

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ГОРОДА МОСКВЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ГОРОДА МОСКВЫ «МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ШКОЛА № 1449
им. ГЕРОЯ СОВЕТСКОГО СОЮЗА М.В.ВОДОПЬЯНОВА»

Исследовательская работа

**Исследование шумового загрязнения экопарка
«На неведомых мытищинских дорожках»**

Авторы:

Кулаев Андрей,
Козлов Анатолий,
Капустин Михаил,
Пономаренко Александр –
учащиеся 5д класса

Руководители:

Пенкина Виктория Рушановна – педагог до;
Дяченко Наталья Павловна – учитель гео-
графии

Научный консультант:

Волков Владимир Алексеевич – к.г.н.

**Москва
2019**

Аннотация

Работа проведена с целью разработки предложений по организации мониторинга уровня шума и мощности транспортных потоков в разных условиях для проведения шумового зонирования территории экопарка у пос. Вешки г.о. Мытищи на основе измерения уровня шумового загрязнения в центральной его части и у автомобильной дороги. Измерения проводились шумомерным комплексом цифровой лаборатории «Экология» (датчиком звука с нетбуком). Средний уровень шума в центральной части парка 12 дБ (до 35 дБ – «зона комфорта»), а у дороги - 37 дБ (диапазон 35 - 85 дБ «зоны допустимого шумового воздействия»).

Предложенное детальное обследование даст основу для шумового зонирования территории экопарка, которое позволит оценить экологический риск от шумового воздействия в разных зонах, который важно учитывать при организации работ и при планировании экологического обустройства экопарка.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 ПРОБЛЕМА ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА БИОТУ И ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ЕЁ РЕШЕНИЯ.....	5
1.1. Влияние шумового загрязнения на живые организмы экосистем.....	5
1.2. Методы измерения уровня шума и возможные способы решения проблемы воздействия шумового загрязнения на живые организмы.	6
ГЛАВА 2. УРОВЕНЬ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЭКОПАРКА «НА НЕВЕДОМЫХ МЫТИЩИНСКИХ ДОРОЖКАХ» И МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ ЕГО ВЛИЯНИЯ НА ЭКОСИСТЕМЫ.....	8
2.1. Определение степени шумового загрязнения в разных частях территории экопарка и выявление наличия зон с различным уровнем шумового воздействия.	8
2.2 Исследование влияния шума на распределение животных и птиц по территории экопарка.	9
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	12
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	14
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	14

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы нашего исследования определяется тем, что выявление влияния шумового воздействия на экосистемы экопарка является вкладом в решение проблемы снижения экологического риска от шумового воздействия на экосистемы и человека.

Практическая значимость работы состоит в том, что выявление зон различного уровня шумового воздействия на экосистемы экопарка являются основанием для разработки практических рекомендаций по планированию работ на его территории с минимальным экологическим риском.

Цель исследовательской работы: выявить наличие зон с различным уровнем шумового воздействия (загрязнения) на экосистемы экопарка «На неведомых мытищинских дорожках» и разработать предложения по проведению шумового зонирования, позволяющего оценить экологический риск от шумового воздействия в разных частях экопарка.

Для достижения цели решались следующие **задачи**:

- 1) На основе анализа литературных и других источников информации познакомиться с особенностями проблемы шумового воздействия на биоту и выбрать доступные методы исследования шумового загрязнения.
- 2) Провести измерения уровня шумового загрязнения в экопарке на разном удалении от автомобильных дорог, при разной интенсивности движения автотранспорта.
- 3) Выявить наличие зон с различным уровнем шумового воздействия на территории экопарка.
- 4) Разработать предложения по учёту шумового загрязнения при организации эколого-просветительской работы на территории экопарка и в ходе планировании его развития и обсудить их со специалистами.
- 5) Наметить перспективы продолжения исследований воздействия факторов экологической опасности на экосистемы экопарка.

Объект исследования – шумовое загрязнение.

Предмет исследования – влияние шума на экосистемы экопарка.

Натурные и камеральные **методы исследования**: метод визуального наблюдения; метод измерения уровня шума полевым оборудованием; метод систематизации, анализа и интерпретации данных.

В начале работы над проектом была выдвинута *гипотеза* о том, что проведённые исследования позволят выявить наличие зон с различным уровнем шумового воздействия на экосистемы парка.

