

---

$\mathbb{D}_i \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D}^2 \tilde{\mathbb{N}} \in \mathbb{D} \mu \mathbb{D}^{1/4} \mathbb{D} \mu \mathbb{D}^{1/2} \mathbb{D}^{1/2} \tilde{\mathbb{N}} \langle \mathbb{E}$   
 $\tilde{\mathbb{N}}, \mathbb{D} \mu \mathbb{D}^{1/2} \mathbb{D}' \mathbb{D} \mu \mathbb{D}^{1/2} \tilde{\mathbb{N}} \dagger \mathbb{D}, \mathbb{D},$   
 $\mathbb{D}^\circ \tilde{\mathbb{N}} f \mathbb{D}$

$\mathbb{D} \tilde{\mathbb{N}} \wedge \mathbb{D}^{1/2} \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D}^2 \tilde{\mathbb{N}} \langle \mathbb{D} \cdot \mathbb{D}^2 \tilde{\mathbb{N}} f \mathbb{D}^\circ \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D} \cdot \mathbb{D}^\circ \mathbb{D}_i \mathbb{D}_j \tilde{\mathbb{N}} \wedge \mathbb{D}_k \mathbb{D}_l \mathbb{D} \cdot \mathbb{D}^2 \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D}$   
 $\tilde{\mathbb{N}} \dagger \mathbb{D}_j \tilde{\mathbb{N}}, \tilde{\mathbb{N}} \in \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D}^2 \mathbb{D}^\circ \tilde{\mathbb{N}} \div \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D} \pm \tilde{\mathbb{N}} \in \mathbb{D}^\circ \mathbb{D} \pm \mathbb{D}^{3/4} \tilde{\mathbb{N}}, \mathbb{D}^\circ \mathbb{D}^\circ \mathbb{D}^\circ \tilde{\mathbb{N}} f \mathbb{D}' \mathbb{D}_j \mathbb{D}^{3/4}$   
 $\mathbb{D}_j \mathbb{D}^{1/2} \tilde{\mathbb{N}}, \mathbb{D}^{3/4} \tilde{\mathbb{N}} \in \mathbb{D}^{1/4} \mathbb{D}^\circ \tilde{\mathbb{N}} \dagger \mathbb{D}_j \mathbb{D}_k$   
 $\tilde{\mathbb{N}} \wedge \tilde{\mathbb{N}}, \mathbb{D}^3 \mathbb{D}^\circ$

$\mathbb{D} \check{\mathbb{D}}^{3/4} \mathbb{D}^{1/4} \mathbb{D}_i \mathbb{D} \gg \mathbb{D} \mu \mathbb{D}^\circ \tilde{\mathbb{N}} \wedge \mathbb{D}^{1/2} \tilde{\mathbb{N}} \langle \mathbb{D}^1 \mathbb{D}^\circ \mathbb{D}^{1/2} \mathbb{D}^\circ \mathbb{D} \gg \mathbb{D}_j \mathbb{D} \cdot \tilde{\mathbb{N}} \wedge \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D}^2 \tilde{\mathbb{N}} \in \mathbb{D} \mu \mathbb{D}^{1/4} \mathbb{D} \mu \mathbb{D}^{1/2} \mathbb{D}^{1/2} \tilde{\mathbb{N}} \langle \tilde{\mathbb{N}} \dots$   
 $\tilde{\mathbb{N}}, \mathbb{D} \mu \tilde{\mathbb{N}} \dots \mathbb{D}^{1/2} \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D} \gg \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D}^3 \mathbb{D}_j \mathbb{D}^1 \mathbb{D} \cdot \mathbb{D}^2 \tilde{\mathbb{N}} f \mathbb{D}^\circ \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D} \cdot \mathbb{D}^\circ \mathbb{D}_i \mathbb{D}_j \tilde{\mathbb{N}} \wedge \mathbb{D}_k,$   
 $\mathbb{D}^\circ \mathbb{D} \gg \mathbb{D}^3 \mathbb{D}^{3/4} \tilde{\mathbb{N}} \in \mathbb{D}_j \tilde{\mathbb{N}}, \mathbb{D}^{1/4} \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D}^2 \tilde{\mathbb{N}} \dagger \mathbb{D}_j \tilde{\mathbb{N}}, \tilde{\mathbb{N}} \in \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D}^2 \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D}^1 \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D} \pm \tilde{\mathbb{N}} \in \mathbb{D}^\circ \mathbb{D} \pm \mathbb{D}^{3/4} \tilde{\mathbb{N}}, \mathbb{D}^\circ \mathbb{D}_j,$   
 $\tilde{\mathbb{N}} \in \mathbb{D}^\circ \mathbb{D} \cdot \mathbb{D}^2 \mathbb{D}_j \tilde{\mathbb{N}}, \mathbb{D}_j \div \mathbb{D}^\circ \tilde{\mathbb{N}} f \mathbb{D}' \mathbb{D}_j \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D}^{1/4} \mathbb{D} \mu \mathbb{D}' \mathbb{D}_j \mathbb{D}^\circ \mathbb{D}_j \mathbb{D}_i \mathbb{D} \mu \tilde{\mathbb{N}} \in \tilde{\mathbb{N}} \wedge \mathbb{D}_i \mathbb{D} \mu \mathbb{D}^\circ \tilde{\mathbb{N}}, \mathbb{D}_j \mathbb{D}^2$   
 $\mathbb{D}_j \mathbb{D}^{1/4} \mathbb{D}^{1/4} \mathbb{D} \mu \tilde{\mathbb{N}} \in \tilde{\mathbb{N}} \wedge \mathbb{D}_j \mathbb{D}^2 \mathbb{D}^{1/2} \tilde{\mathbb{N}} \langle \tilde{\mathbb{N}} \dots \mathbb{D}^\circ \tilde{\mathbb{N}} f \mathbb{D}' \mathbb{D}_j \mathbb{D}^{3/4} \tilde{\mathbb{N}}, \mathbb{D} \mu \tilde{\mathbb{N}} \dots \mathbb{D}^{1/2} \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D} \gg \mathbb{D}^{3/4} \mathbb{D}^3 \mathbb{D}_j \mathbb{D}^1.$

