

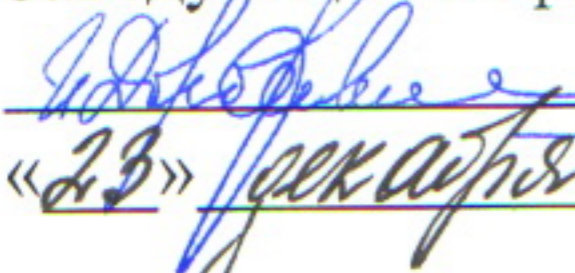
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет культуры и искусств»

Факультет музыкального и хореографического искусства

Кафедра эстрадной музыки

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

 М. А. Дорофеева
«23» декабря 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета

 И. М. Громович
«23» декабря 2022 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

АКУСТИКА

для специальности 6-05-0215-10 Компьютерная музыка

профилизация: Компьютерная аранжировка музыкальных произведений

Составитель: Поляков Г. Г., преподаватель кафедры эстрадной музыки

Рассмотрено и утверждено на заседании Совета факультета музыкального и хореографического искусства 26.12. 2022 г., протокол № 5

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	4
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	7
2.1 Содержание учебного материала.....	7
3. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	14
3.1 Практические задания.....	14
4. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	16
4.1 Темы для управляемой самостоятельной работы студентов..	16
4.2 Формы и средства диагностики.....	16
4.3 Перечень вопросов к зачету.....	16
5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	18
5.1 Учебная программа.....	18
5.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины.....	21
5.3 Список литературы.....	21

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Акустика» входит в модуль «Основы звукорежиссуры» и является важной частью профессиональной подготовки специалистов высшей квалификации по специальности 1-17 03 01 Искусство эстрады, направления специальности 6-05-0215-10 Компьютерная музыка. Учебная дисциплина «Акустика» тесно связана с такими специальными и профильными учебными дисциплинами, как «Аранжировка и переложение музыкальных произведения», «Виртуальные музыкальные инструменты», «Компьютерная аранжировка», «Компьютерные технологии в сфере искусства эстрады», «Основы алгоритмической музыки», «Специализированное компьютерное обеспечение».

Цель учебной дисциплины – освоение студентами базовых знаний в области акустики, интеграция этих знаний в их практическую профессиональную деятельность.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение студентами основ физической, музыкальной, электро- и психоакустики, а также акустики пространств и помещений;
- изучение студентами строения звукового тракта, функционирования отдельных его компонентов, способов коммутации электроакустических устройств;
- изучение студентами популярных моделей электроакустических устройств и их программных эмуляторов;
- формирование у студентов базовых навыков использования электроакустического оборудования, с учетом правил его эксплуатации и техники безопасности;
- формирование у студентов базовых навыков обработки электроакустических сигналов (компрессии, эквалазации и др.).

В результате освоения учебной дисциплины «Специализированное компьютерное обеспечение» студенты должны

знать:

- содержание понятий «звук», «слышимый звук», «музыкальный звук», «шумовой звук»;
- физические свойства звука;
- особенности восприятия звука человеком и животными;
- особенности распространения звуковых волн в помещениях и на открытой местности;
- строение звукового тракта;
- виды шума;
- популярные модели компрессоров, эквалайзеров и ревербераторов;

- технику безопасности при работе с электроакустическим оборудованием.

уметь:

- выполнять эквалазацию и компрессию звука;
- применять искусственную реверберацию в процессе создания музыкальной аудиозаписи;
- производить коммутацию электроакустических устройств;
- выбирать оптимальные способы маршрутизации электроакустических сигналов;
- в случае необходимости, грамотно транспортировать электроакустическое оборудование.

владеть:

- понятийно-терминологическим аппаратом физической, музыкальной, пространственной, электро- и психоакустики;
- навыками коммутации электроакустического оборудования;
- техникой безопасности при работе с электроакустическим оборудованием;
- комплексом программных средств, эмулирующих работу популярных электроакустических устройств (компрессоров, эквалайзеров, ревербераторов).

Освоение учебной дисциплины «Акустика» должно обеспечить формирование у студентов следующих *компетенций*:

- академических:

УК-1. Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации.

УК-2. Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационных технологий.

УК-5. Быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности.

- профессиональных:

БПК-10. Понимать цели и задачи будущей профессии.

БПК-11. Применять знания о физической природе звука, о принципах представления музыкальной информации в компьютере при использовании основных классов программного обеспечения и методов обработки информации.

СК-11. Использовать теоретические знания и практические навыки в области звукорежиссуры.