ГЛАВА 1 ПРОБЛЕМА ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА БИОТУ И ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ЕЁ РЕШЕНИЯ

1.1. Влияние шумового загрязнения на живые организмы экосистем

Постановка проблемы.

Шумовое загрязнение является составной частью общего загрязнения окружающей среды, но из-за недостаточной осведомлённости и знаний о шумовом загрязнении и его негативном воздействии на элементы экосистем и человека, серьезные меры по его нейтрализации пока широко не предпринимаются. Сегодня ученые считают, что проблемы шумового загрязнения требуют практического их решения, т. к. шум является серьезной угрозой для здоровья человека и окружающей его среды, включая всё разнообразие биологических видов, входящих в состав экосистем.

Влияние шумового загрязнения на окружающую среду

Шум - волнообразно распространяющееся механическое колебательное движение частиц упругой (газовой, жидкой или твёрдой) среды. Шум, вибрация, инфразвук и ультразвук являются отрицательно влияющими на функционирование экосистем и их элементов, включая человека.

Шумовое загрязнение негативно действует как на человека, так и на окружающую среду. Наряду с загрязнением воздуха, почвы и воды шумовое загрязнение окружающей среды является одним из самых нетерпимых загрязнений среды, с которым столкнулось человечество. Понятия "акустическая экология", "шумовое загрязнение окружающей среды" появились сравнительно недавно. Это обусловлено тем, что вредное воздействие шума на животный и растительный мир наукой до настоящего времени остаётся не достаточно изученным, хотя человек и природа в последние десятилетия все больше страдают от пагубного воздействия шума.

И.И. Дедю (1990) дал следующее определение шумовому загрязнению: «это форма физического загрязнения, проявляющегося в увеличении уровня шума сверх природного и вызывающего при кратковременной продолжительности беспокойство, а при длительной - повреждение воспринимающих его органов или гибель организмов» [1].

Уровень шума в пределах 35-50 дБ считается нормальным или фоновым. Но к этому фону на урбанизированных территориях прибавляется шумовое воздействие от

антропогенных источников (преимущественно транспорта), в результате чего уровень шума может превысить 100дБ [2].

В шумных районах птицы стали петь на более высоких частотах. У летучих мышей возникли трудности с ловлей добычи. Лягушки с трудом находят себе партнеров для спаривания. Киты стали издавать более громкие звуки, чтобы общаться между собой. Растения, постоянно подвергающиеся шумовому воздействию превышающему допустимый барьер, могут погибнуть т. к. повышается выделение влаги их листьями, приводящее к засыханию. Этим объясняется сокращение продолжительности жизни деревьев в больших городах. Шум вызывает запаздывание прорастания семян [3].

На рисунке 1¹ приведён график уменьшения жизненного потенциала при нарастании уровня шумового воздействия на организм уровни шума по отношению к жизненному потенциалу. «Зона комфорта» от 0 до 35 дБ. «Зона допустимого шума» - от 35 до 85 дБА. «Зона акустического дискомфорта» от 50. С 85 дБА начинается «зона опасности». Самая опасная зона – «зона чрезвычайной опасности» с летальным уровнем шума, от 120 дБА, имеет очень низкий жизненный потенциал.

1.2. Методы измерения уровня шума и возможные способы решения проблемы воздействия шумового загрязнения на живые организмы.

Методы измерения уровня шума

Для измерения уровня шума и вибрации используются различные технические средства и способы измерения. Основными приборами для измерения шума являются шумомеры. В шумомере механические звуковые колебания, воспринимаемые микрофоном, преобразуются в электрические, которые усиливаются, фильтруются и регистрируются прибором. Диапазон измеряемых суммарных уровней шума обычно составляет 30—130дБ при частотных границах от 20 до 16 000 Гц.

Резюме

В **профилактике** вредного воздействия факторов большое значение имеет предупредительный и текущий санитарные надзоры и медицинская профилактика.

Основные **мероприятия для борьбы с шумом**: устранение причины шума или существенное его ослабление в самом источнике при разработке технологических процессов и проектирования оборудования. В решении проблемы **защиты природных объектов и человека** от шумового воздействия ведущее место занимает разработка различных способов снижения уровня шума от транспорта и других источников.

