

Н.И. Иванов

ИНЖЕНЕРНАЯ АКУСТИКА

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА БОРЬБЫ С ШУМОМ

*Допущено Учебно-методическим объединением вузов
по университетскому политехническому образованию
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению 280100 «Безопасность
жизнедеятельности», специальности 280102 «Безопасность
технологических процессов и производств»*



Москва
Логос
2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

Термины, определения, обозначения	7
Предисловие	11
Введение в инженерную акустику	13

Часть I

ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АКУСТИКИ

Глава 1. Основные понятия физической акустики

1.1. Определения	25
1.2. Излучение и распространение звука	27
1.3. Распространение звука в помещении	31
1.4. Поглощение, отражение и прохождение звука	33
1.5. Интерференция звука	34
1.6. Дифракция звука	35

Глава 2. Основные понятия о шуме и вибрации

2.1. Общие характеристики шума	37
2.2. Спектральные и временные характеристики шума	39
2.3. Операции с децибелами. Примеры расчетов	44
2.4. Характеристики вибрации	47

Глава 3. Нормирование шума, вибрации, ультра- и инфразвука

3.1. Воздействие шума на человека	51
3.2. Основные принципы нормирования шума	52
3.3. Нормы шума на рабочих местах	54
3.4. Нормы шума в зданиях и на территории жилой застройки	57
3.5. Технические нормы шума машин	59
3.6. Ультра- и инфразвук: влияние на человека, нормирование	61
3.7. Влияние вибрации на человека, нормирование	63

Глава 4. Источники шума

4.1. Классификация	65
4.2. Механический шум деталей машин	68
4.3. Аэродинамический шум	74
4.4. Гидродинамический шум	80
4.5. Электромагнитный шум	82

Глава 5. Акустические измерения

5.1. Шум на рабочих местах	85
5.2. Шум на жилой территории, в помещениях жилых и общественных зданий	86
5.3. Шум транспортных потоков	87
5.4. Определение шумовых характеристик ориентировочным методом	89
5.5. Измерение коэффициента звукопоглощения	92
5.6. Определение звукоизоляции ограждающих конструкций	95
5.7. Измерения эффективности акустических экранов	97
5.8. Оценка погрешности виброакустических измерений	99

Часть II АКУСТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ В ИНЖЕНЕРНОЙ АКУСТИКЕ

Глава 6. Расчеты шума в открытом пространстве и в помещениях

6.1. Базовые положения акустических расчетов	103
6.2. Расчеты шума в открытом пространстве	108
6.3. Расчеты шума в помещениях	112

Глава 7. Расчеты ожидаемой шумности (на примере строительных машин)

7.1. Расчет воздушного шума в кабине экскаватора	119
7.2. Расчет внешнего шума	128
7.3. Расчет структурного звука	134

Глава 8. Расчет эффективности шумозащитных средств

8.1. Расчет эффективности звукоизолирующего капота	138
8.2. Расчет эффективности широкого акустического экрана-насыпи	141
8.3. Расчет эффективности транспортных акустических экранов-барьеров	143
8.4. Расчет эффективности экранирующих сооружений сложной формы	145
8.5. Расчет эффективности капотов (экранов) сложной формы	154

Часть III ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА И ВИБРАЦИИ

Глава 9. Общие сведения о методах и средствах защиты от шума и вибрации

9.1. Классификация	159
9.2. Средства индивидуальной защиты от шума	163
9.3. Активная шумовиброзащита	166
9.4. Организационно-технические меры защиты от шума	169

Глава 10. Звукоизоляция и звукопоглощение

10.1. Звукоизолирующие и звукопоглощающие средства	170
10.2. Классификация звукоизолирующих ограждений	172
10.3. Упрощенный расчет звукоизоляции одностенного (однослойного) ограждения	174
10.4. Графоаналитический расчет звукоизоляции однослойного ограждения	176
10.5. Расчет звукоизоляции многослойного и двухстенного ограждений	181
10.6. Влияние на звукоизоляцию проемов, отверстий и щелей	183
10.7. Классификация звукопоглощающих покрытий	184
10.8. Расчет звукопоглощения	186

Глава 11. Звукоизолирующие кабины

11.1. Применение	188
11.2. Классификация	189
11.3. Влияние внешних и внутренних источников на шум в кабине	190