# План лекции

## 01 / ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФУНДАМЕНТ

### 1. Эволюция звукозаписи и DAW

Аналогово-цифровой переход, интерфейсы и рабочие станции

### 2. AI и ML в обработке аудио

Нейросетевая реставрация, разделение стемов и авто-микс

## 02 / ФОРМАТЫ И СТАНДАРТЫ

### 3. Кодеки и цифровые форматы

Стандарты AAC, FLAC, Opus и специфика трансляции

### 4. Пространственное аудио

Dolby Atmos, Spatial Audio и объектно-ориентированный микс

## 03 / ИНСТРУМЕНТЫ И МЕДИА

### 5. Плагины и виртуальные сетапы

VST-эффекты, атр-моделирование и гибридные студии

### 6. Медиа, стриминг и подкасты

Платформы дистрибуции и стандарты громкости (LUFS)

## 04 / ИННОВАЦИИ И БУДУЩЕЕ

### 7. VR-иммерсив и облачные среды

Удаленная коллаборация, HRTF и Ambisonics

### 8. Тренды 2026 и перспективы

Адаптивные аудиосистемы брендов и защита авторских прав

# Ɔ'Ɔ²ƆμƆ´ƆμƆ½Ɔ, Ɔμ: Ɔ°ŃfƆ´Ɔ, Ɔ¾Ɔ¿Ń€Ɔ¾Ɔ, Ɔ·Ɔ²Ɔ¾Ɔ Ń^Ń, Ɔ²Ɔ¾Ɔ 2026

## Ɔ"Ń€Ɔ°Ɔ¹Ɔ²ƆμŃ€Ń< Ɔ, Ɔ½Ɔ ŃfŃ^Ń, Ń€Ɔ, Ɔ

Ɔ~Ɔ½Ń, ƆμƆ¾Ń€Ɔ°Ń†Ɔ, Ń: Ɔ~Ɔ~ (AI/ML)

Ɔ Ɔ²Ń, Ɔ¾Ɔ½Ɔ°Ń, Ɔ, Ɔ·Ɔ°Ń†Ɔ, Ń: Ń€ŃfŃ, Ɔ, Ɔ½Ń< Ɔ,  
Ɔ¾ƆμƆ½ƆμŃ€Ɔ°Ń†Ɔ, Ń: Ɔ·Ɔ´ƆμƆ½  
Ɔ"Ɔ¾Ɔ½Ɔ°Ń Ɔ½Ɔ, ƆμŃ^Ń, ŃfƆ´Ɔ, Ɔ, Ɔ, (Bedroom  
Producers)

Ɔ·Ɔ½Ɔ Ɔ½ƆμŃ€Ɔ°Ń†Ɔ, Ɔ·Ɔ¾Ń€Ɔ¾ƆƆ°Ɔ²Ń, Ɔ¾Ɔ´Ɔ°Ɔ, ŃfƆ  
ƆμŃ ƆμƆ¾Ɔ»ƆμƆ½Ɔ, Ɔμ Ɔ¾Ɔ±Ɔ¾Ń€Ń†Ɔ´Ɔ¾Ɔ²Ɔ°Ɔ½Ɔ, Ń:  
Dolby Atmos Ɔ, Ɔ¿Ń€Ɔ¾Ń^Ń, Ń€Ɔ°Ɔ½Ń^Ń, Ɔ²ƆμƆ½Ɔ½Ɔ<Ɔ¹  
Ɔ·Ɔ²ŃfƆ°Ɔ°Ɔ° Ń^Ń, Ɔ°Ɔ½Ɔ´Ɔ°Ń€Ń,

## Ɔ|ƆμƆ»Ɔ, Ɔ»ƆμƆ°Ń†Ɔ, Ɔ,

- **Ɔ~Ɔ·ŃfŃ†Ɔ, Ń, Ń€** Ɔ°Ɔ°Ń, ŃfƆ°Ɔ»Ń€Ɔ½Ń<Ɔμ Ń, ƆμŃ...  
Ɔ½Ɔ¾Ɔ»Ɔ¾ƆƆ, Ɔ, Ɔ, Ɔ½Ń^Ń, Ń€ŃfƆ½ƆμƆ½Ń, Ń<
- **ƆŸƆ¾Ɔ½ƆŃ: Ń, Ń€** Ń^Ɔ¾Ɔ²Ń€ƆμƆ½ƆμƆ½Ɔ½Ń<Ɔμ  
Ń€Ɔ°Ɔ±Ɔ¾Ń†Ɔ, Ɔμ Ɔ¿Ɔ°Ɔ¹Ɔ¿Ɔ»Ɔ°Ɔ¹Ɔ½Ń<
- **ƆžŃ^Ɔ¾Ɔ, Ń, Ń€** Ɔ°Ɔ»ŃžŃ†ƆμƆ²Ń<Ɔμ Ɔ½ƆμŃ, Ń€Ɔ, Ɔ°Ɔ,  
Ɔ°Ɔ°Ń†ƆμŃ^Ń, Ɔ²Ɔ°Ɔ Ɔ·Ɔ²ŃfƆ°Ɔ°
- **ƆžŃ†ƆμƆ½Ɔ, Ń, Ń€** Ɔ¿ƆμŃ€Ń^Ɔ¿ƆμƆ°Ń, Ɔ, Ɔ²Ń<  
Ń€Ɔ°Ɔ·Ɔ²Ɔ, Ń, Ɔ, Ń: Ɔ, Ɔ½Ɔ´ƆŃfŃ^Ń, Ń€Ɔ, Ɔ,