В соответствии с учебным планом по направлению специальности 6-05-0215-10 Компьютерная музыка на изучение учебной дисциплины «Акустика» всего отведено 120 академических часов, из которых 60 часов –

аудиторные практические занятия. Итоговая форма контроля знаний студентов – зачет.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Содержание учебного материала

Физические свойства и особенности восприятия звука. В широком смысле, звук – особый вид механических колебаний, возникающих в упругих средах и телах (твердых, жидких, газообразных), способных вызывать слуховые ощущения (слышимый звук); в узком смысле, звук – субъективное восприятие этих колебаний специальными органами чувств человека или животных. Звуковой сигнал можно представить, как совокупность различных синусоидальных составляющих. Каждая составляющая характеризуется рядом параметров:

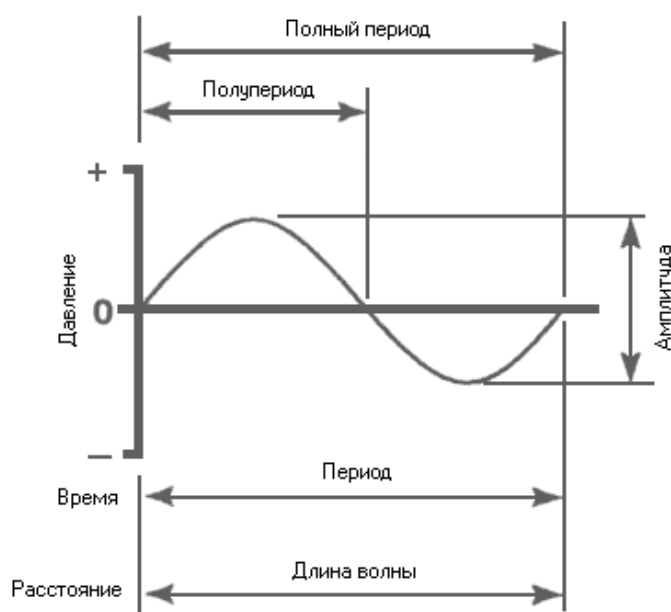


Рис. 1. Период колебания звуковой волны

Высота звука определяется частотой звуковой волны. Чем выше частота, тем выше звучание:

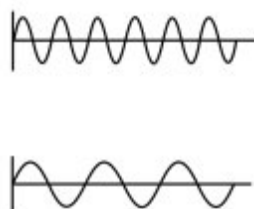


Рис. 2. Частота звуковых колебаний

Высота звука измеряется в герцах (Гц, Hz) или килогерцах (КГц, KHz). $1 \text{ Гц} = 1/\text{С}$. То есть колебание в 1 Гц соответствует волне с периодом

продолжительностью в 1 секунду. Громкость звука определяется амплитудой сигнала. Чем выше амплитуда звуковой волны, тем громче сигнал:

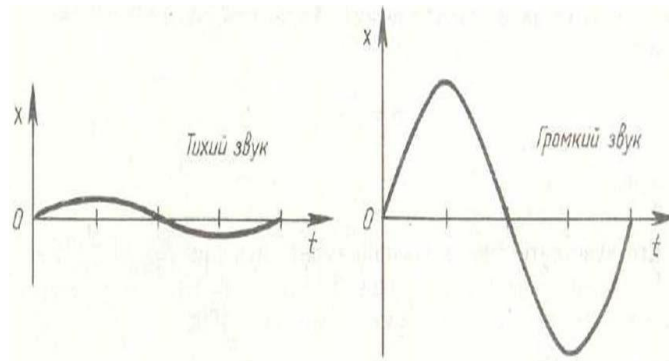


Рис. 3. Амплитуда звуковых колебаний

Громкость звука измеряется в децибелах и обозначается дБ. Единица измерения названа в честь Александра Грэма Белла. Приставка деци применяется для обозначения единиц в долях, равных 1/10. Соответственно, децибел — это 1/10 Бела. Белл определяется, как логарифм отношения электрических, акустических или других мощностей:

$$\text{Бел} = \log(P1/P0),$$

$$\text{дБ} = 10 \times \log(P1/P0).$$

Чувствительность человеческого уха к громкости звука носит логарифмический характер, поэтому мощность, выраженная в децибелах, точнее отражает восприятие звуков:

- 0 db - предел чувствительности уха
- 10 db - шорох листьев
- 20 db - тихий сад
- 30 db - тихая комната
- 40 db - тихая музыка, шум в жилом помещении
- 50 db - шум в ресторане
- 60 db - средний уровень разговорной речи на расстоянии 1 м., громкий радиоприемник
- 70 db - шум мотора грузового автомобиля
- 80 db - шумная улица
- 90 db - fff симфонического оркестра, автомобильный гудок
- 100 db – сирена
- 110 db - пневматический молот
- 120 db - реактивный двигатель на расстоянии 5 м.
- 130 db - болевой порог.

