

В МИРЕ ЗВУКОВ. ЗВЕНИТ ЛИ КОЛОКОЛЬЧИК – CAMPANULA SIBIRICA?

В.П. КОМАРИНА,

преподаватель,

А.С. СНОХИН,

профессор,

Э.Т. КАРИМОВА,

преподаватель, Тюменская ГСХА

Ключевые слова: колокольчиковый звук, продольная звуковая волна, сферический фронт, гармонические колебания, точечный источник колебаний, частота, период, длина волны, скорость.

Цель и методика исследования

Колокольчик – род травянистых растений семейства колокольчиковых.

Родовое название – Campanula, что означает «балаболка» согласно определению толкового словаря В. Даля.



625003, г. Тюмень,

ул. Республики, 7;

тел. 8 (3452) 46-15-77

***Campanula sound,
longitudinal sound wave,
spherical front, harmonious
fluctuations, dot source of
fluctuations, frequency, period,
length of a wave, speed.***

Объектом исследования является колокольчик – *Campanula sibirica*. За предмет исследования было взято подтверждение соответствия названию растения: звенит ли колокольчик – *Campanula sibirica*?

Цель исследования – доказать существование колокольчикового звука как физического явления. При этом выдвинули гипотезу: если существуют биологические особенности растения, учитывая совместное действие различных экологических и физических факторов в зависимости от географического положения, места произрастания колокольчика, с учётом опроса респондентов, то сложно предположить, что родовое название «колокольчик» не случайно.

Основные методы исследования: изучение биологических и физических особенностей растения, полевые наблюдения, опрос и интервьюирование респондентов, анализ и расчёт физических характеристик колокольчикового звука на основе волнового уравнения.

Изучая растения, выявили биологические особенности цветка. Как показали специальные исследования 1839 г. А. Броньяра и Ф. Мейера, волоски пыльников столбика бутана обладают уникальной способностью втягиваться и погружаться в наружную ткань столбика. Температура цветка на 2°C выше температуры окружающей среды.

Как известно, в природных условиях растения находятся под влиянием всего комплекса экологических и физических факторов среды. Надо заметить, что в природе эти факторы никогда не бывают постоянными. Они изменяются в отдельные годы, в различные времена года и даже время суток. Например, свет, температура и влажность воздуха резко меняются даже в различные часы суток. Так, колокольчик является светолюбивым растением. Средний показатель освещённости – 1000-2000 люкс; оптимальная абсолютная влажность воздуха при 20°C равна 17,3 г/м³, при 25°C – 23,1 г/м³.

Эти факторы при их оптимальном значении являются наиболее благоприятными для жизни колокольчика в данных условиях. Только при одновременном комплексном воздействии всех вышеуказанных факторов среды, учитывая также место воздействия и биологические особенности растения, можно утверждать о существовании колокольчикового звона.

Для достижения цели данной работы нами проведён опрос жителей различных регионов России. Интервьюирование респондентов позволяет создать картину колокольчикового звона как доказательство уникального явления в растительном мире.

Основные аспекты интервью с респондентом Верой Прохоровой Комариной, географическое местоположение – д. Петрунькино Нижнетавдинского района (100 км от Тюмени).

Открытый суходольный луг, примыкающий к мелколиственному лесу. Разнотравье с большим количеством колокольчиков. Дата – 15 июля. Время суток – 10 часов утра. Ясный солнечный день. Температура воздуха – 20°C. Скорость ветра – в пределах 1 м/сек. Продолжительность колокольчикового звона – около 25 сек. Колокольчики издавали лёгкий серебристый звон друг за другом последовательно. Звенели близко растущие растения; колокольчиковый звон исходил от 7 растений на расстоянии до 3 м.

Респондент Мария Прокопьевна Шевченко, житель с. Ситниково. Географическое положение – д. Журавли Омутинского района.

Открытый суходольный луг, примыкающий к смешанному лесу. Разнотравье с преобладанием ромашки луговой, колокольчика скрученного, злаковых. Период: конец июля – первая декада августа. Ясный солнечный день. Время суток: утро – 9:30, обед – 14:00. Температура воздуха – выше 25°C. Скорость ветра – 1 м/сек. Относительная влажность – 63-65%. Продолжительность звона – 15-20 сек. последовательно. Звон начинался с наиболее освещаемого участка.

Подобное описание приводит респондент Талгат Тимирбаевич Латыпов, житель д. Матуши Ярковского района.