## Ɔ'Ɔ°Ɔ¶Ɔ½ƆƆŃ:

### Ń ƆμŃ€Ɔ½Ɔ, Ɔ½Ɔ¾Ɔ»Ɔ¾ƆƆŃ:

Latency

LUFS

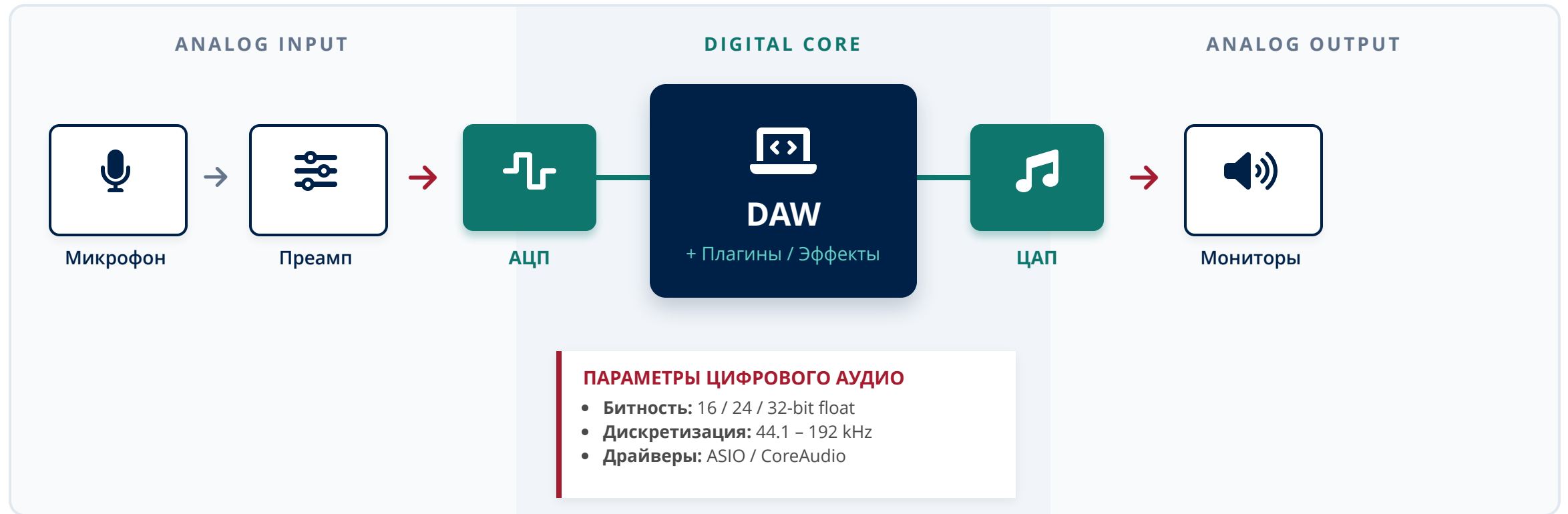
True Peak

Headroom

Gain Staging

Ɔ—Ɔ°Ɔ´ƆμŃ€Ɔ¶Ɔ°Ɔ°Ɔ·Ɔ²ŃfƆ°Ɔ°Ɔ¿Ń€Ɔ,  
Ń†Ɔ, Ń, Ń€Ɔ¾Ɔ²Ɔ¾ƆƆ¹ Ɔ¾Ɔ±Ń€Ɔ°Ɔ±Ɔ¾Ń, Ɔ°Ɔμ;  
Ɔ, Ɔ·Ɔ½ƆμŃ€Ń:ƆμŃ, Ń^Ń: Ɔ²  
Ɔ½Ɔ, Ɔ¾Ɔ»Ɔ, Ń†Ɔ, Ɔ·Ɔ½ƆμŃ€Ń, Ɔ½Ɔ, Ń:  
Ɔ²Ɔ¾Ń^Ɔ¿Ń€Ɔ, Ɔ½Ɔ, Ɔ½Ɔ°ƆμƆ½Ɔ¾ƆƆ¹  
Ɔ³Ń€Ɔ¾Ɔ½Ɔ°Ɔ¾Ń^Ń, Ɔ, (Loudness Units relative  
to Full Scale),  
ŃfŃ€Ɔ¾Ɔ²ƆμƆ½Ń€Ń^Ɔ, Ɔ³Ɔ½Ɔ°Ɔ»Ɔ° Ń^  
ŃfŃ†ƆμŃ, Ɔ¾Ɔ½  
Ɔ½ƆμŃ†ƆμŃ, Ɔ¾Ɔ¾Ɔ¾Ɔ¾Ɔ¾Ɔ¾Ń^Ń, Ɔ°Ɔ¾Ɔ²  
Ɔ½ƆμŃ, Ń†Ɔ, Ɔ°Ɔ°Ń^Ɔ, Ɔ½Ɔ°Ɔ»Ń€Ɔ½Ń<Ɔ½  
ŃfŃ€Ɔ¾Ɔ²Ɔ½ƆμƆ½ ƃ^Ɔ, Ɔ³Ɔ½Ɔ°Ɔ»Ɔ° Ɔ,  
ŃfŃ€Ɔ¾Ɔ²ƆμƆ½Ɔ, Ɔ, Ɔ½Ɔ°Ɔ  
ŃfŃ€Ɔ¾Ɔ²ƆμƆ½Ń, Ɔ, Ɔ³Ɔ½Ɔ°Ɔ»Ɔ° Ɔ½Ɔ°  
Ɔ°Ɔ°Ɔ¶Ɔ´Ɔ¾Ɔ½ ƃ Ń, Ɔ°Ɔ¿Ɔμ Ɔ°ŃfƆ´Ɔ, Ɔ¾Ɔ-  
Ń, Ń€Ɔ°Ń, Ɔ°Ɔ´Ɔ»Ń:  
Ɔ¾Ɔ¿Ń, Ɔ, Ɔ½Ɔ, Ɔ·Ɔ°Ń†Ɔ, Ɔ,  
Ń^Ɔ¾Ɔ¾Ń, Ɔ½Ɔ¾Ń^ƆμƆ½Ɔ, Ń: Ń^Ɔ, Ɔ³Ɔ½Ɔ°Ɔ»/  
Ń^ŃfƆ½Ɔ Ɔ, Ɔ¿Ń€ƆμƆ  
´Ɔ¾Ń, Ɔ²Ń€Ɔ°Ń%ƆμƆ½Ɔ, Ń:  
Ɔ, Ń^Ɔ°Ɔ°Ɔ¶ƆμƆ½Ɔ, Ɔ¹.

# Эволюция звукозаписи: от аналогового к цифровому



## Сдвиг парадигмы в индустрии

Переход от крупногабаритных аналоговых консолей к компактным аудиоинтерфейсам и высокопроизводительным домашним сетапам, обеспечивающим студийное качество звука вне классических студий.

# DAW: $\tilde{N}$ $D^{\circ}D^{3/4}\tilde{N}^{\wedge}D, \tilde{N}^{\wedge}\tilde{N}, D_{\mu}D^{1/4}D^{\circ} D, D^2\tilde{N}\langle D \pm D^{3/4}\tilde{N} \in$

## $D, D^{1/2}\tilde{N}^{\wedge}\tilde{N}, \tilde{N} \in \tilde{N} f D^{1/4} D_{\mu} D^{1/2}\tilde{N}, D^{\circ}$

### Digital Audio Workstation

$D \propto D^{3/4}\tilde{N} \in D^{1/4}D^{\circ}\tilde{N}, \tilde{N} \langle D_{\pm} D \gg D^{\circ} D^3 D, D^{1/2} D^{3/4} D^2$   
VST3 (Steinberg), AU (Apple), AAX (Avid)