Скорость звука в различных средах неодинакова. Так, например, в воздухе она составляет примерно 330 – 340 м/с и может изменяться, в зависимости от температуры. Длина звуковой волны для различных частот рассчитывается по формуле $\lambda=c/v$, где c – скорость звука, а v – частота.

Закономерности восприятия человеком звуковых частот имеют нелинейный характер. Слышимый звук: от 20 Гц до 20 кГц; ниже – инфразвук, выше – ультразвук. Слуховая система – чрезвычайно тонкий аппарат, она имеет ограничения в восприятии частотного, динамического диапазона, в разрешающей способности, очень чувствительна к перегрузкам и т. д. Только звуки, попадающие в диапазон частот 20...20000 Гц, воспринимаются человеком в качестве слуховых ощущений. Измерения показали, что звуки с частотой 20 кГц могут услышать только очень редкие люди в очень молодом возрасте. В среднем чувствительность слуха к высоким частотам снижается каждые 10 лет на 1000 Гц. Примерно к 60 годам средний порог по высоким частотам составляет 12 кГц у женщин, у мужчин снижение частотных порогов происходит быстрее и часто составляет 5...6 кГц.

Наличие двух приемников слуха обеспечивает человеку возможность воспринимать пространственный звуковой мир и оценивать перемещение звуковых сигналов в пространстве. Информация, которая поступает на оба слуховых канала, обрабатывается в периферической части слуховой системы (подвергается спектрально-временному анализу) и затем передается в высшие отделы головного мозга, где путем сравнения этой информации из двух разных каналов формируется единый пространственный слуховой образ. Способность человека определять локализацию источника звука в трехмерном пространстве называется бинауральным слухом.

Акустика пространств и помещений. Если звуковые волны замкнуть в ограниченном пространстве, характер их распространения изменится. Попадая на поверхность, звуковая волна частично отражается от нее, отчасти поглощается материалом поверхности, переходя в тепловую энергию; незначительная ее доля проходит в соседнее помещение или пространство. Какая именно часть энергии отражается обратно в помещение, определяет коэффициент отражения поверхности. Степень поглощения определяет коэффициент поглощения. Относительная мощность волны, прошедшая сквозь поверхность, задает коэффициент звукопроводности.

Принято различать звукоизоляцию, задача которой – предотвращать проникновение посторонних шумов в помещение, а также выход звука из помещения; и звукопоглощение, непосредственно формирующее акустику студийного помещения. Главной рекомендацией по обеспечению хорошей звукоизоляции помещения является построение массивных толстых стен из

кирпича и бетона. Однако при таких решениях, достигая хорошей изоляции воздушного шума, не удастся избежать структурных шумов, поскольку мощные конструкции являются хорошими проводниками вибраций. Поэтому при проектировании стен необходимо делать виброразвязанные узлы примыкания стены к полу и перекрытию. В таких случаях можно добиться очень хорошей звукоизоляции, достигающей до 70 дБ. Если же нужно увеличить звукоизоляцию уже имеющегося помещения, то традиционным решением является установка легких звукоизоляционных плит. Установка легких дополнительных стен на некотором расстоянии от защищаемой стены также дает более высокую звукоизоляцию, поскольку отсутствуют жесткие связи между стенами.

При больших размерах помещений можно говорить о его собственной специфической реверберации. Реверберация (англ. *reverberation*) – это процесс постепенного уменьшения интенсивности звука при его многократных отражениях. Реверберация характеризуется рядом параметров, таких, как «pre-delay», «decay» и «damping». Общее время реверберации обозначается с помощью показателя RT60 (за какое время уровень реверберации снизится на 60 dB). В практике современной звукозаписи и звукорежиссуры используется т. н. искусственная реверберация, создаваемая при помощи специальных аппаратных устройств – ревербераторов, а также их программных аналогов (Eventide, Exponential Audio, Lexicon, Valhalla и др.).

Музыкальная акустика. Все звуки условно делятся на музыкальные и шумовые. Музыкальными называются звуки, имеющие определенную высоту, которую можно измерить с абсолютной точностью. Всякий музыкальный звук можно повторить голосом или на музыкальном инструменте. Шумовые звуки не имеют точно выраженной высоты, например, треск, скрип, стук, гром, шорох и т. п.

