

Анатолий Ананьев

Господа водители! Вы хотите в машине только руль покрутить? Или-таки ездить?

111 вопросов звукорежиссеру

*приложение к книгам
"Акустика для звукорежиссеров",
"Акустика Музыки и Речи для звукорежиссеров"*

Киев - 2014

версия: август 2014 г, исправленная и дополненная

ББК
УДК
А64

Рекомендовано Вченою радою КНУКіМ, протокол №12 від 24.05.2012.

Посібник орієнтований на студентів та спеціалістів, що навчаються або підвищують свій фаховий рівень зі звукорежисури. Може бути корисний всім, хто бажає набути базових знань з акустики музичних та мовних сигналів.

Ананьев А.Б.

А64 111 вопросов звукорежиссеру. Приложение к книгам "Акустика для звукорежиссеров", "Акустика Музыки и Речи для звукорежиссеров". Учебное пособие. К.: 2014 . -

Пособие ориентировано на студентов и специалистов, которые обучаются или повышают свой профессиональный уровень в звукорежиссуре. Может быть полезно всем, кто желает приобрести базовые знания по акустике музыкальных и речевых сигналов.

ББК

© А.Б. Ананьев, 2014

111 вопросов звукорежиссеру

Краткое предисловие

Собранные здесь вопросы из области акустики призваны помочь читателю осмыслить пройденный в книгах¹ или известный звукорежиссеру из других источников материал.

Эти вопросы рождены моим твердым убеждением, что хороший профессиональный звукорежиссер должен быть экспертом по слышимому звуку в большей степени, чем представители любых других специальностей.

Отвечая на вопросы, в случае положительного ответа следует разъяснять, как добиться требуемого результата. В случае отрицательного ответа разъяснить, почему требуемого результата добиться нельзя.

Ответы должны быть четкими, полными и лаконичными.

Пособие не содержит ответов на поставленные вопросы. Наличие здесь таких ответов лишило бы это пособие смысла.

Набор вопросов соответствует дисциплинам, которые я преподаю на кафедре звукорежиссуры Института Кино и Телевидения КНУКиИ. Наши студенты, которые посещают занятия, (как, вероятно, и повсюду) делятся на три части. Я верю, что первая часть может отвечать на значительную часть этих вопросов без особой подготовки. Вторая ответить не может, но смысл вопросов понимает. Это немало. Третья и вопросы не понимает, но сама внятно задать вопросы может. Этого мало, но все-таки уже кое-что.

Пособие не может быть свободно от ошибок и недостатков. За все замечания и предложения (в том числе и предложения новых вопросов) я буду крайне признателен. Такие предложения могут быть переданы любым способом, при отсутствии личного контакта - через правление Союза звукорежиссеров Украины или кафедру звукорежиссуры Киевского национального университета культуры и искусств (КНУКиИ).

Автор благодарит Александру Нечай, верного помощника и редактора.