$D \check{Z} D \pm D \gg D^{\circ} \tilde{N} \ddagger D^{1/2} \tilde{N} \langle D_{\mu} \tilde{N}, \tilde{N} f D^{1/2} D^{\circ} \tilde{N} \ddagger D, D,$   
 $D_{\pm} D, D^{1/2} \tilde{N} \dots \tilde{N} \in D^{3/4} D^{1/2} D, D \cdot D^{\circ} \tilde{N} \ddagger D, \tilde{N} \div D_{\pm} \tilde{N} \in D^{3/4} D_{\mu} D^{\circ} \tilde{N}, D^{3/4} D^2 D,$   
 $\tilde{N}^{\wedge} D^{3/4} D^2 D^{1/4} D_{\mu} \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}, D^{1/2} D^{\circ} \tilde{N} \div \tilde{N} \in D^{\circ} D \pm D^{3/4} \tilde{N}, D^{\circ}$   
**AI  $D, D^{1/2} \tilde{N}, D_{\mu} D^3 \tilde{N} \in D^{\circ} \tilde{N} \ddagger D, \tilde{N} \div$**   
 $D D^{\circ} D \cdot D^{\circ} D_{\mu} D \gg D_{\mu} D^{1/2} D, D_{\mu} \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}, D_{\mu} D^{1/4} D^{3/4} D^2,$   
 $D^{\circ} \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}^{\wedge} D, \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}, D_{\mu} D^{1/2} \tilde{N}, \tilde{N} \langle D^{1/4} D, D^{\circ} \tilde{N}^{\wedge} D, \tilde{N} \in D^{3/4} D^2 D^{\circ} D^{1/2} D, \tilde{N} \div$

### $D \check{S} D \gg \tilde{N} \check{Z} \tilde{N} \ddagger D_{\mu} D^2 \tilde{N} \langle D_{\mu} \tilde{N}, \tilde{N} \in D_{\mu} D^{1/2} D^{\circ} \tilde{N} \langle$

- **$D \in D^{1/2} D, D^2 D_{\mu} \tilde{N} \in \tilde{N}^{\wedge} D^{\circ} D \gg \tilde{N} \in D^{1/2} D^{3/4} \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}, \tilde{N} \in$ :**  $D^3 \tilde{N} \in D^{\circ} D^{1/2} \tilde{N} \in$   
 $D^{1/4} D_{\mu} D \parallel D^{\circ} \tilde{N} f$  DAW  $\tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}, D, \tilde{N} \in D^{\circ} D_{\mu} \tilde{N}, \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N} \div$
- **$D^{\circ} D^{\circ} D \pm D \gg D^{3/4} D^{1/2} D, D \cdot D^{\circ} \tilde{N} \ddagger D, \tilde{N} \div$ :**  $\tilde{N} f \tilde{N}^{\wedge} D^{\circ} D^{3/4} \tilde{N} \in D_{\mu} D^{1/2} D, D_{\mu}$   
 $\tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}, D^{\circ} \tilde{N} \in \tilde{N}, D^{\circ} D_{\pm} \tilde{N} \in D^{3/4} D_{\mu} D^{\circ} \tilde{N}, D^{\circ}$
- **$D^{\circ} D^{3/4} \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}, \tilde{N} f D_{\pm} D^{1/2} D^{3/4} \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}, \tilde{N} \in$ :**  $\tilde{N}^{\wedge} D^{1/2} D, D \parallel D_{\mu} D^{1/2} D, D_{\mu}$   
 $\tilde{N} \ddagger D_{\mu} D^{1/2} D^{1/2} D^{\circ} D \gg D, \tilde{N} \ddagger D_{\mu} D^{1/2} D \cdot D, D,$
- **$D \check{S} \tilde{N} \in D^{3/4} \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}^{\wedge} D_{\pm} D \gg D^{\circ} \tilde{N}, \tilde{N}, D^{3/4} \tilde{N} \in D^{1/4} D_{\mu} D^{1/2} D^{1/2} D^{3/4} \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}, \tilde{N} \in$ :**  
Mac / PC / Mobile

### $D_{\pm} D_{\pm} D_{\mu} \tilde{N} \ddagger D, D^{\circ} D \gg D, D \cdot D^{\circ} \tilde{N} \ddagger D, \tilde{N} \div$ DAW

#### Pro Tools

$D \sim D^{1/2} D^{\circ} \tilde{N} f \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}, \tilde{N} \in D, D^{\circ} D \gg \tilde{N} \in D^{1/2} \tilde{N} \langle D^1$   
 $\tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}, D^{\circ} D^{1/2} D^{\circ} D^{\circ} \tilde{N} \in \tilde{N}, D^{\circ} D^{\circ} \tilde{N} \div$   
 $D^{1/4} D^{1/2} D^{3/4} D^3 D^{3/4} D^{\circ} D^{\circ} D^{1/2} D^{\circ} D \gg \tilde{N} \in D^{1/2} D^{3/4} D^1$

#### Ableton Live

$D \cdot D^{\circ} D_{\pm} D \tilde{N} \langle D, D^{1/4} D^{3/4} D^{1/2} \tilde{N} D^{\circ} D \parallel D^{\circ} D^{\circ} \tilde{N} f D^{\circ} D^{3/4} D$   
 $D \gg D \cdot D^{\circ} D_{\mu} \tilde{N} \in D^2 \tilde{N}^{\wedge} D \gg D_{\mu} D^{\circ} \tilde{N} \tilde{N} \in D^{3/4} D^{1/2} D^{1/2} D^{3/4} D^1$   
 $D, D_{\pm} D^{3/4} \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}, D_{\pm} \tilde{N} \in D^{3/4} D, D^{\circ} D^{\circ} \tilde{N} \cdot D^{1/2} D^{\circ}$   
 $D^{1/4} \tilde{N} \ddagger D^{\circ} D^{\circ} D_{\mu} \tilde{N} \in D^{\circ} D_{\mu} \tilde{N} \in D^{3/4} D^{\circ} \tilde{N} f \tilde{N}^{\wedge} D^{1/2} D^{\circ}$

#### Logic Pro

$D^3 D_{\mu} D^{1/2} D_{\mu} \tilde{N} \in D^{\circ} \tilde{N}, D, D^2 D^{1/2} D^{3/4} D^{1/4} D$   
 $\tilde{N} \in D^{\circ} D^{\circ} D^{1/2} D_{\mu} D \gg \tilde{N} f D_{\pm} D D^{1/2} D^3 D_{\mu} D,$   
 $D \check{Z} D_{\pm} \tilde{N} D D^{1/4} D^{\circ} D \gg D_{\mu} D^{1/2} D \cdot D \gg \tilde{N} \in$   
 $D \parallel D D^2 \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}, D^2 \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N} \tilde{N} f D_{\pm} D \gg D_{\mu} D^{1/2} D \tilde{N} \dots \tilde{N} \dots$   
 $D^{\circ} D^{3/4} D^{1/4} D_{\pm} D^{3/4} D \cdot D, \tilde{N}, D, D^{1/2} D^{\circ} D^{\circ} D^{1/2} D^{\circ} \text{ Mac.}$