Согласно опросу респондентов можно сказать, что колокольчиковый звон представляет собой звук, распространяющийся в виде волн. Источником звука является маленький колокольчик, который в данных условиях можно определить как точечный источник колебаний.

Следует отметить колокольчиковый звук как продольную звуковую волну со сферическим фронтом, представляющую собой последовательность распространяющихся волн сжатия и разрежения в воздухе.

Для колокольчикового звука явление интерференции не характерно.

Расчёт физических характеристик колокольчикового звука.

Колокольчиковый звук следует рассматривать как продольную звуковую волну со сферическим фронтом. Волновое уравнение в дифференциальной форме имеет вид:

$$d^2_0 : dx^2 + d^2_0 : dy^2 + d^2_0 : dz^2 = (1 : v^2) \cdot (d^2_0 : dt^2),$$

где $d^2 : dx^2 + d^2 : dy^2 + d^2 : dz^2 = \Delta$ – оператор Лапласа.

Простое гармоническое движение играет такую же важную роль в описании природы, как движение с постоянной скоростью и постоянным ускорением, поскольку:

· этот вид движения весьма распространён (примерами могут служить маятники; музыкальные инструменты; колеблющиеся детали машин; океанские приливы; переменные токи; свет, соответствующий определённой линии спектра);

· период этого движения не зависит от амплитуды;

· это движение поддаётся простому математическому описанию $x = A \sin \omega t$.

Для расчётов параметров имеет данные: время наблюдения – 25 сек., рассматриваемое расстояние – 3 м, количество растений – 7 шт., температура – 20°C.

Время колокольчикового звона одного растения можно принять за одно полное колебание, так как колебания повторялись (колокольчики звенели друг за другом), то есть в данном случае время колокольчикового звона одного растения равно периоду.

$t_1 = 25 \text{ сек.} : 7 \approx 3,1 \text{ сек.}; \Rightarrow T \approx 3,1 \text{ сек.}$

Учитывая, что $v = 1 : T$, находим частоту $v = 1 : 3,1 \text{ сек.} \approx 0,32 \text{ сек}^{-1}$.

Звук, представляющий собой колебательное движение, в условиях данной задачи складывается из 7 полных колебаний. Поэтому очевидно, что длина волны равна:

$$l = 3 \text{ м} : 7 \approx 0,4 \text{ м}$$

Для расчёта скорости колокольчикового звука используем формулу:

$$v = l : T;$$

где l – длина волны, T – период колебаний.

Имеем $v = 0,4 \text{ м} : 3,1 \text{ сек.} \approx 0,13 \text{ м/сек.}$

Циклическую частоту определим по следующей формуле:

$$\omega = 2\pi v,$$

где v – частота.

$$\omega = 2 * 3,14 * 0,32 \approx 2,01 \text{ рад./сек.}$$

Эти расчёты параметров колокольчикового звука как физического явления дают возможность представить физические характеристики растительному звуку в природе.

При расчётах данных была принята гипотеза о том, что звуковые колебания колокольчика являются простыми гармоническими колебаниями. Надо полагать, что звучание является более сложным. Например, даже звучание флейты, произношение звуков «а», «у» относится к числу сложных звуков. Поэтому необходимо получить опытным либо расчётным путем, используя уравнение Фурье, действительное уравнение.

Выход на новую проблему: желательно получить уравнение колокольчикового звука, записать его с помощью технических устройств либо синтезировать на низкочастотном звуковом генераторе или с помощью камертонов.

Выводы

1. В данной исследовательской работе произведён мониторинг колокольчикового звука как физического явления с расчётами основных характеристик, подтверждающих уникальность этого звука в растительном мире.

2. Проведённые исследования позволяют утверждать, что совместное и одновременное воздействие всех

Биология

необходимых факторов среды (как экологических, так и физических) с учётом биологических особенностей рас-

тения является основополагающей причиной звуковых волн в природе.

3. Данные результаты подтвержда-

ют, что колокольчики звенят, и родовое название *Campanula* соответствует растению.

Литература

1. Грабовский Р. Ч. Курс физики. СПб. : Лань, 2002. 608 с.
2. Даль В. И. Толковый словарь живого великорусского языка : в 4 т. М. : Русский язык, 2003. Т. 2. 779 с.
3. Суворов В. В., Воронова Н. Н. Ботаника с основами геоботаники. Л. : Колос, 1970. 560 с.
4. Тихомиров Ф. К. Ботаника. М. : Просвещение, 1978. 439 с.
5. Трофимова Т. И. Курс физики. М. : Академия, 2006. 560 с.