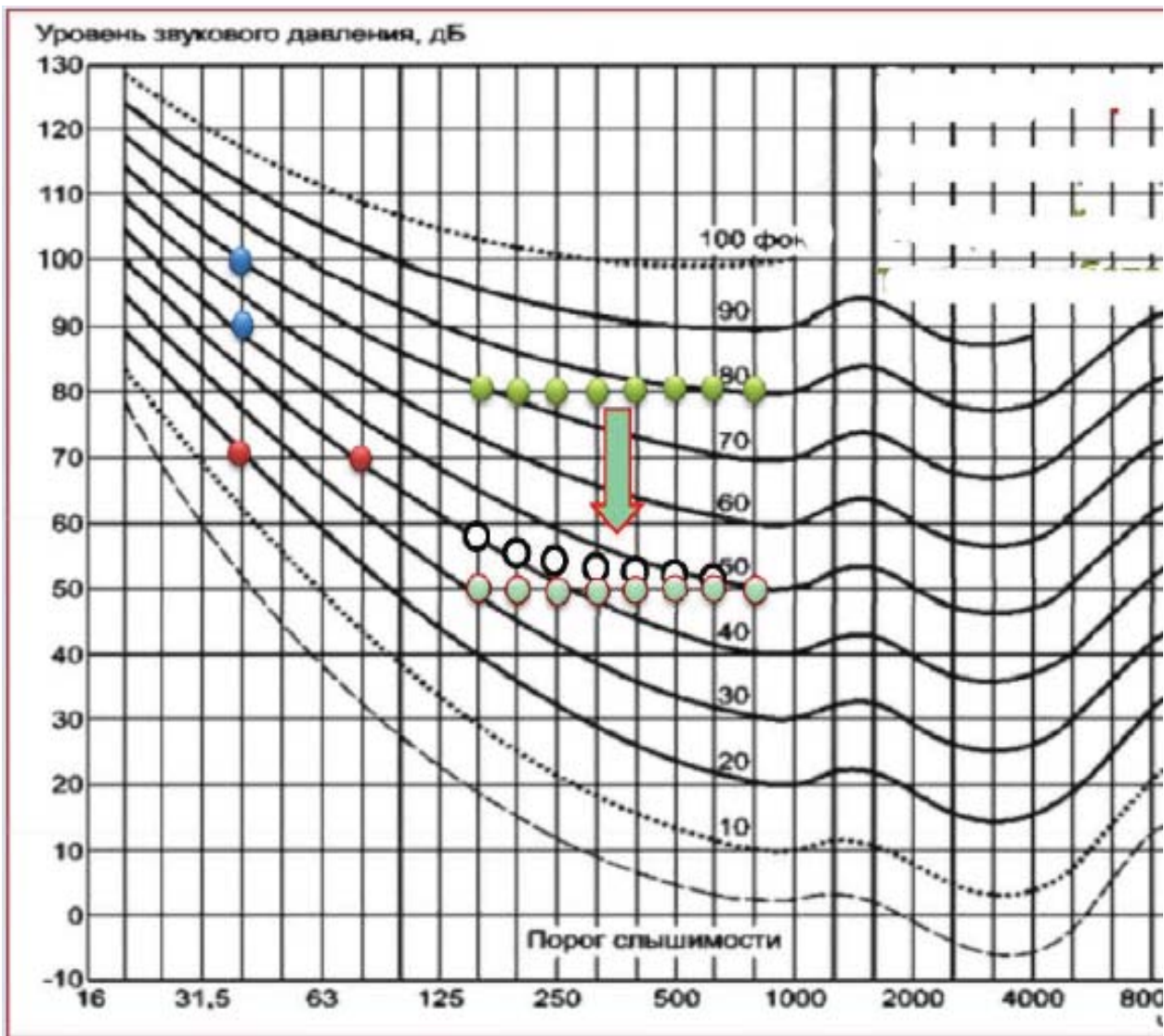
¹ Анатолий Ананьев "Акустика для звукорежиссеров", Киев - "Феникс", 2012, 256 с.
Анатолий Ананьев "Акустика Музыки и Речи для звукорежиссеров", Киев, 2014, 97 с.
электронное издание (.pdf) в свободном доступе

1. Что такое волновое движение, возможно ли волновое движение в неупругой среде.
2. Что такое фронт волны, где он располагается. Зачем нужно знать форму фронта волны.
3. Возможно ли создать оболочку, в принципе препятствующую распространению звука в воздухе за ее пределы так же, как она препятствует распространению запахов в воздухе за ее пределы.
4. Что такое энергия, зачем нужно знать величину энергии. Какими энергетическими параметрами характеризуют звуковое поле
5. Для каких сигналов имеет смысл понятие "длина волны". Какова связь между периодом и длиной волны сигнала при распространении его в звуковом поле.
6. По какому закону, в зависимости от расстояния, изменяются давление и сила звука в свободном поле точечного источника.
7. Между давлением P в точке поля и колебательной скоростью v частицы в этой точке существует связь вида $\frac{P}{v} = \rho_0 c_0$, где ρ_0 – плотность воздуха, а c_0 – скорость звука. Сила звука в этой точке выражается формулой $I = p \cdot v = \frac{P^2}{\rho_0 c_0}$. Величину $z_0 = \rho_0 c_0$ называют "удельным акустическим сопротивлением (в данном случае - воздуха)", иногда "волновым сопротивлением". Почему ее называют именно сопротивлением.
8. Чем отличается уровень интенсивности от уровня громкости. Есть ли разница между понятиями "уровень громкости" и "громкость".
9. Какая существует зависимость между уровнем интенсивности и уровнем звукового давления.
10. К каким тембровым деформациям приводит снижение уровня силы звука с 80 дБ до 50 дБ, а также повышение ее от 80 дБ до 110 дБ.

