

УДК 78.02

ББК 85.3

С 28

А

**Севашко, Анатолий Владимирович.**

С 28 Звукорежиссура и запись фонограмм : практическое руководство / А. В. Севашко. — 2-е изд., эл. — 1 файл pdf : 434 с. — Москва : ДМК Пресс, Додэка-XXI, 2023. — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". — Текст : электронный.

ISBN 978-5-89818-358-5

Эта книга посвящена теме «консервации» и воспроизведения объемной звуковой картины, призванной вызывать у слушателей определенный эмоциональный отклик. На ее страницах рассматриваются такие актуальные проблемы современного «фонограммостроения», как акустика помещений и музыкальных инструментов, психоакустика, теория и практика создания объемной звуковой картины средствами двухканальной стереофонии, особенности применения многоканальных систем типа Dolby Stereo, специфика использования аналоговых и цифровых технологий звукозаписи и многие другие, не менее интересные вопросы.

Материал, изложенный в 40 главах, можно использовать как учебное пособие для звукорежиссеров и звукоинженеров всех уровней квалификации — от начинающего любителя до опытного профессионала. «Работники пульта и микрофона» найдут в ней комплексное изложение теории и практики ремесла, множество профессиональных секретов и ценных рекомендаций. Особый интерес данное издание вызовет у пользователей компьютеров, освоивших музыкальный Hard and Soft, но мало знакомых со звуком как таковым.

Несмотря на то что книга написана с расчетом на целевую аудиторию, она, безусловно, заинтересует широкий круг читателей. Автор надеется, что многие явления, описываемые на ее страницах, станут настоящим открытием для меломанов, которые получают возможность существенно расширить свой кругозор, разобраться в тонкостях звучания фонограмм, профессионально оценить качественные характеристики своей аппаратуры и научиться получать максимальное удовольствие от прослушивания современной и классической музыки.

Данное издание будет полезно и композиторам, музыкантам, аранжировщикам, саунд-продюсерам, а также специалистам, имеющим отношение к производству, продаже и эксплуатации звукового, кино- и видеооборудования.

УДК 78.02

ББК 85.3

**Электронное издание на основе печатного издания:** Звукорежиссура и запись фонограмм : практическое руководство / А. В. Севашко. — Москва : ДМК Пресс, Додэка-XXI, 2015. — 432 с. — ISBN 978-5-97060-267-6. — Текст : непосредственный.

Все названия компаний или продуктов, упоминаемые в книге, являются торговыми знаками или зарегистрированными торговыми знаками их владельцев.

Ничто из этой публикации не подлежит ни перепечатке, ни размещению в базах данных, ни передаче в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая электронные, механические, фотокопирование, запись и т. д., без соответствующего на то письменного разрешения владельцев авторских прав.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации.

ISBN 978-5-89818-358-5

© А. В. Севашко

© Издательский дом «ДодэкаXXI»

© Издание, ДМК Пресс, 2015

А

# Содержание

<b>Предисловие</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>Глава 1. Звук — от зарождения к восприятию</b> . . . . .	<b>17</b>
Откуда появляется звук? . . . . .	18
Понятие акустики . . . . .	19
Геометрическая акустика . . . . .	20
Плоская волна . . . . .	20
Сферическая волна . . . . .	21
Волновые характеристики реальных излучателей звука . . . . .	21
Влияние среды распространения на характер волн . . . . .	22
Фазовые характеристики волн . . . . .	22
Кое-что из теории нелинейной акустики . . . . .	23
Отличительные характеристики звуковых волн . . . . .	23
<b>Глава 2. Громкость и динамика звука</b> . . . . .	<b>25</b>
Понятие звукового давления . . . . .	26
Понятие интенсивности звука . . . . .	26
Электрические аналоги понятий давления и интенсивности . . . . .	26
Минимально заметная разница громкостей . . . . .	27
Логарифмический характер шкалы ощущений человека . . . . .	27
Нерукотворный памятник Беллу . . . . .	27
Проверка выбора десятичного основания для логарифма слухового ощущения . . . . .	30
Психоакустическая модель ощущения громкости . . . . .	30
Еще одно понятие, относящееся к громкости, — сон . . . . .	33
<b>Глава 3. Основы теории о высоте звука</b> . . . . .	<b>35</b>
Инфранизкочастотный диапазон . . . . .	36
Ультразвуковой диапазон . . . . .	37
Юмор — это чувство дистанции (Б. Брехт) . . . . .	37
Диапазон слышимого звука. Чистый тон . . . . .	38
Многотоновые звуки, понятие частотного спектра . . . . .	38
Частотные интервалы в теории передачи сигналов . . . . .	40