Спектр звука – совокупность его гармонических составляющих, таких, как основной тон, субтоны, обертоны, форманты. Основной тон – нижний тон натурального звукоряда, звук, который создает акустическая система, когда колеблется с низшей возможной для нее частотой. Обертоны или частичные тоны (от нем. *oberton* – верхний тон) – это неизбежные примеси, присутствующие в звуке любой природы. Их количество и громкость могут сильно варьироваться, благодаря чему формируется различная тембровая окраска звука. Различают гармонические (гармоники) и негармонические обертоны (ингармоники). Наиболее интенсивные негармонические обертоны, объединенные в группы, называют формантами. В звуке музыкальных инструментов форманты возникают за счет колебаний резонатора. Частота форманты всегда выше частоты основного тона. Если же частота основного

тона меняется и при этом превышает частоту колебания форманты, то последняя, по завершению резонансного процесса, выпадает. Форманты, как правило, придают звуку инструмента тембр одной из гласных. Так, например, у гобоя ярко выражена краска гласного звука «а», а у тубы – «у». Певческие форманты – спектральные составляющие певческого голоса, характеризующие его специфическую тембровую окраску.

Амплитудная огибающая музыкального звука (англ. *amp envelope*) отражает его динамические характеристики, а именно:

- *атаку* (англ. *attack*) – нарастание звукового сигнала;
- *спад* (англ. *decay*) – небольшое ослабление сигнала, следующее за атакой;
- *поддержку* (англ. *sustain*) – удержание сигнала на одном уровне после спада;
- *затухание* (англ. *release*) – снижение уровня сигнала до полного его исчезновения.

Амплитудная огибающая является важнейшей характеристикой звуков, извлекаемых с помощью различных музыкальных инструментов (ударных, фортепиано, гитары, скрипки и др.).

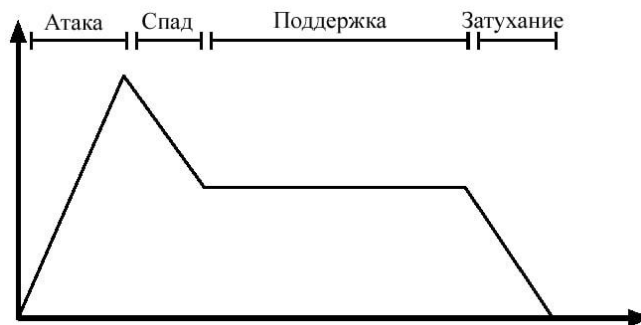


Рис. 4. Амплитудная огибающая музыкального звука

Звуковой тракт. Звуковой, или электроакустический тракт – совокупность электроакустических устройств, участвующих в передаче (записи, усилении, обработке и пр.) звукового сигнала, от его приема до воспроизведения. Так, в звуковой тракт могут входить микрофоны, усилители мощности, устройства обработки звука (эквалайзеры, компрессоры, ревербераторы), акустические системы и прочие электроакустические устройства. В качестве важной составляющей звукового тракта часто выступает микшерный пульт (или микшерная консоль, англ. *mixing console*) – устройство, предназначенное для суммирования электроакустических сигналов с нескольких источников в один или более выходов. Также при помощи микшерного пульта осуществляется маршрутизация сигналов. Микшерные пульты широко применяются как в

студийной, так и в сценической звукорежиссерской практике, в силу чего существует огромное их модельное разнообразие, представленное различными производителями. Основной характеристикой микшерного пульта является количество входных каналов. Также в микшерный пульт может быть встроен процессор звуковых эффектов, что в процессе работы позволяет исключить необходимость использования дополнительных устройств обработки звука.

Микрофоны и акустические системы. Микрофон (от греч. μικρός – маленький, φωνή – звук) – электроакустический прибор, преобразовывающий звуковые колебания в колебания электрического тока. Служит первичным звеном в цепочке звукового тракта. Микрофоны широко используются во в звукозаписи и видеозаписи, на радио, телевидении, а также для ультразвукового контроля и измерения. В звукорежиссерской практике наиболее распространены динамический и конденсаторный микрофоны. Динамический микрофон по устройству представляет собой мембрану, соединенную с легким токопроводом, помещенным в сильное магнитное поле. Колебания давления воздуха (звук) воздействуют на мембрану и приводят в движение токопровод. Когда токопровод пересекает силовые линии магнитного поля, в нем наводится ЭДС индукции. ЭДС индукции пропорциональна как амплитуде колебаний мембраны, так и частоте колебаний. Конденсаторный микрофон по конструкции представляет собой конденсатор, одна из обкладок которого выполнена из эластичного материала (обычно полимерная пленка с нанесенной металлизацией). При воздействии на нее звуковых колебаний, она изменяет емкость конденсатора. Если конденсатор заряжен, то изменение емкости конденсатора приводит к изменению напряжения, которое и является полезным сигналом с микрофона. Важнейшей характеристикой любого микрофона является его направленность (кардиоидная, круговая, «восьмерка»).