11. Можно ли, отказавшись от шкалы "децибел", заменить при вычислении уровней интенсивности десятичные логарифмы \lg натуральными \ln .
12. Какая разница между дифракцией и рефракцией.
13. Как выглядит на оси времени гармоническое колебание, модулированное и по амплитуде, и по частоте одновременно.
14. Почему частота дискретизации должна быть не менее чем в 2 (именно в 2) раза больше верхней частоты спектра сигнала.
15. Почему при уменьшении частоты дискретизации уже записанного сигнала (resampling) его еще и нужно перефильтровать?
16. Может ли существовать линейный электроакустический преобразователь с "нелинейной" частотной характеристикой.
17. Может ли существовать нелинейный электроакустический преобразователь с "линейной" частотной характеристикой.
18. В каких единицах измеряется громкость звука. В каких пределах изменяется эта величина.
19. Какие параметры вы выберете для сигнала, который должен оповещать людей о тревожной ситуации.
20. В чем разница между подходами Вебера-Фехнера и Стивенса к психофизиологии ощущений.
21. Почему синусоидальные колебания являются базовыми объектами при звуковых исследованиях и измерениях.
22. Поясните различие между понятиями: "звук", "звуковое колебание", "звуковая волна", "звуковое поле", "звуковая энергия".
23. В чем состоит суть спектральной теоремы Фурье. Что может означать слово "гармоника" в различных контекстах?
24. Чем отличаются линейные искажения сигнала от нелинейных? Как измерять степень линейности/нелинейности электроакустической системы.
25. Искажится ли форма произвольного колебания на выходе по сравнению с формой на входе для линейной электроакустической системы.

26. Является ли эквалайзер линейной/нелинейной системой с линейной/нелинейной частотной характеристикой.
27. Является ли компрессор линейной/нелинейной системой с линейной/нелинейной частотной характеристикой.
28. Какова "судьба" излучаемой звуковой энергии в свете закона сохранения энергии. Какие преобразования претерпевает электрическая энергия при подключении акустической системы.
29. Чем отличаются интерференционные картины от разнесенной пары источников одного и того же сигнала в открытом пространстве и в закрытом помещении.
30. Можно ли считать произвольную точку открытого пространства "вторичным" излучателем сферической или плоской волны.
31. Как изменяется частота основного тона источника звука, движущегося мимо слушателя, в зависимости от расстояния до дороги, по которой движется источник.
32. Как зависит отражающая роль поверхностей, преграждающих путь звуковой волне, от частоты распространяющегося сигнала.
33. Возможно ли, просуммировав несколько синусоидальных сигналов, получить единый модулированный по амплитуде синусоидальный сигнал.
34. Что нужно сделать при спектральном анализе сигнала, чтобы получить его спектрограмму.
35. При каких условиях слушатель может принять одиночный выстрел за два выстрела.
36. При каких условиях слушатель может принять два выстрела за одиночный выстрел.
37. Почему для оценки характеристик сигнала, связанных с громкостью, выбрана логарифмическая шкала.
38. Чем объяснить тот факт, что восприятие мелодической высоты звука связано логарифмической зависимостью с его частотой, и в какой мере это является справедливым.

39. Какие условия нужно выполнить, чтобы в музыкальном глissандо слушатель ощутил интонационную высоту первого и последнего звуков.
40. Что общего и какая разница между гармониками-обертонами музыкального звука и гармониками спектрального разложения сигнала.
41. Чем объяснить тот факт, что звуки, образующие интервал октавы, столь органично сливаются друг с другом.
42. В какой мере изменится громкость звукового сигнала, если интенсивность излучения увеличить на 25%.
43. Может ли быть ощутима на слух добавка к основному сигналу относительно слабой по мощности компоненты.
44. Где-то включили 2 источника звуков, каждый из которых создает уровень 70 dB. Какой вопрос и почему нужно задать для того, чтобы правильно посчитать суммарный уровень звука.
45. Уровень интенсивности источника составлял 9 dB. После вмешательства звукотехника этот уровень можно подсчитать по формуле $9\text{ dB} + 9\text{ dB}$. Что сделал звукотехник?
46. Сколько получится, если к уровню в 20 dB прибавить уровень 20 dB. Насколько громким будет звук с результирующим (суммарным) уровнем интенсивности.
47. Что именно удваивается, если уровень звука одного источника увеличивается на 3 dB, 6 dB, 10 dB.
48. В предыдущих вопросах сказано "уровень звука", а не "уровень силы звука" или "уровень звукового давления". К чему именно относится выражение "уровень звука" в этих вопросах - к интенсивности или давлению.
49. Можно ли выбрать в качестве порога при вычислении децибел величину интенсивности звука, соответствующую уровню, например, в 80 дБ.
50. Даны два синусоидальных сигнала, отмеченные красной меткой на приведенном ниже (стр.8) рисунке. Что нужно сделать, чтобы уравнивать их по громкости.