11.4. Процессы шумообразования в кабинах транспортных машин	191
11.5. Акустические свойства кабин	194
11.6. Вклад звуковой вибрации в процессы шумообразования в кабине	198
11.7. Проектирование звукоизолирующих кабин	199

Глава 12. Звукоизолирующие капоты

12.1. Применение	201
12.2. Классификация	202
12.3. Связь акустической эффективности с тепловым режимом	203
12.4. Связь акустической эффективности с конструктивным исполнением	208
12.5. Проектирование звукоизолирующих капотов	211

Глава 13. Акустические экраны и экранирующие сооружения

13.1. Классификация	213
13.2. Физические принципы работы АЭ	216
13.3. Выбор параметров АЭ	220
13.4. Расположение и монтаж АЭ	225
13.5. Конструирование и применение транспортных АЭ	228

Глава 14. Глушители шума

14.1. Физические принципы работы	233
14.2. Характеристики	236
14.3. Классификация и применение	238
14.4. Расчет эффективности некоторых глушителей	242
14.5. Глушители воздуховодов	244
14.6. Глушители шума выпуска двигателей внутреннего сгорания	250

Глава 15. Виброизоляция и вибродемпфирование

15.1. Применение	261
15.2. Физическая сущность	263
15.3. Расчет эффективности виброизоляции	267
15.4. Типы виброизоляторов	270
15.5. Классификация и расчет вибродемпфирующих покрытий	273
15.6. Применение и эффективность вибродемпфирующих покрытий и конструкций	278

Часть IV

ПРАКТИКА БОРЬБЫ С ШУМОМ И ВИБРАЦИЕЙ

Глава 16. Снижение шума автомобилей

16.1. Характеристики шума	283
16.2. Источники шума	285
16.3. Снижение внешнего шума	290
16.4. Пути снижения внутреннего шума	292
16.5. Применяемые акустические материалы	296

Глава 17. Проектирование шумозащиты транспортных машин

17.1. Способы и порядок проектирования шумозащиты	298
17.2. Методы и средства защиты от шума на ТМ	301

17.3. Требования к шумовиброзащитным конструкциям	302
17.4. Влияние состава шумовиброзащитного комплекса на процессы шумообразования	309
17.5. Оптимизация шумовиброзащитного комплекса	315

Глава 18. Снижение шума строительно-дорожных машин и тракторов

18.1. Источники шума	321
18.2. Характеристики шума в кабинах	322
18.3. Характеристики внешнего шума	324
18.4. Снижение шума в кабинах	325
18.5. Снижение внешнего шума	333

Глава 19. Борьба с шумом на производстве

19.1. Общая оценка производственного шума	339
19.2. Металлорежущие станки	339
19.3. Деревообрабатывающие станки	344
19.4. Стационарные компрессорные установки	346
19.5. Борьба с шумом вентиляционных систем	351
19.6. Оборудование для переработки пластмасс	354
19.7. Пневмосистемы	358

Глава 20. Борьба с шумом в городах

20.1. Влияние повышенного шума на население городов	361
20.2. Источники шума в городах и населенных пунктах	362
20.3. Шум автотранспортных потоков	364
20.4. Распространение шума в городской застройке	366
20.5. Снижение шума сооружениями	370
20.6. Снижение шума строительства	372
20.7. Расчеты ожидаемого шума в жилой застройке	375
20.8. Градостроительные меры защиты от шума	377
20.9. Карты шума городов	381

Глава 21. Защита от авиационного шума

21.1. Методы оценки, нормирования и контроля авиационного шума на местности	383
21.2. Шум реактивных самолетов	388
21.3. Шум винтовых самолетов и вертолетов	392
21.4. Снижение шума вблизи аэропортов	394
21.5. Снижение шума в салонах пассажирских самолетов	396

Глава 22. Шум и вибрация железнодорожного транспорта

22.1. Источники шума	405
22.2. Внешний шум поезда	407
22.3. Расчет шума поездов	409
22.4. Вибрация и структурный звук, возбуждаемые движением поездов	412
22.5. Снижение шума и вибрации в окружающей среде	416
Список литературы	421
Об авторе	423