Акустической системой называется устройство, предназначенное для преобразования электрических импульсов в механические (звуковые) колебания. Акустическая система состоит из акустического оформления (корпуса) и излучающих головок (обычно динамических). Различают широкополосные и многополосные акустические системы. В широкополосной акустической системе используется один излучатель, в то время как в многополосной несколько, каждый из которых воспроизводит звук в своей полосе частот. Акустические системы могут делиться на разновидности по различным признакам (например, студийные, сценические, бытовые, активные, пассивные и др.).

Усилители мощности. Усилителем называется устройство, предназначенный для увеличения мощности электроакустического сигнала.

Усилители широко применяются как в сценической, так и студийной звукорежиссерской практике. Например, инструментальные усилители различных моделей от таких популярных производителей, как Fender, Marshal, Messa Boogie, Orange и др., способны придавать звуку особый окрас, что может иметь художественное значение при создании студийной музыкальной аудиозаписи. С этой же целью может осуществляться подбор звукорежиссером предварительного усилителя для каждого конкретного исполнителя при записи вокального музыкального произведения.

Устройства обработки звука. Обработка электроакустических сигналов может осуществляться с помощью различных приборов. Наиболее распространенные из них – эквалайзер и компрессор. Эквалайзер (от англ. *equalize* – выравнивать, сокр. – EQ) – устройство, предназначенное для выравнивания амплитудно-частотной характеристики звукового сигнала. На сегодняшний день существует огромное количество различных моделей и типов эквалайзеров (как аппаратных, так и программных) от различных производителей. К наиболее известным моделям эквалайзеров, получившим широкое распространение в практике музыкальной звукозаписи и микширования, можно отнести PuleTec EQP-1, API 550a/550b, а также maag EQ2/EQ4.

Компрессор (от англ. *compress* – сжимать, сдавливать) – устройство, предназначенное для сужения динамического диапазона электроакустического сигнала. К наиболее известным моделям аппаратных компрессоров можно причислить API 2500, dbx-160, Fairchild 670, Teletronix LA-2A, а также Urei 1176. На сегодняшний день все из них имеют свои программные аналоги, разработанные и представленные на рынке такими широко известными производителями программного обеспечения для музыкантов и звукорежиссеров, как Waves, Plugin Alliance, IK Multimedia и мн. др.

Существуют также цифровые аппаратные процессоры обработки звука, способные эмулировать различные звуковые эффекты – компрессию, реверберацию, дилей и др. Несмотря на интенсивное развитие программных компьютерных технологий обработки звука, данные устройства продолжают широко использоваться в сценической и студийной звукорежиссуре по сей день. К таким устройствам можно причислить, например, t,c, electronic M350, Alesis Microverb 4, Zoom Studio 1201, или Yamaha SPX2000.

3. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Практические задания

1. Рассчитать длину звуковой волны с частотой 30,75 Гц.
2. Рассчитать длину звуковой волны с частотой 100 Гц.
3. Рассчитать длину звуковой волны с частотой 5,8 кГц.
4. Рассчитать длину звуковой волны с частотой 12 кГц.
5. Выполнить спектральный анализ музыкальной аудиозаписи в виртуальной рабочей станции Presonus Studio One.
6. Используя виртуальную рабочую станцию Presonus Studio One, показать возможные способы создания психоакустического звукового эффекта Хааса.
7. Продемонстрировать в действии программный ревербератор Lexicon LXP Chamber.
8. Продемонстрировать в действии программный ревербератор Lexicon LXP Hall.
9. Продемонстрировать в действии программный ревербератор Lexicon LXP Plate.
10. Продемонстрировать в действии программный ревербератор Lexicon LXP Room.
11. Продемонстрировать в действии программный ревербератор Lexicon MPX Native Reverb.
12. Продемонстрировать в действии программный ревербератор Valhalla Plate.
13. Продемонстрировать в действии программный ревербератор Valhalla Room.
14. Продемонстрировать в действии программный ревербератор Valhalla Vintage Verb.
15. Показать процесс работы с виртуальной эхо-камерой Eventide Tverb.
16. Показать процесс работы с виртуальной эхо-камерой Waves Abbey Road Chambers.
17. Выполнить частотную коррекцию музыкальной аудиозаписи, используя программный эквалайзер Waves PuigTec EQP-1A.
18. Выполнить частотную коррекцию музыкальной аудиозаписи, используя программный эквалайзер Waves API 550a/b.
19. Выполнить частотную коррекцию музыкальной аудиозаписи, используя программный эквалайзер Plugin Alliance maag EQ2/EQ4.
20. Произвести динамическую обработку музыкальной аудиозаписи с помощью программного компрессора Waves API 2500.