¹ См. прил. 1 рис. 1

Одним из способов регулирования шумового воздействия являются защитные **полосы зелёных насаждений, как** неотъемлемый элемент системы защиты городских искусственных и природных ландшафтов. Защитные лесные насаждения плотной посадки можно рассматривать как **полупрозрачный экранирующий барьер** на пути распространения звуковых волн, за которым образуется звуковая тень. Эффективность такого экранирующего барьера как средства шумозащиты определяется показателем снижения шума, который определяется различным дендрологическим составом и особенностями его конструкции. (Волков, А. М., 1970).

Кроме полосы зелёных насаждений - естественного барьера снижения шумового загрязнения для решения этой проблемы вдоль транспортных магистралей часто применяются эффективные и компактные **шумозащитные (или акустические) экраны**, которые представляют собой конструкции, состоящие из опор и акустического полотна из различных шумозащитных материалов. Шумозащитные экраны подразделяются на шумопоглощающие, так и шумоотражающие. Эффективность таких экранов может достигать 12-16 дБ (Матвеева А.А., 2011).

1.3. Резюме к главе 1

Анализ литературных и других источников информации позволил:

1) Определить особенностями проблемы шумового воздействия на живые организмы, установить диапазоны шумового воздействия, характерные для зон с различным жизненным потенциалом: «Зона комфорта» (от 0 до 35 дБ); «Зона допустимого шума» (от 35 до 85 дБ); «Зона акустического дискомфорта» (50 - 85 дБ); «Зона опасности» (более 85 дБ); «Зона чрезвычайной опасности» (более 120 дБ), с летальным уровнем шума и очень низким жизненным потенциалом.

2) Выявить средства защиты природных объектов и человека от шумового воздействия транспорта и других источников, одним из которых являются защитные лесные насаждения плотной посадки - **полупрозрачный экранирующий барьер** на пути распространения звуковых волн, образующий звуковую тень, эффективность такого экранирующего барьера как средства шумозащиты определяется различным дендрологическим составом и особенностями его конструкции. Кроме них вдоль транспортных магистралей часто применяются **шумозащитные (или акустические) экраны**, которые снижают шумовое загрязнение на 12-16 дБ.

3) Выбрать доступные методы измерения уровня шума с помощью цифровой лаборатории «Экология» и шумомера.

ГЛАВА 2. УРОВЕНЬ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЭКОПАРКА «НА НЕВЕДОМЫХ МЫТИЩИНСКИХ ДОРОЖКАХ» И МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ ЕГО ВЛИЯНИЯ НА ЭКОСИСТЕМЫ.

2.1. Определение степени шумового загрязнения в разных частях территории экопарка и выявление наличия зон с различным уровнем шумового воздействия.

Географическое положение района исследований

Измерение уровня шумового загрязнения производилось на территории экопарка «На неведомых Мытищинских дорожках» - лесного массива площадью 7,3 га, расположенного западнее поселка Вешки, на территории городского округа Мытищи Московской области (показаны стрелками на рис. 3)¹. С одной стороны участок леса ограничен Алтуфьевским шоссе, с другой – Липкинским.

Для оценки уровня шумового загрязнения в децибелах (дБ.) измеряются следующие параметры: эквивалентный уровень шума (L_{экв.}) и максимальный уровень шума (L_{макс.}). Измерение этих параметров производилось при помощи цифровой лаборатории «Экология», включающей датчик звука с функцией интегрирования, подключённый к нетбуку и шумомером².

Данный шумоизмерительный комплекс, как и другие современные шумомеры, снабжён корректирующими контурами, которые позволяют снизить чувствительность шумомера к низкочастотным и очень высокочастотным звукам и тем самым приблизить частотные характеристики прибора к свойствам человеческого уха.

Измерение шумового загрязнения³ проводилось в 2-х точках территории экопарка: 1) на поляне в центральной части экопарка и 2) у его восточной границы, у автомобильной дороги.

При выполнении измерений выполнялся следующий порядок действий:

- 1) На включённом нетбуке и с помощью ярлыка на рабочем столе запускается программа «Экология-Практикум», после чего открывается окно, информирующее о том, что датчики не подключены. С помощью USB шнура к нетбуку подключается датчик звука с функцией интегрирования.
- 2) Когда нетбук определил датчик, активизировалась кнопка «Начать измерение». Прибор переводится в режим интегрирования и нажимается кнопка «Начать измерение».

