уроках физики.

Ссылки на источники

1. Ермакова Е. В. Составление задач межпредметного содержания на занятиях по физике // Академический вестник. – 2013. – № 4(26). – С. 146–151.
2. Ермакова Е. В. Формирование у студентов комплексного применения знаний при решении физических задач // Вестник ИГПИ. – 2013. – № 4(10). – С. 93–97.
3. Ермакова Е. В. Задачи при подготовке к лабораторным занятиям по физике в педагогическом вузе // Концепт. – 2013. – № 03 (март). – ART 13058. – 0,5 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2013/13058.htm.
4. Ермакова Е. В. Методические рекомендации к лабораторным занятиям по курсу общей физики (молекулярная физика и термодинамика). – Ишим: Изд-во ИГПИ им. П. П. Ершова, 2003. – 60 с.
5. Ермакова Е. В. Организация и проведение лабораторных занятий по курсу общей физики в педагогических вузах с использованием задачного подхода: дис. ... канд. пед. наук. – Челябинск, ЧГПИ, 2004. – 227 с.
6. Усова А. В. Теория и методика обучения физике. Общие вопросы: курс лекций. – СПб.: Медуз, 2002. – 157 с.

Elena Ermakova,
Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor at the chair of theory and methods of teaching physics, technology and business, Ishim Ershov's State Teachers Training Institute, Ishim
ErmakowaEl@mail.ru

ISSN 2304-120X

Bioacoustics questions on Physics lessons

Abstract. The author views the questions of bioacoustics in the process of Physical training.

Key words: acoustics, sound, Physics lessons, tasks, educational conferences, elective course.

Ермакова Е. В. Вопросы биоакустики на занятиях по физике // Концепт. – 2014. – № 07 (июль). – ART 14181. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2014/14181.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

ART 14181 **УДК 372.853**

References

1. Ermakova, E.V. (2013) “Sostavlenie zadach mezhpredmetnogo soderzhaniya na zanyatiyakh po fizike”, Akademicheskij vestnik, № 4(26), pp. 146–15 (in Russian).
2. Ermakova, E.V. (2013) “Formirovanie u studentov kompleksnogo primeneniya znanij pri reshenii fizicheskikh zadach”, *Vestnik IGPI*, № 4(10), pp. 93–97 (in Russian).
3. Ermakova, E.V. (2013) “Zadachi pri podgotovke k laboratornym zanyatiyam po fizike v pedagogicheskom vuze”, *Kontsept*, № 03 (mart), ART 13058, 0,5 p. l. Available at: http:,e-koncept.ru/2013/13058.htm, Gos. reg. EHI № FS 77-49965, ISSN 2304-120X (in Russian).
4. Ermakova, E.V. (2003) *Metodicheskie rekomendatsii k laboratornym zanyatiyam po kursu obshhej fiziki (molekulyarnaya fizika i termodinamika)*, Izd-vo IGPI im. P. P. Ershova, Ishim, 60 p. (in Russian).
5. Ermakova, E.V. (2004) *Organizatsiya i provedenie laboratornykh zanyatij po kursu obshhej fiziki v pedagogicheskikh vuzakh s ispol'zovaniem zadachnogo podkhoda: dis. ... kand. ped. nauk*, CHGPI, CHelyabinsk, 227 p. (in Russian).
6. Usova, A.V. (2002) *Teoriya i metodika obucheniya fizike. Obshhie voprosy: kurs lektsij*, Meduz, St. Peterburg, 157 p. (in Russian).

Рекомендовано к публикации:
Горевым П. М., кандидатом педагогических наук, главным редактором журнала «Концепт»