21. Произвести динамическую обработку музыкальной аудиозаписи с помощью программного компрессора Waves dbx-160.
22. Произвести динамическую обработку музыкальной аудиозаписи с помощью программного компрессора Waves PuigChild 670.
23. Произвести динамическую обработку музыкальной аудиозаписи с помощью программного компрессора IK Multimedia T-Racks Black 76.
24. Произвести динамическую обработку музыкальной аудиозаписи с помощью программного компрессора IK Multimedia T-Racks White 2A.

4. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

4.1 Темы для управляемой самостоятельной работы студентов

1. Кривые равной громкости (Флетчера-Мэнсона).
2. Консонанс и диссонанс. Частотные соотношения звуков музыкальных интервалов.
3. Типы искусственной реверберации.
4. Микрофоны: амплитудно-частотная и импульсная характеристики.
5. Программная эмуляция усилителей для бас- и электрогитары (IK Multimedia AmpleTube, Kuassa Amplification. MAGIX Vandal, Native Instruments Guitar Rig и др.).
6. Виды эквалайзеров.

4.2 Формы и средства диагностики

В рамках учебного процесса по учебной дисциплине «Акустика» проводится как промежуточная, так и итоговая диагностика академической успеваемости студентов. К формам промежуточной диагностики причисляются:

- проверка домашнего задания;
- контрольный урок.

Форма итоговой диагностики успеваемости студентов – зачет.

К числу рекомендуемых средств диагностики успеваемости студентов по учебной дисциплине «Акустика» относятся:

- беседа, дискуссия;
- опрос (устный, письменный);
- практическое задание;
- слуховой анализ;
- тест.

4.3 Перечень вопросов к зачету

1. Акустика как наука, ее роль в звукорежиссуре.
2. Звук как физическое явление. Свойства звука.
3. Объективные и субъективные характеристики звука.
4. Спектр звука, его компоненты и структура. Натуральный звукоряд.
5. Особенности восприятия звука: пороги слышимости.
6. Особенности восприятия звука: бинауральный слух.
7. Кривые равной громкости и их использование в звукорежиссуре.
8. Динамический диапазон. Макро- и микродинамика.
9. Амплитудная огибающая как характеристика музыкального звука.

10. Особенности распространения звука в замкнутом пространстве. Интерференция звуковых волн.
11. Реверберация как психоакустический эффект. Параметры реверберации.
12. Микрофон как электроакустическое устройство. Виды и характеристики микрофонов.
13. Динамический микрофон, его устройство и область применения.
14. Конденсаторный микрофон, его устройство и область применения.
15. Популярные производители и модели микрофонов.
16. Акустические системы и их виды.
17. Устройство акустической системы.
18. Многоканальные акустические системы, область их применения.
19. Студийные мониторы, их разновидности и акустические характеристики. Правила расстановки студийных мониторов.
20. Популярные производители студийных мониторов.
21. Усилители мощности и их применение.
22. Предварительное и окончное усиление электроакустического сигнала.
23. Эквалайзер как электроакустический прибор. Популярные модели эквалайзеров.
24. Компрессор как электроакустический прибор. Популярные модели компрессоров.

5. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

5.1 Учебная программа

Тема 1. Введение

Цель, задачи, содержание учебной дисциплины «Акустика». Роль и практическая значимость учебной дисциплины в системе профессиональной подготовки специалиста высшей квалификации по специальности 6-05-0215-10 Компьютерная музыка. Взаимосвязь дисциплины со специальными и профильными учебными дисциплинами «Аранжировка и переложение музыкальных произведения», «Виртуальные музыкальные инструменты», «Компьютерная аранжировка», «Компьютерные технологии в сфере искусства эстрады», «Основы алгоритмической музыки», «Специализированное компьютерное обеспечение». Учебно-методическое обеспечение дисциплины. Организация самостоятельной работы студентов.