<b>Глава 4. Психоакустическая оценка тембра и высоты звука . . . . .</b>	<b>41</b>
Понятие тембра . . . . .	43
Понятие основного тона . . . . .	44
Понятие обертонов . . . . .	44
Понятие форманты . . . . .	44
Возможности коррекции тембра корректорами АЧХ . . . . .	46
Зависимость высоты звука от частоты основного тона . . . . .	47
Зависимость высоты звука от частоты обертонов . . . . .	47
Зависимость высоты звука от характеристик, не связанных с частотой . . . . .	47
Оценка высоты тона созвучий . . . . .	48
Частный случай — два тональных звука с обертонами . . . . .	48
Зонная теория . . . . .	48
Что такое цент . . . . .	49
Нелинейный характер слуха. Субъективные тона . . . . .	49
Биения . . . . .	50
<b>Глава 5. Музыкальные стандарты высоты звука, или «Небольшое отступление для технарей, подзабывших теорию музыки» . . . . .</b>	<b>51</b>
История создания нотного ряда . . . . .	52
Пифагорово решение проблемы транспонирования . . . . .	53
Пифагорова комма или «волчья квинта» . . . . .	54
Чистый строй . . . . .	55
Равномерная темперация — модель Веркмейстера . . . . .	55
Сравнение музыкальных строев . . . . .	58
Последовательные и одновременные сочетания звуков . . . . .	59
Понятие гармонического и мелодического интервалов . . . . .	60
Аккорды . . . . .	61
Аккордовые и неаккордовые звуки . . . . .	62
Другие музыкальные строи . . . . .	62
Масштаб частоты в электроакустических измерениях . . . . .	62
<b>Глава 6. Архитектурная акустика . . . . .</b>	<b>63</b>
Что происходит со звуковыми волнами в замкнутом пространстве? . . . . .	65
Исследование реакции на акустический импульс . . . . .	65
Понятие диффузности звукового поля . . . . .	69
Время стандартной реверберации . . . . .	69
Значение ранних отражений . . . . .	71
Необходимость применения законов нелинейной акустики . . . . .	71

<b>Глава 7. Защита от акустических шумов . . . . .</b>	<b>73</b>
Линеаризация АЧХ реверберации . . . . .	74
Допустимый уровень шума . . . . .	74
Источники возникновения шумов . . . . .	75
Методы борьбы с шумами . . . . .	76
Борьба с шумами воздушного происхождения . . . . .	76
Борьба с шумами ударного происхождения . . . . .	78
Глушение шумов в системе вентиляции . . . . .	79
Борьба с низкочастотными шумами электрического происхождения . . . . .	80
<b>Глава 8. Моделирование акустики . . . . .</b>	<b>81</b>
<b>Глава 9. Радиус гулкости и акустическое отношение . . . . .</b>	<b>93</b>
Понятие акустического отношения . . . . .	94
Практическое применение АО . . . . .	95
Введение понятия ОРНГ . . . . .	95
Показательный пример использования ОРНГ . . . . .	98
Зависимость ОРНГ от частоты . . . . .	100
<b>Глава 10. Критерии качества фонограмм . . . . .</b>	<b>101</b>
<b>Глава 11. Теоретические основы стереофонии, или «Объемное звучание — парадоксы без мистики» . . . . .</b>	<b>107</b>
Отличие «живого» звука от воспроизведенного электроакустическим трактом . . . . .	108
Возможности человека по локализации источников звука . . . . .	108
Деление психоакустической теории на моноуральную и бинауральную . . . . .	109
Особенности моноурального восприятия . . . . .	110
Бинауральное слияние . . . . .	110
Бинауральная локализация . . . . .	111
Монофонические фонограммы . . . . .	115
Двухканальные стереофонические фонограммы . . . . .	116
Разрешающая способность двухканальной стереофонии . . . . .	116
Ухудшение локализации в условиях реальной студийной записи . . . . .	118
Ухудшение локализации в условиях домашнего прослушивания стереофонических фонограмм . . . . .	119
Выводы о реальной разрешающей способности стереофонии на современном этапе создания и воспроизведения фонограмм . . . . .	122
Курьезы . . . . .	124