#### Cubase

$D^{\circ} \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}, \tilde{N} \in D^{3/4} D_{\mu} D^{1/2} D^{1/2} D^{\circ} \tilde{N} \div D_{\pm} D^{3/4} D^{\circ} D$   
 $\tilde{N} \in D^{\circ} D^{\circ} D^{\circ} D^{\circ} \text{ Atmos } D, \text{ AI Session Players,}$   
 $D \in D^{3/4} \tilde{N} \in 00 D^{1/2} \tilde{N} \langle D^1 D, D^{1/2} \tilde{N} \tilde{N}, \tilde{N} \in \tilde{N} f D^{1/4} D_{\mu} D^{1/2} \tilde{N}, D$   
 $\tilde{N}^{\wedge} D^{\circ} D^{3/4} \tilde{N} \in D, D^{1/2} D^3 D^{\circ} D, \tilde{N} \in D^{\circ} D \pm D^{3/4} \tilde{N}, \tilde{N} \langle \tilde{N}^{\wedge}$

#### FL Studio / Reaper

$D^2 D \tilde{N} \in \tilde{N}, \tilde{N} f D^{\circ} D \gg \tilde{N} \in D^{1/2} \tilde{N} \langle D^{1/4} D$   
FL Studio  $D, D^{3/4} D^{1/4} D D^{1/2} D, \tilde{N} \in \tilde{N} f D_{\mu} \tilde{N}, D^2$   
 $D D^{1/2} \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}, \tilde{N} \in \tilde{N} f D^{1/4} D_{\mu} D^{1/2} \tilde{N}, D^{\circ} D^{1/4} D$   
 $D \pm D, \tilde{N}, D^{1/4} D_{\mu} D^{\circ} D, D^{1/2} D^3 D_{\mu} (\tilde{N} \dots D_{\pm} D_{\pm} \tilde{N} \dots D^{3/4} D \div /$   
 $D_{\pm} D^{3/4} D \div)$ . Reaper  $D^2 \tilde{N} \langle D^{\circ} D_{\mu} D \gg \tilde{N} \div D_{\mu} \tilde{N}, \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N} \div$   
 $D^{\circ} D^{\circ} \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N}, D^{3/4} D^{1/4} D, D \cdot D^{\circ} \tilde{N} \ddagger D, D_{\mu} D^1 D,$   
 $\tilde{N} D^{\circ} D^{3/4} D^{1/2} D^{3/4} D^{1/4} D, \tilde{N} \ddagger D^{1/2} \tilde{N} \langle D^{1/4} D$   
 $D_{\pm} D^{3/4} \tilde{N}, \tilde{N} \in D_{\mu} D \pm D \gg D_{\mu} D^{1/2} D, D_{\mu} D^{1/4}$   
 $\tilde{N} \in D_{\mu} \tilde{N}^{\wedge} \tilde{N} f \tilde{N} \in \tilde{N}^{\wedge} D^{3/4} D^2.$

# AI в аудио: от «Гиммика» к стандарту

## Студии



### Очистка шума (Denoise)

Использование алгоритмов для удаления фонового шума, реверберации и артефактов без потери качества полезного сигнала.



### Разделение стемов

Изоляция вокала, ударных, баса и других инструментов из готового микса с высокой точностью (алгоритмы типа Demucs, MDX-Net).



### Автоматизированное сведение

Анализ спектра и динамики для предложения базовых настроек EQ, компрессии и баланса (инструменты типа iZotope Neutron/Ozone).



### Генерация MIDI и идей

Создание мелодий, аккордовых прогрессий и ритмических паттернов на основе заданных параметров для стимуляции творческого процесса.



### iZotope RX

Индустриальный стандарт для реставрации аудио, использующий машинное обучение для сложных задач по восстановлению звука.



### Adobe Podcast (Enhance Speech)

Облачный сервис, превращающий запись с любого микрофона в звук студийного качества за счет нейросетевого синтеза речи.



### Архитектуры U-Net и MDX-Net

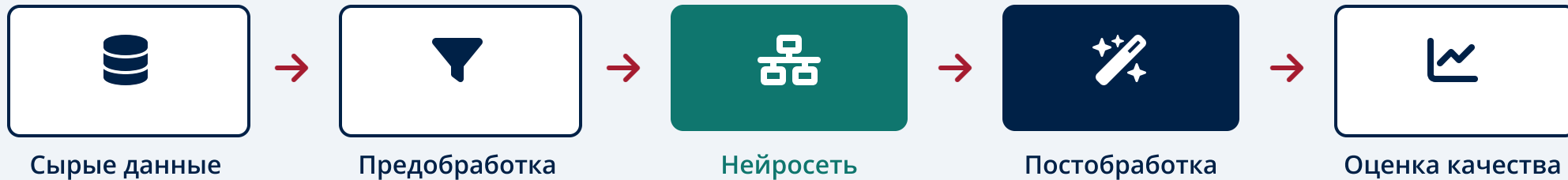
Передовые архитектуры нейронных сетей, обеспечивающие высочайшее качество спектрограммного анализа и синтеза.



### Практика: Рутина vs. Креатив

AI берет на себя техническую рутину (очистка, выравнивание), освобождая время человека для принятия ключевых креативных решений.

# ML-пайплайн обработки звука



## Детали процесса машинного обучения:

- **Предобработка:** STFT, Mel-спектрограммы
- **Архитектуры:** CNN, RNN, Transformers, U-Net
- **Метрики оценки:** PESQ, SDR, A/B тестирование

## Ключевые сценарии применения (Quality gate)

Удаление вокала (Vocal Removal), реставрация аудиоархивов, автоматическая питч/тайм-коррекция. Важность слепых прослушиваний для субъективной оценки работы алгоритмов.

# Кодеки и форматы: AAC, FLAC, Opus

## Радар характеристик аудиоформатов



## Ключевая терминология

### PCM (Pulse-Code Modulation)

Несжатое аудио (WAV, AIFF). Фундаментальный стандарт оцифровки аналогового сигнала без потери исходного качества.