Раздел 1. Общие и специальные вопросы акустики

Тема 2. Звук: физические свойства и особенности восприятия

Звук как физическое явление. Амплитуда, частота и фаза как главные волновые характеристики звука. Длина звуковой волны, ее взаимосвязь с частотой. Эффект Доплера. Свойства звуковой волны (отражение, поглощение, рассеивание, дифракция, рефракция). Скорость звука в различных средах и материалах. Понятие «слышимый звук». Частотные пороги слышимости, инфразвук и ультразвук. Громкостные пороги слышимости, болевой порог. Строение слуховой системы человека. Особенности слухового восприятия человека и животных. Способность определять положение источника звука в пространстве, бинауральный слух. Психоакустические слуховые эффекты (эффект Хааса, эффект слуховой маскировки, эффект «коктейльной вечеринки», постстимульное утомление).

Тема 3. Музыкальная акустика

Музыкальные и шумовые звуки. Чистый тон. Комбинированные и комбинационные тоны. Тембр музыкального звука. Спектр звука. Основной тон, гармонические и негармонические обертоны, субтоны, форманты. Натуральный (обертоновый) звукоряд. Консонанс и диссонанс. Частотные соотношения звуков музыкальных интервалов. Акустические характеристики различных музыкальных инструментов. Влияние геометрии и материала корпуса музыкального инструмента на его звучание. Характеристика музыкальных инструментов с точки зрения расположения акустического резонатора. Амплитудная огибающая музыкального звука. Певческий голос с

точки зрения акустики, понятие «певческая форманта». Акустические характеристики певческих голосов различных регистров. Особенности мужского и женского певческих голосов. Разборчивость пения. Спектральные свойства гласных и согласных звуков, сибиллянты.

Тема 4. Акустика пространств и помещений

Распространение звуковых волн на открытой местности. Особенности распространения звуковых волн в помещении. Интерференция звуковых волн. Акустические свойства помещений, звукоизоляция. Влияние геометрии помещения на его акустические свойства. Реверберация как акустическое явление. Параметры реверберации (pre-delay, decay, damping). Показатель времени реверберации RT60. Искусственная реверберация и ее применение. Типы искусственной реверберации (hall, plate, room, chamber, spring, ambience). Аппаратные и программные ревербераторы Exponential Audio, Lexicon и Valhalla. Программные эмуляторы эхокамеры Eventide Tverb и Waves Abbey Road Chambers. Программный листовый ревербератор Waves Abbey Road Plates. Пространственные звуковые эффекты Echo и Delay, их использование в практике музыкальной звукорежиссуры.

Раздел 2. Основы электроакустики

Тема 5. Звуковой тракт

Понятие «звуковой тракт». Электроакустические составляющие звукового тракта. Коммутация электроакустических устройств. Фаза и полярность. Балансный (симметричный) и небалансный (несимметричный) способы передачи электроакустического сигнала. Дибокс и его назначение. Коннекторы (XLR, TS/TRS, RCA, Speakon). Моно и стерео как форматы аудиовещания и звукозаписи. Маршрутизация электроакустических сигналов. Последовательное и параллельное включение электроакустического устройства в сигнальную цепь. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики электроакустического сигнала. Уровень электроакустического сигнала (микрофонный, инструментальный, линейный, сигнал высокой мощности), электрический импеданс. Виды шума (стационарный, импульсный). Микшерный пульт как электроакустическое устройство. Сплиттеры и сумматоры. Анализаторы спектра и измерители уровня. Техника безопасности при работе с электроакустическим оборудованием. Правила эксплуатации и транспортировки электроакустического оборудования.

Тема 6. Микрофоны и акустические системы

Микрофон как электроакустическое устройство. Направленность микрофона. Амплитудно-частотная и импульсная характеристики микрофона. Классификация микрофонов. Динамические и конденсаторные микрофоны, принципы их работы. Инструментальные, вокальные и речевые микрофоны. Популярные модели микрофонов AKG, Audio-Technica, Audix, Neumann, Rode, Samson, Sennheiser, Shure, Акустические системы, их разновидности. Звуковой излучатель и акустическое оформление. Разновидности звуковых излучателей (сабвуфер, вуфер, твитер). Основные компоненты концертной акустической системы (порталы, фронт-филы, мониторы). Многоканальные акустические системы (5.0, 5.1, 7.0, 7.1 и др.), их применение. Студийные мониторы, их характеристики. Правила расстановки студийных мониторов. Популярные модели студийных мониторов Adam, Alesis, Focal, Genelec, JBL, KRK, Mackie, M-Audio, Pioneer, PreSonus, Tannoy, Yamaha.