¹ См. прил. 1 рис. 4

² См. прил. 2 фото 1, 2

³ См. прил. 2 фото 3, 4, 5

- 3) После этого на экране начинается построение графика, отображающего измерение эквивалентного уровня шума.
- 4) Каждое измерение проводится в течение 300 с.
- 5) Для окончания измерения нажимается кнопка «Остановить измерение» после чего активизируются кнопки обработки данных, которые экспортируются во внешний файл.

Производится сравнительный анализ полученных данных и данных, отражённых в рис.2

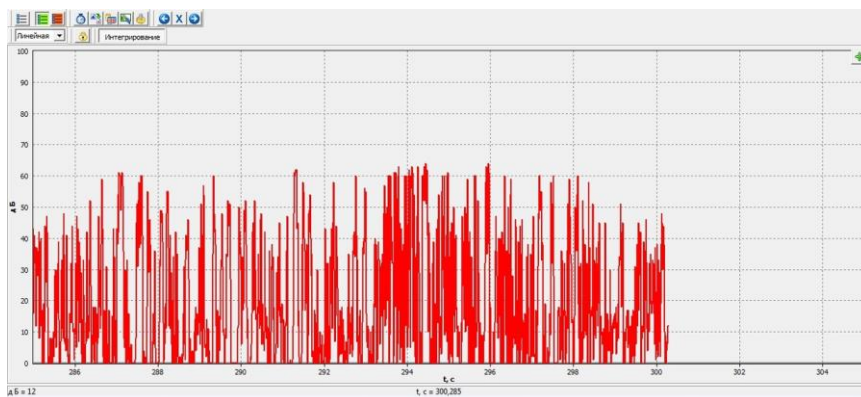


Рис. 5. График изменения уровня шума на центральной поляне экопарка.

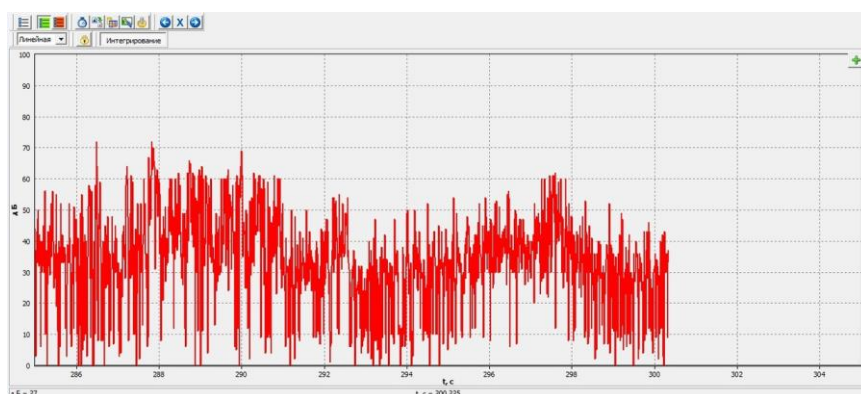


Рис.6. График изменения уровня шума у северной границы экопарка рядом с автомобильной дорогой.

Вывод: анализ данных проведённых измерений, отражённых на графиках (см. рис.5 и рис.6), свидетельствует о том, что средний уровень шума на поляне составляет 12 дБ, что соответствует уровню шума в зимнем лесу в безветренную погоду и относится к «*зоне комфорта*» диапазон шумового воздействия в которой составляет от 0 до 35 дБ.. В то время как средний уровень шума у дороги в 2 раза выше и составляет 37 дБ, что соответствует уровня шума, характерного для сельской местности или согласно «Графику уменьшения жизненного потенциала при нарастании уровня шумового воздействия на организм» (см. прил. 1. рис.1.) попадает уже в «*зону допустимого шумового воздействия*», диапазон которой от 35 до 85 дБ.

2.2 Исследование влияния шума на распределение животных и птиц по территории экопарка.