### Lossy vs Lossless

**Lossy:** сжатие с безвозвратной потерей данных (AAC, MP3).

**Lossless:** алгоритмическое сжатие с полным восстановлением (FLAC, ALAC).

### VBR / CBR

Постоянный (Constant) или переменный (Variable) битрейт. VBR оптимизирует размер файла, адаптируясь к сложности сигнала.

### LUFS-стандарты нормализации

Требования стриминговых платформ к интегральной громкости для избежания искажений (клиппинга) и обеспечения ровного звучания плейлистов.

- Apple Music / Подкасты: -16 LUFS
- Spotify / YouTube: -14 LUFS

# Пространственное аудио: концепции

## Пространственная сцена

- ✚ **Трехмерное пространство (3D)**  
Высота, ширина, глубина; точное позиционирование.
- 📍 **Локализация источников**  
Способность слушателя определять направление звука.

## Сферы применения

- **Музыка:** Dolby Atmos в Apple Music, Amazon Music
- **Кинематограф:** Иммерсивные саундтреки
- **Игровая индустрия:** VR/AR и 3D-звук
- **Коммерция:** Ритейл, выставки, спорт-арены

## Ключевые понятия

### Binaural

Бинауральное аудио; метод записи/воспроизведения для наушников с использованием HRTF (Head-Related Transfer Function) для симуляции 3D.

### Ambisonics

Сферический формат аудио (360°); кодирует звуковое поле независимо от расположения динамиков. Часто используется в VR.

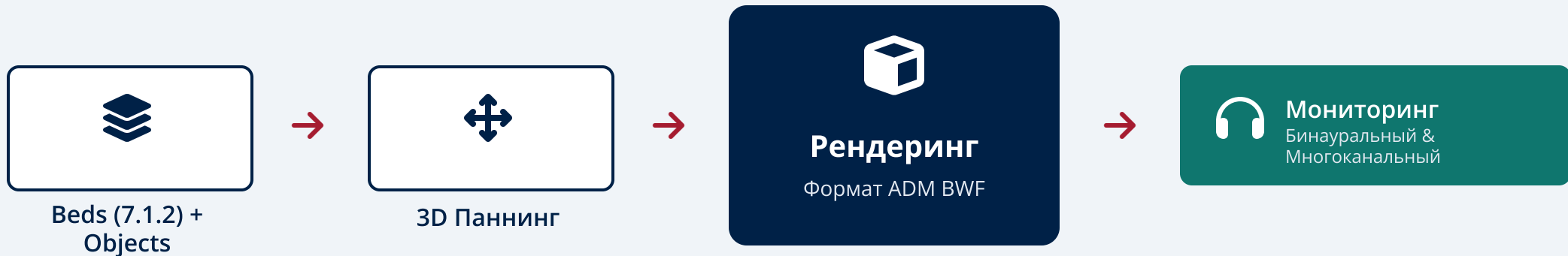
### Объектное аудио

Object-based audio; звук рассматривается как «объект» с метаданными о его положении в пространстве (x,y,z), а не привязан к каналу.

### Bed Tracks

Многоканальная основа (например, 7.1.2) в системах вроде Dolby Atmos, поверх которой накладываются объекты.

# Dolby Atmos и 3D-миксинг



## Инструменты и Контроль качества:

- **Инструменты:** Logic Pro Atmos, Spatial plugins
- **Проверка:** Бинаурально (в наушниках)
- **Контроль:** Совместимость со стерео (Downmix)

## Транслируемость микса

Ключевая задача 3D-миксинга — обеспечить одинаково высокое качество восприятия на различных устройствах: от многоканальных кинотеатральных систем до обычных стереонаушников с включенным бинауральным рендерингом.

# VST/эфффекты: архитектура современного микса



## Эквализация (EQ)

Динамические эквалайзеры, Mid/Side обработка, хирургическое удаление резонансов.



## Компрессия и динамика

VCA, Opto, FET компрессоры. Параллельная компрессия, сайдчейн (Sidechain), мультибэнд.



## Сатурация и искажения

Эмуляция ленты (Tape), ламп (Tube), транзисторов. Добавление гармоник и "теплоты".



## Пространственная обработка

Конволюционные (Convolution) и алгоритмические ревербераторы, дилеи (Delay).



## Основы Gain Staging

Оптимизация уровней сигнала между плагинами. Избежание клиппинга и сохранение Headroom.



## Метрики: Crest Factor

Разница между пиковым (Peak) и среднеквадратичным (RMS) уровнями. Показатель динамики.



## Метрики: True Peak

Межсэмплные пики (Intersample Peaks), возникающие при цифро-аналоговом преобразовании.



## Метрики: Integrated LUFS

Интегральная громкость за весь трек. Стандарт для стриминговых платформ (-14 LUFS и др.).

# Гибрид: аналог + цифра (Гибридный workflow)



## Преимущества подхода:

- Гармоники и "теплота" аналогового оборудования
- Точность, гибкость и повторяемость цифровой среды
- Лучшее из обоих миров для финального микса

## Цифровая альтернатива:

- Плагины-эмуляции (SSL, Neve, API)
- Доступность аналогового характера "in the box"
- Снижение стоимости производства

## Ренессанс гибридного подхода

В 2026 году продюсеры активно комбинируют бюджетное аналоговое железо (например, доступные клоны классических преампов) с мощными цифровыми DAW. Это позволяет получить аутентичный характер звучания без потери современных возможностей редактирования и автоматизации.

# Виртуальные инструменты и amp-модели



## Семплы и Синтезаторы

Индустриальные стандарты Kontakt и Serum обеспечивают безграничные возможности саунд-дизайна.



## Виртуальные Ударные

Superior Drummer 3, EZdrummer 3 и GGD с ИИ-ассистентами для реалистичного программирования.



## Amp Моделирование

Fractal Audio, Neural DSP Quad Cortex, Line 6 Helix.



## Тренд Продаж

Цифровые модельеры впервые обогнали ламповые усилители.



## Тихая Запись

Идеально для домашних студий без потерь в качестве.