51. Даны два синусоидальных сигнала, отмеченные синей меткой на том же рисунке. Разница между их уровнями звукового давления составляет 10 дБ. Во сколько раз один из них громче другого.

52. Дана группа синусоидальных сигналов, отмеченных зелеными метками на рисунке стр.8. Уровень силы звука общего сигнала снижен так, что каждая составляющая утрачивает 30 дБ. Что происходит с тембром составного сигнала (менее яркие зеленые метки).

53. Применительно к предыдущему вопросу - что характеризуют метки с белым заполнением, относящиеся к тем же синусоидальным составляющим.

54. Если уровень интенсивности шума составляет 40 дБ, а при включении сигнала суммарный уровень звукового давления повышается до 75 дБ, то какова величина уровня силы звука, создаваемого чистым сигналом.

55. Чем различаются 80 фон и 80 дБ.


56. Вычислите количественную разницу между уровнем в виде dB SPL и dB PA для одной и той же точки звукового поля.

57. Почему частотные характеристики корректирующих фильтров в измерителях звуковых уровней (SLM - Sound Level Meter, называемых еще шумомерами) являются "выпуклыми вверх" во всей области слышимости человека.

58. Что показывает измеритель звукового уровня (SLM) при включенных упомянутых корректирующих фильтрах и при отключенных (режим Flat там, где он имеется).

59. Для расчета общего уровня шума от нескольких вентиляторов в литературе рекомендована формула:

Звуковое давление нескольких источников суммируется по формуле (3)...

 можно считать, что формула (3) выполняется с достаточной точностью.

$$N = 20 \lg \frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}{p_0^2} \text{ db, (3)}$$

Объяснить, в каких случаях можно считать, что формула (3) верна для нескольких источников сигналов.

60. Каков цифровой динамический диапазон сигнала при 8-битовом квантовании, при 16 битовом, при 24 битовом (можно вычислять приблизительно).

61. Сколько необходимо взять независимых одинаковых генераторов шума, чтобы громкость, создаваемую одним из них, увеличить в четыре раза.

62. Возможно ли на слух отличить биения от глубокой амплитудной модуляции.

63. Возможно ли на слух отличить биения от глубокой частотной модуляции.

64. Какое свойство слуха определяет качество восприятия средних звуковых частот в наушниках, которые слабо (с малым коэффициентом передачи) воспроизводят относительно низкие частоты.

<p>65. Что мы услышим, если воспроизведем:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 щелчка с интервалом между ними 6 мсек; • 7 щелчков с интервалом между соседними 6 мсек; • 50 щелчков с интервалом между соседними 6 мсек.
<p>66. Какими средствами и в каких пределах можно управлять кажущимся местоположением источника звука при формировании стереофонического звукового трека.</p>
<p>67. Какие факторы влияют на тембровый (частотный) баланс в сводимой звукорежиссером звуковой картине, содержащей большое количество независимых источников звука.</p>
<p>68. Какими должны быть временные интервалы между звуковыми событиями для решения различных смысловых задач, например - различение нескольких ударов, осознание их количества и т.д.</p>
<p>69. Каковы должны быть длительности исполняемых нот, чтобы можно было судить о правильности интонирования мелодии.</p>
<p>70. Можно ли шумовым (случайным) процессом исполнить записанную нотами кантиленную (напевную) мелодию.</p>
<p>71. На каком расстоянии от источника звука начинается "дальнее поле" для одноухого инвалида.</p>
<p>72. На каком удалении начинается дальнее поле у мониторов ближнего поля.</p>
<p>73. Где должен находиться звукорежиссер при сведении - в ближнем или дальнем поле мониторов ближнего поля.</p>
<p>74. Можно ли сводить звук, пользуясь мониторами дальнего поля.</p>
<p>75. На каком расстоянии от источника звука нужно измерять его характеристику направленности.</p>
<p>76. Можно ли, не проводя измерений, указать в пространстве точки, в которых громкость звука, создаваемого одиночным излучателем, будет одинаковой.</p>
<p>77. В чем состоит основное различие между прослушиванием звуковой программы с помощью наушников и с помощью акустической системы.</p>
<p>78. Где должна располагаться микшерная консоль концертного звукорежиссера в помещении.</p>