Для того чтобы выявить, влияет ли уровень шумового загрязнения на местообитание животных и птиц экосистемы парка, был поведён эксперимент, суть которого заключалась в следующем: В тех местах, где мы производили замеры уровня шума (у дороги в «зоне допустимого шумового воздействия» и на поляне в «зоне комфорта») мы ежедневно 3 дня подряд оставляли по 20 семян растений, чтобы по следам на снегу определить, кто приходил на кормежку к каждому из этих мест. В результате наблюдений выяснилось, что на поляне (в «зоне комфорта») на снегу было много следов птиц, а у дороги (в «зоне допустимого шумового воздействия») обнаружены лишь мышиные следы (см. фото 6,7).



Фото 6 Следы птиц на поляне экопарка, в «зоне комфорта» с минимальным шумовым воздействием



Фото 7 Мышиные следы у дороги, в «зоне допустимого шумового воздействия»

Вывод:

Исходя из того, что в центральной части парка, в «зоне комфорта» семена собирали птицы, а на участке рядом с дорогой в «зоне допустимого шумового воздействия» большинство семян досталось мышам, а следов птиц не было, можно предположить, что шумовое зонирование отчасти может определять местообитания животных и птиц.

Вероятно, что влияние шума на животных может косвенно сказываться и на распространение по территории растительности. Например, у деревьев остается меньше шансов оставить новое поколение в тех местах, где их семена не доживают до весны, т. к. съедаются мышами, которые зимой их не прячут.

2.3. Предложения по проведению шумового зонирования территории экопарка и по его учёту при организации работ и планировании его дальнейшего развития.

Результаты наших исследований шума позволяют предположить наличие на территории экопарка 2-х зон шумового воздействия: «зоны комфорта» и «зоны допустимого шумового воздействия». Этот факт безусловно требует дополнительного фактического подтверждения путём проведения детальных исследований уровня шума в разных частях экопарка и в разное время суток, т. е. при разной транспортной нагрузки на автодороги прилегающие к экопарку. Тем не менее, предлагается провести работы позволяющие выполнить шумовое зонирование территории экопарка, т. е. установить условную границу между «зоной комфорта» и «зоной допустимого шумового воздействия». Эта работа имеет смысл с точки зрения учёта такого зонирования при организации работ на территории парка и при планировании обустройства его территории в ходе дальнейшего развития.

В связи с этим предлагается следующий план продолжения исследований:

1. Организовать мониторинг уровня шума в разных частях экопарка с учётом сезонных и суточных изменений интенсивности транспортного потока на прилегающих автотрассах:
 - организовать проведение регулярных наблюдений суточных изменений количества автотранспорта в разные дни недели (будние и выходные)
 - для выявления положения границы разных зон шумового воздействия организовать проведение регулярных измерений уровня шума с помощью цифровой лаборатории «Экология» на разных точках вдоль различных линий (профилей) от поляны к автотрассам и к посёлку (в сторону Девкиного ручья)
 - все точки измерений уровня шума пронумеровать и наносить на план (схему) территории экопарка по мере проведения замеров, которые фиксировать в дневнике наблюдений.
2. На основе полученных данных построить карту шумового зонирования территории экопарка.
3. Выявить наличие в окрестностях других источников шума и определить значимость учёта их воздействия на экосистемы экопарка.

2.3. Резюме к главе 2.

Измерение уровня шумового загрязнения производилось в 2-х точках экопарка: в центральной его части и у автомобильной дороги при помощи цифровой лаборатории «Экология» (датчиком звука с нетбуком). Средний уровень шума на поляне составил 12

дБ, как в «*зоне комфорта*» (до 35 дБ), а у дороги в 2 раза выше и составляет 37 дБ, как «*зоне допустимого шумового воздействия*» (диапазон 35 - 85 дБ).

На основе эксперимента сделано предположение, что шумовое зонирование может отчасти влиять на местообитание животных и птиц, что требует дополнительного фактического подтверждения. В связи с этим предлагается провести работы по сбору фактических данных для шумового зонирования территории экопарка (установить границу между «зоной комфорта» и «зоной допустимого шумового воздействия»), что можно использовать при организации работ на территории парка и планировании дальнейшего развития.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ литературных и других источников информации позволил:

1) Определить особенностями проблемы шумового воздействия на живые организмы, установить диапазоны шумового воздействия, характерные для зон с различным жизненным потенциалом: «Зона комфорта» (от 0 до 35 дБ); «Зона допустимого шума» (от 35 до 85 дБ); «Зона акустического дискомфорта» (50 - 85 дБ); «Зона опасности» (более 85 дБ); «Зона чрезвычайной опасности» (более 120 дБ), с летальным уровнем шума и очень низким жизненным потенциалом.