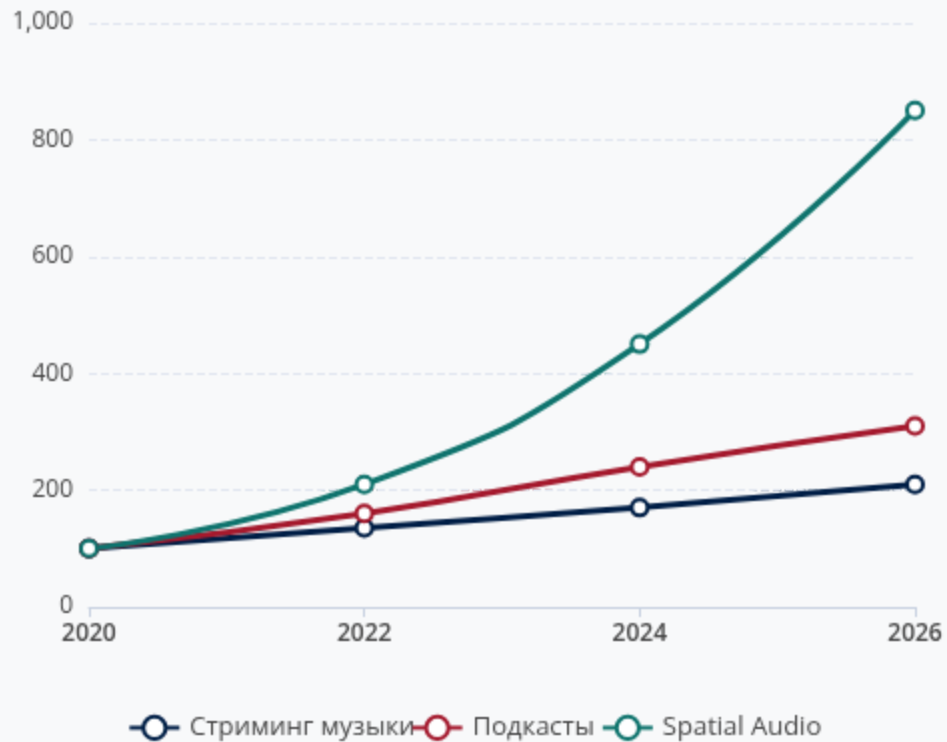


## Консистентность

Одинаковое звучание каждый раз, без деградации ламп.

# Аудиомедиа: как меняется потребление

Рост форматов потребления (Индекс: 2020 = 100)



## Ключевые тренды и метрики

### Стриминг и алгоритмы

Переход от альбомов к плейлистам. Алгоритмические рекомендации формируют до 70% прослушиваний новых музыкальных треков.

### Аудиобрендинг 2.0

Эволюция от короткого аудиологотипа к масштабируемым музыкальным системам, адаптирующимся под платформу, устройство и контекст пользователя.

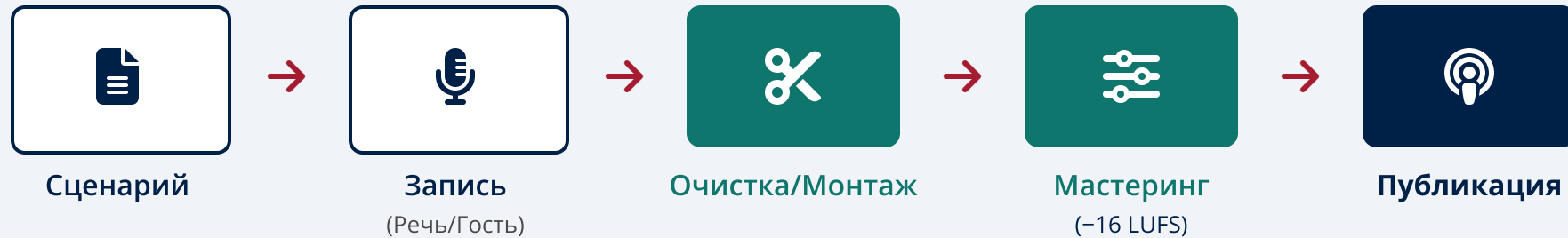
### Ключевые метрики (KPI)

Смещение фокуса на удержание (retention), процент дослушивания (completion rate) и намерение повторного добавления трека в медиатеку.

### Spatial Audio в стриминге

Интеграция Dolby Atmos по умолчанию в Apple Music и Amazon Music. Пространственный звук становится новым стандартом конкуренции за внимание слушателя.

# Подкасты и креатор-экономика



## Инструментарий и стандарты аудио-креаторов:




- **ПО для монтажа:** Descript, Auphonic, Hindenburg
- **Форматы:** Видео-подкасты (YouTube, Spotify)
- **Нормализация:** -16 LUFS (стандарт индустрии)

## Модели монетизации

Индустрия переходит от любительских форматов к профессиональному производству с многоуровневой экономикой: прямые подписки аудитории (Patreon, Boosty), донаты во время трансляций, а также высокобюджетные бренд-интеграции и нативная аудиореклама.

# VR/иммерсив: от кинотеатра к повседневности

## Базовые технологии

-  **Бинауральный рендеринг (HRTF)**  
Синтез 3D-звука для наушников на основе физиологии слуха
-  **Трекинг головы (Head Tracking)**  
Адаптация звуковой сцены при поворотах головы
-  **Пространственные маркеры**  
Привязка аудио-объектов к координатам виртуального мира

## Технические вызовы

- **Локализация:** точность позиционирования источников (Front/Back)
- **Транслируемость:** одинаковое звучание в разных HRTF-профилях
- **Вычислительная нагрузка:** обработка 3D-аудио в реальном времени (Latency < 20ms)

## Сферы применения

### Игровая индустрия

Движки Wwise, FMOD; реактивное аудио, зависящее от геометрии помещений и положения игрока.

### Выставки / Музеи

Создание направленного звука без утечек (направленные динамики) и AR-аудиогиды с трекингом позиции посетителя.

### Ритейл

Иммерсивное управление вниманием покупателя: разные звуковые зоны для разных категорий товаров (аудио-зонирование).

### Спорт-арены

Проектирование распределенных многоканальных систем для создания эффекта "окружения" и управления энергетикой толпы.

### Кинематограф

Dolby Atmos/DTS:X: объектно-ориентированное сведение для точного позиционирования звуковых эффектов (например, пролет самолета над головой).

# Облако и удалённая коллаборация

## Инструменты



### Avid Cloud Collaboration

Интеграция в Pro Tools, позволяющая работать над сессией нескольким пользователям одновременно с синхронизацией треков.



### Steinberg VST Connect

Удаленная запись в реальном времени напрямую в Cubase/Nuendo с передачей видео и аудио высокого разрешения.



### Splice & Loopcloud

Облачные библиотеки сэмплов с возможностью шеринга проектов и версионирования между соавторами.



### BandLab

Полностью облачная DAW с функциями социальной сети для быстрого создания набросков и совместной работы.

## Практики и сетап



### Версионирование (Version Control)

Строгая система именования файлов и сохранения итераций микса для избежания конфликтов данных.