<b>Глава 12. Методика установки колонок для прослушивания стереофонических фонограмм . . . . .</b>	<b>125</b>
<b>Глава 13. Практические опыты стереофонической записи . . . . .</b>	<b>133</b>
Особенности монофонической записи . . . . .	134
Интенсивностная стереофония с использованием пары совмещенных и регулируемых по направлению микрофонов . . . . .	135
Интенсивностно-фазовая стереофония с использованием пары разнесенных микрофонов . . . . .	138
Сравнение интенсивностной и интенсивностно-фазовой стереофонии . . . . .	138
Перспективная технология стереозаписи со странным названием — «Искусственная голова» . . . . .	140
Необходимость полимикрофонной технологии стереозаписи . . . . .	141
Необходимость линейности фазовой характеристики звукозаписывающего тракта . . . . .	142
Балансирование стереокартины . . . . .	143
<b>Глава 14. Вариант «фотографической» технологии полимикрофонной стереозаписи . . . . .</b>	<b>145</b>
Изображение расстояния до виртуальных источников звука . . . . .	147
Задание параметров угловой локализации виртуальных источников звука . . . . .	147
Технология «фотографической» стереозаписи . . . . .	148
Усовершенствование метода фотографической записи при невозможности исключения взаимопроникновения сигналов . . .	154
<b>Глава 15. Трех- и более канальная стереофония . . . . .</b>	<b>159</b>
Особенности терминологии . . . . .	160
Разрешающая способность стереофонии . . . . .	160
Развитие системы двухканальной стереофонии . . . . .	160
Типичный пример озвучивания современного американского кинофильма . . . . .	162
Задачи, решаемые системами Surround Sound . . . . .	163
Максимальная формула Surround Sound 10.1 . . . . .	164
Ограничение формулы 10.1 до 5.1 . . . . .	167
Особенности технической реализации Surround-систем . . . . .	167
Технологии объемного звука в домашних кинотеатрах . . . . .	172
Перспективные форматы записи и воспроизведения объемного звука . . . . .	173
Доступна ли для «рядовой» студии запись в формате Surround 5.1? . . .	175

<b>Глава 16. Акустика инструментов, рождающих музыку . . . . .</b>	<b>179</b>
Определение музыкального инструмента . . . . .	180
Классификации музыкальных инструментов . . . . .	180
Трехгрупповая система классификации музыкальных инструментов . . . . .	180
Система классификации музыкальных инструментов	
Хорнбостеля—Закса . . . . .	181
Развитие конструкций инструментов в отсутствии геометрической теории . . . . .	182
Акустические характеристики музыкальных инструментов . . . . .	183
Характер атаки и затухания звука . . . . .	183
Частотный диапазон и спектр звука . . . . .	185
Тембр — обертоны и форманты . . . . .	185
Стабильность основных тонов и формант . . . . .	185
Особенности настройки инструментов . . . . .	186
Переходные тона . . . . .	186
Случаи отсутствия основного тона . . . . .	186
Громкость излучения и динамический диапазон . . . . .	186
<b>Глава 17. Ударные инструменты . . . . .</b>	<b>189</b>
Тимпаны или литавры . . . . .	190
Большой барабан . . . . .	194
Тарелки . . . . .	196
Малый барабан . . . . .	197
Тамтам . . . . .	198
Треугольник . . . . .	199
Кастаньеты . . . . .	200
Колокольчики . . . . .	200
Колокола . . . . .	201
Ксилофон . . . . .	202
Маримба . . . . .	203
Вибрафон . . . . .	204
Бубен . . . . .	204
Изучаем «Самоучитель игры на бубне» . . . . .	204
Большая ударная установка . . . . .	205
Подготовка к студийной записи ударной установки . . . . .	207
Особенности настройки барабанов . . . . .	207
Технология настройки двухсторонних барабанов «в унисон» . . . . .	209
Технология настройки двухсторонних барабанов на фиксированный интервал . . . . .	210