2) Выявить средства защиты природных объектов и человека от шумового воздействия транспорта и других источников, одним из которых являются защитные лесные насаждения плотной посадки - *полупрозрачный экранирующий барьер* на пути распространения звуковых волн, образующий звуковую тень, эффективность такого экранирующего барьера как средства шумозащиты определяется различным дендрологическим составом и особенностями его конструкции. Кроме них вдоль транспортных магистралей часто применяются *шумозащитные* (или *акустические*) *экраны*, которые снижают шумовое загрязнение на 12-16 дБ.

3) Выбрать доступный метод измерения уровня шум с помощью цифровой лаборатории «Экология».

Измерение уровня шумового загрязнения производилось проводилось в 2-х точках территории экопарка: 1) на поляне в центральной части экопарка и 2) у его восточной границы, у автомобильной дороги на территории экопарка «На неведомых Мытищинских дорожках» - лесного массива, расположенного западнее поселка Вешки, на территории городского округа Мытищи (см. рис.4).

Параметры шумового воздействия измерялись при помощи цифровой лаборатории «Экология» (датчиком звука, подключённым к нетбуку).

Анализ данных показал, что средний уровень шума на поляне составляет 12 дБ, что соответствует уровню шума в «*зона комфорта*» с диапазоном шумового воздействия от 0 до 35 дБ.. Средний уровень шума у дороги в 2 раза выше и составляет 37 дБ, что соответствует уровню шума, характерному «*зоне допустимого шумового воздействия*» с диапазоном от 35 до 85 дБ.

Попытка экспериментально выявить влияет ли уровень шумового загрязнения на местообитание животных и птиц показала, что у дороги, т.е. в «зоне допустимого шумового воздействия», где 3 дня рассыпали семена растений следы оставили мыши, а на поляне в «зоне комфорта») – птицы. Исходя из этого сделано предположение, что шумовое зонирование может отчасти влиять на местообитание животных и птиц. Безусловно это требует дополнительного фактического подтверждения путём проведения детальных исследований уровня шума в разных частях экопарка и в разное время суток, т. е. при разной транспортной нагрузки на автодороги прилегающие к экопарку. В связи с этим предлагается провести работы по выполнению шумового зонирования территории экопарка и установить границу между «зоной комфорта» и «зоной допустимого шумового воздействия» для его учёта при организации работ на территории парка и при планировании обустройства его территории в ходе дальнейшего развития. Предложен проведения детальных исследований:

1. Организовать мониторинг уровня шума в разных частях экопарка с учётом сезонных и суточных изменений мощности транспортного потока на прилегающих автотрассах:

- организовать проведение регулярных наблюдений суточных колебаний количества автотранспорта в разные дни недели (будние и выходные).

- для выявления положения границы разных зон шумового воздействия организовать проведение регулярных измерений уровня шума с помощью цифровой лаборатории «Экология» на разных точках вдоль различных линий (профилей) от поляны к авто-трассам и к посёлку (в сторону Девкиного ручья)

- все точки измерений уровня шума пронумеровать и наносить на план (схему) территории экопарка по мере проведения замеров, которые фиксировать в дневнике наблюдений.

2. На основе полученных данных построить карту шумового зонирования территории экопарка.

3. Выявить наличие в окрестностях других источников шума и определить значимость учёта их воздействия на экосистемы экопарка.

Решение поставленных задач позволяет считать, что цель работы достигнута, а гипотеза подтвердилась.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косова, Н. А К вопросу об акустическом загрязнении от железнодорожного транспорта в городе Абакане / Н.А. Косова // Научная интеграция: сборник научных трудов / Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова. - Абакан, 2016. - С. 981-984.
2. Волков, А.М. Гигиеническое нормирование шума и вибрации подвижного железнодорожного транспорта / А.М. Волков. - М. : Медицина, 1970. - 251 с.
3. Матвеева, А. А Применение биологических и механических барьеров для снижения шумового воздействия на объектах железнодорожного транспорта / А.А. Матвеева // Вестник волгоградского государственного университета. Серия 3: экономика. Экология. - 2011. - №2. - С. 260- 266.
4. <http://www.studfiles.ru/preview/3491051/>
5. <http://sout-kazan.ru/shumovoe-zagryaznenie-okruzhayushhei-sredi/>
6. http://ohrana-bgd.narod.ru/edaproiz_72.html
7. <http://libraryno.ru/2-6-shum-na-territorii-naselennyh-punktov-sissecuresrob2/> Шум на территории населенных пунктов
8. Проблемы шумового загрязнения в городской экосистеме http://studbooks.net/2058004/ekologiya/vliyanie_shumovogo_zagryazneniya_zdorove