### Общие шаблоны (Templates)

Использование единых стартовых проектов в DAW с заранее настроенной маршрутизацией и шинами.



### Требования к сети

Стабильный upload для передачи аудио без потерь и низкие задержки (low latency) для сессий в реальном времени.

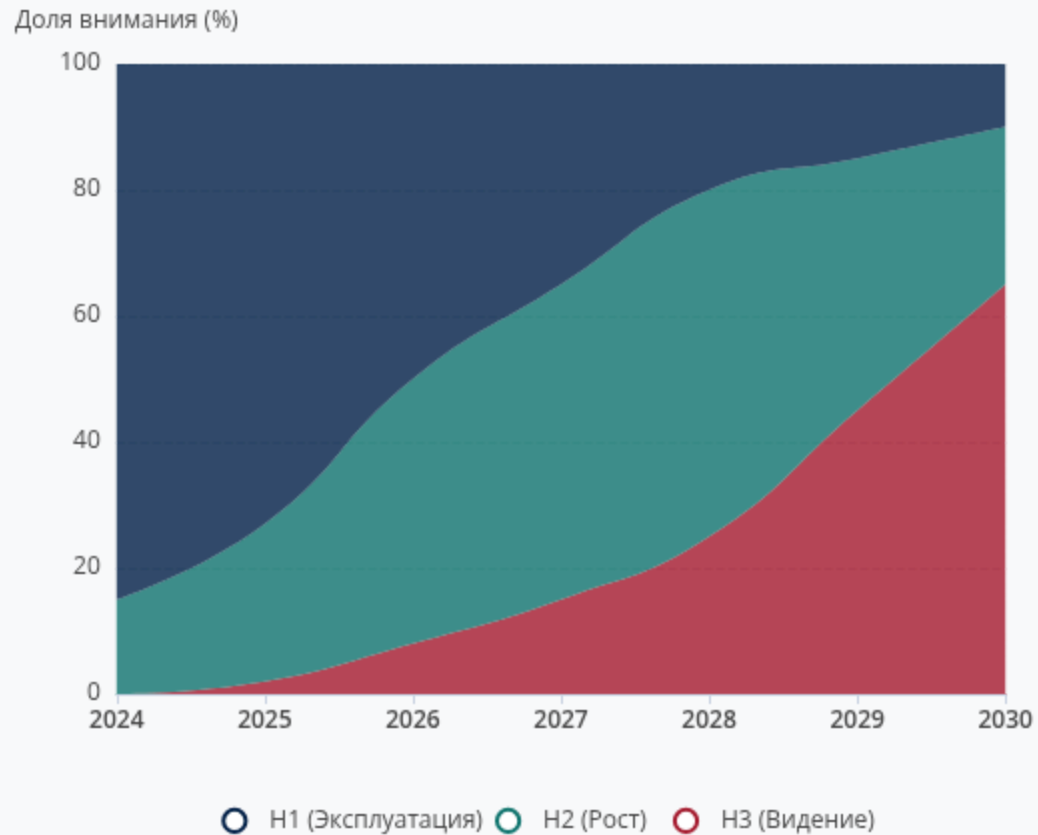


### Резервное копирование

Правило 3-2-1: три копии данных, на двух разных носителях, одна из которых находится удаленно (в облаке).

# Тренды 2026: модель трёх горизонтов

Инвестиции и фокус индустрии (2024-2030)



## Горизонты развития аудиотехнологий

### Горизонт 1: Эксплуатация (Текущий фундамент)

**Фокус:** AI-инструменты для очистки шума и стем-сепарации, амп-модельеры, подкастинг.

Технологии, которые уже внедрены в повседневный пайплайн студий и используются для повышения эффективности базовых задач.

### Горизонт 2: Рост (Развивающиеся стандарты)

**Фокус:** Пространственное аудио (Dolby Atmos / Spatial), облачные DAW, генеративные виртуальные инструменты.

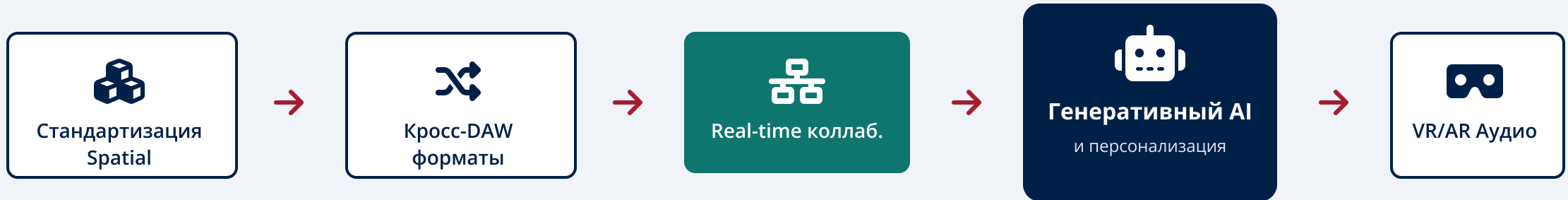
В 2026 году эти направления активно растут, становясь новым отраслевым стандартом.

### Горизонт 3: Видение (Инновации будущего)

**Фокус:** Адаптивные аудиосистемы брендов, AR/VR аудио, персонализированное микширование в реальном времени.

Прорывные технологии, которые полностью изменят потребление аудиомедиа в ближайшие 3-5 лет за счет глубокой интеграции с контекстом слушателя.

# Перспективы: куда движется индустрия



## Ключевые риски и вызовы:

- **AI-контент:** Риск однотипности и потери уникальности
- **Правовые:** Защита авторских прав в эпоху генеративных моделей
- **Технические:** Вычислительная нагрузка для иммерсивных форматов

## Фокус индустрии 2026+

Смещение приоритетов от базовой генерации звука к созданию уникального саунда, строгому контролю качества транслируемости и внедрению предиктивных метрик вовлеченности слушателя.

# Итоги и рекомендации



## 1. ИИ как ассистент, а не замена

Делегируйте рутину (шумоподавление, стемы), но сохраняйте за собой финальные креативные решения.



## 3. Spatial Audio и коллаборация

Осваивайте Dolby Atmos и облачные DAW-решения для бесперебойной работы с глобальными командами.



## 2. Гибридные пайплайны и шаблоны

Совмещайте аналоговый характер с цифровой точностью. Инвестируйте время в создание эффективных пресетов.



## 4. Фокус на метриках качества

Контролируйте стандарты громкости (LUFS), транслируемость миксов на разных устройствах и удержание слушателя.

# Спасибо за внимание!

Время для вопросов и ответов (Q&A)