Тема 7. Усилители мощности

Основные характеристики усилителей мощности. Применение усилителей мощности в сценической и студийной практике. Предварительное и оконечное усиление электроакустического сигнала. Использование предварительных усилителей в практике студийной звукозаписи. Популярные модели предварительных усилителей ART, Focusrite, PreSonus, Warm Audio. Популярные модели Усилителей для бас- и электрогитар Fender, Marshal, Messa Boogie, Orange. Понятие «гитарный стэк». Комбоусилители, их преимущества и недостатки. Популярные модели комбоусилителей Blackstar, Crate, Ibanez, Laney, Vox. Программная эмуляция усилителей для бас- и электрогитары IK Multimedia AmpleTube, Kuassa Amplification. MAGIX Vandal, Native Instruments Guitar Rig.

Тема 8. Устройства обработки звука

Динамическая обработка звука. Приборы динамической обработки звука (гейт, компрессор, экспандер, лимитер). Настройка приборов динамической обработки звука, параметры treshhold, ratio, attack, reelease. Классические модели компрессоров API 2500, dbx-160, Fairchild 670, Teletronix LA-2A, Urei 1176, их программные эмуляторы. Эквалайзер как электроакустическое устройство. Виды эквалайзеров (параметрические, графические, параграфические) Виды фильтров (обрезной, шельф, колокол). Использование эквалайзеров в сценической и студийной работе. Классические модели эквалайзеров PuleTec, API, maag, их программные эмуляторы. Цифровые процессоры обработки звука.

5.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

Название темы	Количество аудиторных часов		УСР	Форма контроля знаний
	всего	практические		
Тема 1. Введение	2	2		
Раздел 1. Общие и специальные вопросы акустики				
Тема 2. Звук: физические свойства и особенности восприятия	8	6	2	Опрос, тест
Тема 3. Музыкальная акустика	10	8	2	Опрос, слуховой анализ
Тема 4. Акустика пространств и помещений	8	6	2	Опрос, слуховой анализ
Раздел 2. Основы электроакустики				
Тема 5. Звуковой тракт	6	6		
Тема 6. Микрофоны и акустические системы	10	8	2	Опрос
Тема 7. Усилители мощности	6	4	2	Опрос
Тема 8. Устройства обработки звука	10	8	2	Практическое задание
Всего	60	48	12	

5.3 Список литературы

Основная:

1. Меерзон, Б. Я. Акустические основы звукорежиссуры : [учеб. пособие для студентов вузов] / Б. Я. Меерзон. - Москва : Аспект Пресс, 2004. - 203, [2] с.
2. Мишенков, С. Л. Электроакустика и звуковое вещание [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С. Л. Мишенков, О. Б. Попов. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2014. — 156 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.ru/book/111082>.
3. Никамин, В. А. Микрофоны [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. А. Никамин. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-

Бруевича, 2020. — 115 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.ru/book/180108>.

4. Щевьев, Ю. П. Основы физической акустики [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / Ю. П. Щевьев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 364 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.ru/book/169805>.

Дополнительная:

5. Динов, В. Г. Компьютерные звуковые станции глазами звукорежиссера : учеб. пособие / В. Г. Динов. — 2-е, стер. — СПб. : Планета музыки, 2021. — 328 с.
6. Катунин, Г. П. Основы мультимедийных технологий [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Г. П. Катунин. — 2-е изд., стер. — СПб. : Лань, 2021. — 784 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.ru/book/177836>. — Дата доступа: 23.05.2022.
7. Мелихов, С. В. Радиовещание, радиосвязь и электроакустика [Электронный ресурс] / С. В. Мелихов, А. А. Титов. — Москва : ТУСУР, 2012. — 49 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.ru/book/11212>. — Дата доступа: 23.05.2022.
8. Нужнов, Е. В. Мультимедиа технологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. В. Нужнов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2017. — Часть 1. Основы мультимедиа технологий. — 199 с. : ил. — Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=499905. — Дата доступа: 23.05.2022.
9. Садкова, О. В. Словарь терминов музыкальной акустики и психоакустики [Электронный ресурс]: учебное пособие / О. В. Садкова. — Нижний Новгород : ННГК им. М.И. Глинки, 2012. — 164 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.ru/book/108430>. — Дата доступа: 23.05.2022.
10. Севашко, А. В. Звукорежиссура и запись фонограмм [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. В. Севашко. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 432 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.ru/book/140569>. — Дата доступа: 23.05.2022.