Студийная запись ударной установки . . . . .	211
Выбор типов микрофонов, наиболее подходящих для записи ударной установки . . . . .	213
<b>Глава 18. Челеста . . . . .</b>	<b>215</b>
<b>Глава 19. Клавесин . . . . .</b>	<b>217</b>
<b>Глава 20. Фортепиано . . . . .</b>	<b>221</b>
История создания и конструкция . . . . .	222
Особенности акустики рояля . . . . .	224
Соотношение акустики инструмента и акустики помещения . . . . .	225
Стереофонический образ инструмента . . . . .	227
Проблемы ухода за инструментом . . . . .	228
<b>Глава 21. Духовые инструменты . . . . .</b>	<b>231</b>
Основы звукоизвлечения . . . . .	232
Сравнение со струной . . . . .	232
Возбуждение колебаний . . . . .	233
Настройка акустического резонансного усилителя на заданную частоту . . . . .	234
Условное деление на деревянные и медные . . . . .	235
Флейта . . . . .	236
Большая флейта . . . . .	237
Малая флейта . . . . .	238
Альтовая флейта . . . . .	238
Особенности записи флейты . . . . .	238
Гобой . . . . .	239
Английский рожок . . . . .	240
Кларнет . . . . .	241
Малый кларнет . . . . .	242
Альтовый кларнет (бассетгорн) . . . . .	243
Бас-кларнет . . . . .	243
Особенности записи кларнетов . . . . .	243
Саксофон . . . . .	244
Фагот . . . . .	245
Контрафагот . . . . .	247
Запись деревянных духовых инструментов . . . . .	248
Медные духовые инструменты . . . . .	249
Корнет . . . . .	249
Альт-корнет . . . . .	249

Тенор . . . . .	250
Баритон . . . . .	250
Труба . . . . .	250
Тромбон . . . . .	252
Валторна . . . . .	253
Туба . . . . .	255
Фанфара . . . . .	256
Особенности записи медных духовых инструментов . . . . .	256
Электрифицированное будущее? . . . . .	257
<b>Глава 22. Орган . . . . .</b>	<b>259</b>
<b>Глава 23. Баян, аккордеон, губная гармоника . . . . .</b>	<b>267</b>
Баян . . . . .	268
Аккордеон . . . . .	271
Губная гармоника . . . . .	271
<b>Глава 24. Скрипка, альт, виолончель . . . . .</b>	<b>273</b>
Скрипка . . . . .	274
Альт . . . . .	277
Виолончель . . . . .	279
<b>Глава 25. Контрабас . . . . .</b>	<b>281</b>
<b>Глава 26. Акустическая гитара . . . . .</b>	<b>285</b>
Конструкция и акустика инструмента . . . . .	286
Типы гитар . . . . .	289
Особенности записи акустической гитары . . . . .	290
<b>Глава 27. Электрогитара . . . . .</b>	<b>295</b>
<b>Глава 28. Бас-гитара . . . . .</b>	<b>301</b>
<b>Глава 29. Арфа . . . . .</b>	<b>305</b>
<b>Глава 30. Ограниченные по составу коллективы исполнителей . . . . .</b>	<b>309</b>
Камерные составы . . . . .	311
Запись хоровых произведений . . . . .	312
Запись современной электронной музыки . . . . .	314
Запись ансамблей, исполняющих современную акустическую музыку . . . . .	315
Запись джаз-бэндов . . . . .	316



<b>Глава 31. Оркестры</b>	<b>319</b>
История оркестра	320
Симфонический оркестр	320
Почему большой оркестр получил название симфонического?	321
Как сочетаются в симфоническом оркестре отдельные инструменты и группы?	322
Струнная группа	323
Группа деревянных духовых инструментов	323
Группа медных духовых инструментов	324
Группа ударных инструментов	325
Группа инструментов, не вошедших в другие группы	326
Стерефонический образ симфонического оркестра	327
Запись симфонического оркестра с солистами	327
Запись симфонического оркестра и хора	328
Другие виды оркестров	329
<b>Глава 32. Лампа или полупроводник — стоит ли игра свеч?</b>	<b>331</b>
О минусах транзисторов	332
О плюсах транзисторов	333
О минусах ламп	333
О плюсах ламп	334
<b>Глава 33. Микрофоны</b>	<b>337</b>
Конденсаторные микрофоны с внешним источником напряжения для поляризации обкладок	339
Электретные микрофоны	342
Пьезоэлектрические микрофоны	342
Динамические микрофоны	343
Радиомикрофоны	343
RZM-приемники звука	344
Характеристики приемников звука	346
Проблемы, возникающие в процессе эксплуатации приемников звука	348
<b>Глава 34. Контрольные акустические агрегаты и головные стереотелефоны.</b>	<b>351</b>
Характеристики динамиков и акустических колонок	352
Оценка переходных процессов	354
Проблемы соответствия рекламы и действительности	354
Проблемы с качеством	354
Искажения, возникающие в слуховой системе человека	355