79. Где следует располагать экспертную комиссию при проведении музыкальных конкурсов в помещении.
80. Что нужно знать о частотной характеристике электроакустического преобразователя (например, микрофона или наушников) кроме чисел - границ полосы его пропускания: указанных в документации, например, в виде - "частотный диапазон - 80 Гц..16 кГц".
81. Какими свойствами должен обладать диффузор акустической системы, чтобы эффективно излучать и низкие и высокие частоты.
82. Какие величины связывает между собой уравнение энергетического баланса в помещении.
83. Какие существуют формулы для расчета времени реверберации и в чем между ними разница.
84. Разумно ли выбран спад в 60 dB для расчета стандартной реверберации.
85. Можно ли оценить время стандартной реверберации, если вам известно лишь время спада энергии в помещении на 40 dB.
86. Какую роль играют отражатели над сценой и по ее бокам в концертных залах при формировании диффузного поля в помещении.
87. Является ли оптимальное время реверберации временем стандартной реверберации.
88. Что такое эквивалентная (эффективная) реверберация, какова ее роль в акустических свойствах помещения.
89. Является ли время эквивалентной (эффективной) реверберации временем стандартной реверберации.
90. Почему "первыми отражениями" считают отзвуки, приходящие на интервале до 30..35 мс вслед за прямым сигналом. Какова роль первых отражений.
91. В чем состоит различие между терминами: "реверберация", "стандартная реверберация", "оптимальная реверберация", "эквивалентная реверберация".
92. Какими свойствами должен обладать синтезированный звук стука каблучков проходящего мимо и затем удаляющегося человека в гулком коридоре для того, чтобы этот звук выглядел реалистичным.

93. В каком случае замена реальных поглощающих свойств помещения средним коэффициентом звукопоглощения при расчете времени стандартной реверберации приведет к некорректному результату.

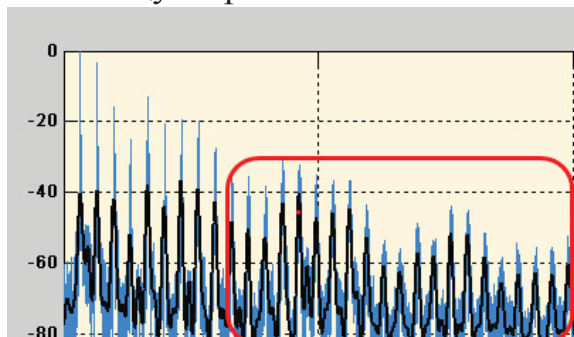
94. Как именно будет записан звук, если в гулком помещении кинооператор осуществит крупный план говорящего актера "наездом" с помощью зум-объектива, а звукооператор при этом будет записывать звук рядом с кинокамерой.

95. Как именно будет записан звук в этой же ситуации, если звукооператор будет осуществлять "чистовую" запись голоса с петличного микрофона, закрепленного на актере.

96. Можно ли представить себе реальную ситуацию, в которой отзвук сформирован только "ранними" отражениями без диффузной компоненты поля.

97. Можно ли представить себе реальную ситуацию, в которой отзвук сформирован только диффузной компонентой поля без "ранних" отражений..

98. Каков вклад отмеченной высокочастотной части спектра сигнала в его общую громкость?



99. Какова роль верхней певческой форманты для качества голоса певца.

100. Как измеряют разрешающую способность слуха по частоте и чему она равна..

101. Что такое критические полосы слуха и какую роль они играют в восприятии звуков.

102. Почему возникла необходимость в единицах dBFS и когда они употребляются.

103. Что такое элайзинг (aliasing), оверсемплинг (oversampling), дитзеринг (dithering).

104. Какие проблемы решает равномерно темперированная музыкальная шкала.
105. В каких частотных пределах возможно точное мелодическое интонирование интервалов, построенных на математической основе.
106. Каковы интервальные соотношения между низшими обертонами музыкального звука.
107. Как связано тембровое восприятие музыкального звука с положением его обертонов относительно верхней певческой форманты.
108. Что такое амплитудное и частотное вибрато музыкального звука.
109. Каково может быть взаимное расположение нижней певческой форманты, верхней певческой форманты и обертонов звука певческого голоса.
110. Какую роль играет раструб в духовых музыкальных инструментах.
111. Почему у кларнета раструб маленький, а у валторны большой.