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 рисунки

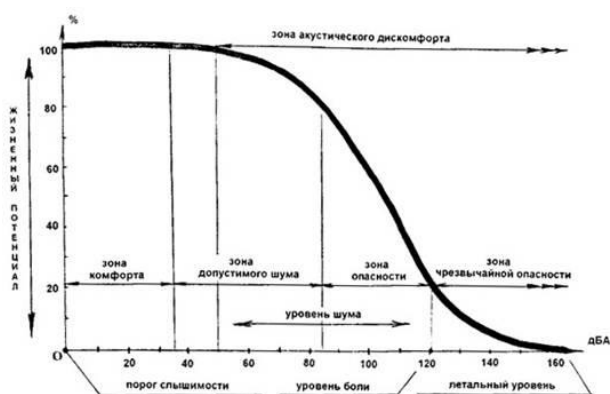


Рис.1. График уменьшения жизненного потенциала при нарастании уровня шумового воздействия на организм.

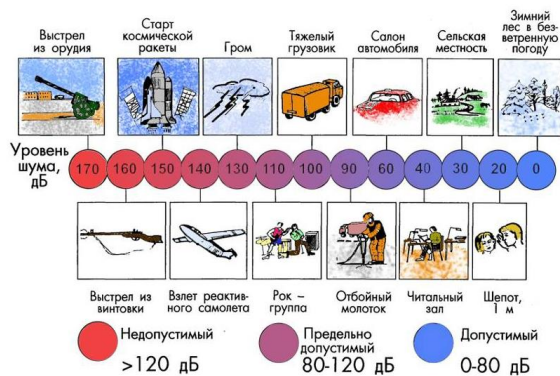


Рис.2. Источники различного уровня шума.



Рис. 3. Расположение Экопарка в пределах г. о. Мытищи.

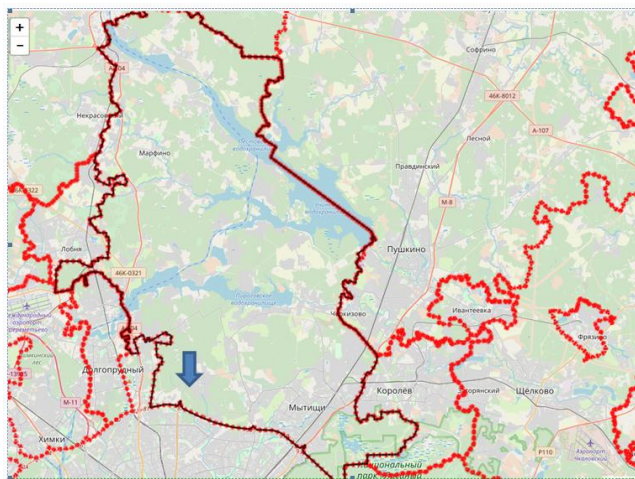


Рис. 4. Фрагмент космического снимка на котором стрелками указано расположение точек измерения шума в экопарке.

Приложение 2 фото



Фото 1 Цифровая лаборатория «Экология», включающая датчик звука с функцией интегрирования, подключённый к нетбуку.



Фото 2 Шумомер.

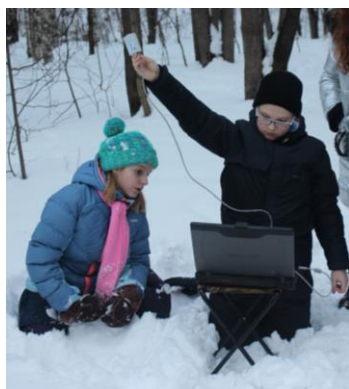


Фото 3,4,5 Измерение уровня шумового загрязнения в экопарке.