Классификация акустических колонок . . . . .	355
Особенности акустических агрегатов ближней зоны . . . . .	356
Особенности акустических агрегатов дальней зоны . . . . .	357
Необходимость фазирования . . . . .	358
Подбор стереопары . . . . .	358
Особенности подключения пассивных акустических колонок . . . . .	359
Магнитное экранирование . . . . .	359
Головные стереотелефоны . . . . .	359
Особенности применения головных телефонов в студиях звукозаписи . . . . .	360
Перспективы развития электроакустических систем . . . . .	361
Технология NXT . . . . .	361
<b>Глава 35. Аналоговые магнитофоны . . . . .</b>	<b>363</b>
Принципы работы магнитофона . . . . .	366
Технические характеристики современных магнитофонов . . . . .	367
Достоинства и недостатки аналоговых магнитофонов . . . . .	368
Многоканальная аналоговая запись . . . . .	371
Будущее в прошлом? . . . . .	371
<b>Глава 36. Караул, оцифровывают! . . . . .</b>	<b>373</b>
Формат CD . . . . .	374
Формат SACD . . . . .	374
Формат DVD-Audio . . . . .	376
Многоканальная запись и сведение в формате PCM — Pro Tools лидирует . . . . .	376
Станция премастеринга и авторизации звука формата SACD . . . . .	379
Необходимость применения DSP. . . . .	380
Устаревшие алгоритмы цифровой обработки звука . . . . .	383
Влияние высоких частот на качество звуковоспроизведения . . . . .	384
Сравнивать рано . . . . .	385
Требования к трактам записи-обработки фонограмм форматов DVD-A и SACD . . . . .	386
<b>Глава 37. Звукорежиссер и индикаторы уровня — кто прав, кто виноват? . . . . .</b>	<b>389</b>
Для чего нужен визуальный контроль уровня сигнала? . . . . .	390
Технологические проблемы . . . . .	390
Аналоговая магнитная запись . . . . .	390
Цифровые системы . . . . .	391
Радиопередачи . . . . .	391

## Содержание

---

Громкость . . . . .	392
Характер звукового сигнала . . . . .	393
Характеристики и типы стандартизованных измерителей . . . . .	393
VU-meter . . . . .	395
Квазипиковый ИУ . . . . .	395
Peak Level Meter . . . . .	396
Over . . . . .	397
Градуировка шкалы: почему не в вольтах? . . . . .	397
<b>Глава 38. Можно ли научить профессии звукорежиссера? . . . . .</b>	<b>399</b>
<b>Глава 39. Звукозапись в законе . . . . .</b>	<b>407</b>
Раздел 2. Авторское право . . . . .	409
Закон Соединенных Штатов Америки Об Авторском Праве (версия 1976 г.) . . . . .	410
Конвенция об охране интересов производителей фонограмм от незаконного воспроизводства их фонограмм от 29 октября 1971 г. . . . .	412
Раздел 3. Смежные права . . . . .	416
Раздел 5. Защита авторских и смежных прав . . . . .	418
<b>Глава 40. Опасности профессии . . . . .</b>	<b>419</b>
Об ущербе, наносимом колебаниями в неслышимых диапазонах частот . . . . .	420
Инфразвук . . . . .	420
Ультразвук . . . . .	421
О вреде громкого звука . . . . .	421
Меры по защите слуха . . . . .	423
Обеспечение электромагнитной безопасности при эксплуатации компьютерной техники . . . . .	424
Заземление . . . . .	425
Защита от статического электричества . . . . .	427
Профилактика оборудования . . . . .	429
<b>Заключение . . . . .</b>	<b>431</b>