

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И.САТПАЕВА»



Институт геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова  
Кафедра «Геофизика и сейсмология»

**GPH1662 – «Введение в сейсмологию»**

*6B07201 – «Нефтегазовая и рудная геофизика»*

## **Лекция–4**

На тему «Природа сейсмических волн. Типы и параметры. »

Преподаватель: **Ратов Боранбай Товбасарович** – доктор технических наук,  
профессор



# Природа сейсмических волн: Типы и параметры

Всесторонний обзор основ сейсмологии, от источников до практического применения.

# Что такое сейсмические волны?

## Энергия движения

Сейсмические волны представляют собой упругие колебания, распространяющиеся в толще Земли или по ее поверхности в результате землетрясений, взрывов или других импульсных источников.

## Передача информации

Эти волны являются ключевым инструментом для изучения внутреннего строения нашей планеты, поскольку их скорость и направление меняются в зависимости от плотности и упругости среды.



# Источники сейсмических волн

Сейсмические волны генерируются различными естественными и искусственными процессами, которые высвобождают значительное количество упругой энергии.

## Тектонические землетрясения

Внезапное смещение горных пород вдоль разломов, являющееся наиболее мощным источником.

## Вулканическая активность

Движение магмы, взрывы и обрушения кальдер, вызывающие локальные сейсмические явления.

## Искусственные источники

Направленные взрывы (например, при геологоразведке или горнодобывающей деятельности).

## Метеоритные удары

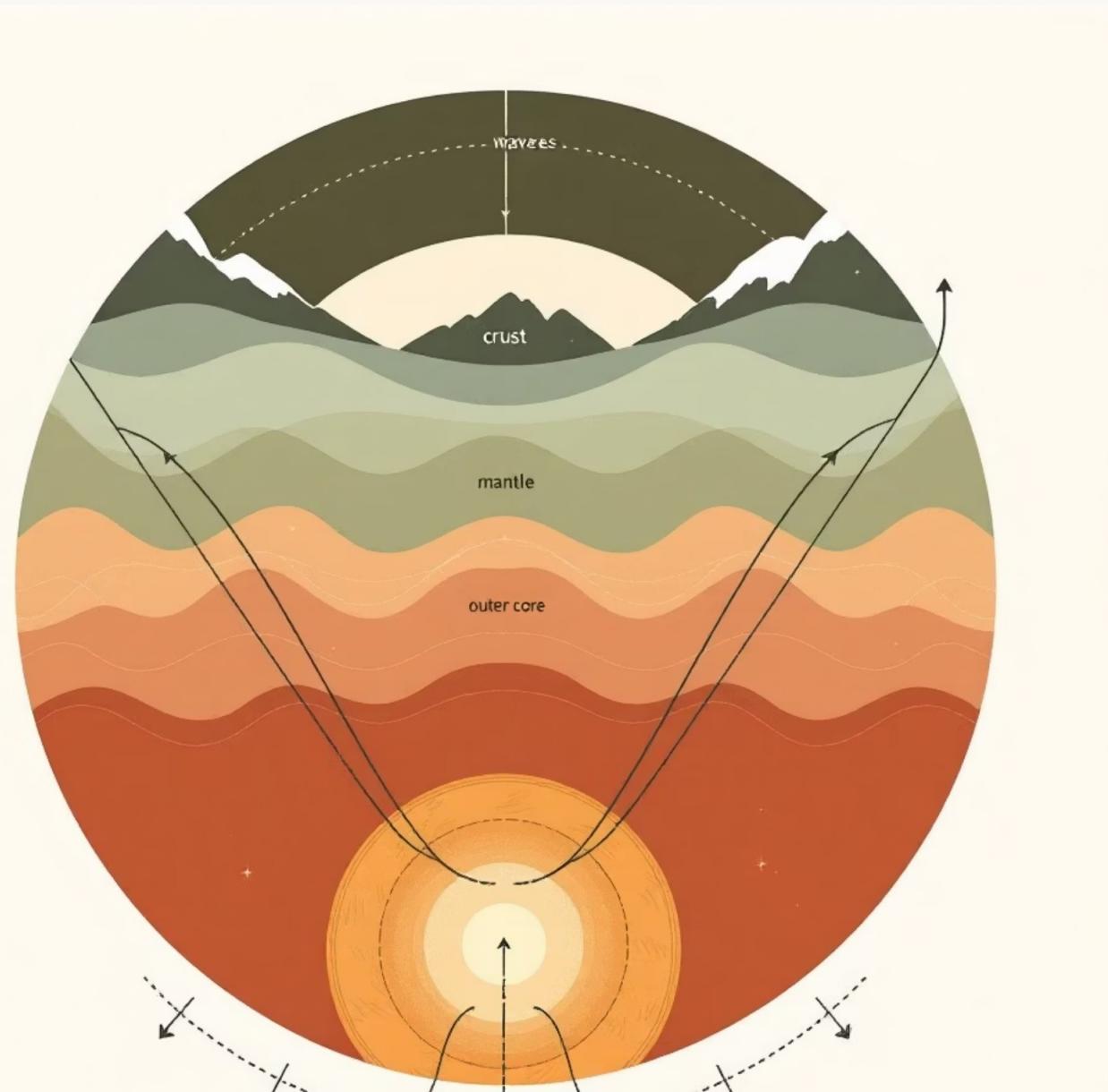
Редкие, но очень сильные импульсы, способные вызвать глобальное сейсмическое возмущение.

# Основные типы сейсмических волн: Обзор

Сейсмические волны делятся на две большие группы, каждая из которых имеет уникальный механизм распространения и скорость.

## 1. Объемные волны (Body Waves)

Распространяются **сквозь** внутренние слои Земли. Они имеют более высокую частоту и скорость. К ним относятся продольные (P) и поперечные (S) волны.



## 2. Поверхностные волны (Surface Waves)

Распространяются **вдоль** поверхности Земли (границы раздела сред). Они имеют более низкую частоту, медленнее, но несут большую часть разрушительной энергии. К ним относятся волны Лява и Рэлея.



# Поверхностные волны: Волны Лява и Рэлея

Эти волны возникают вблизи свободной поверхности и являются причиной большинства сейсмических повреждений.



## Волны Лява (Love Waves)

- Движение: Горизонтальное сдвиговое движение (поперек направления распространения).
- Особенность: Не распространяются в жидкостях (например, в воде).
- Последствия: Вызывают горизонтальные деформации и сдвиг зданий.

## Волны Рэлея (Rayleigh Waves)

- Движение: Эллиптическое (подобно волнам на воде) — вертикальное и горизонтальное.
- Особенность: Самые медленные, но самые разрушительные.
- Последствия: Вызывают раскачивание, проседание и вертикальные смещения грунта.

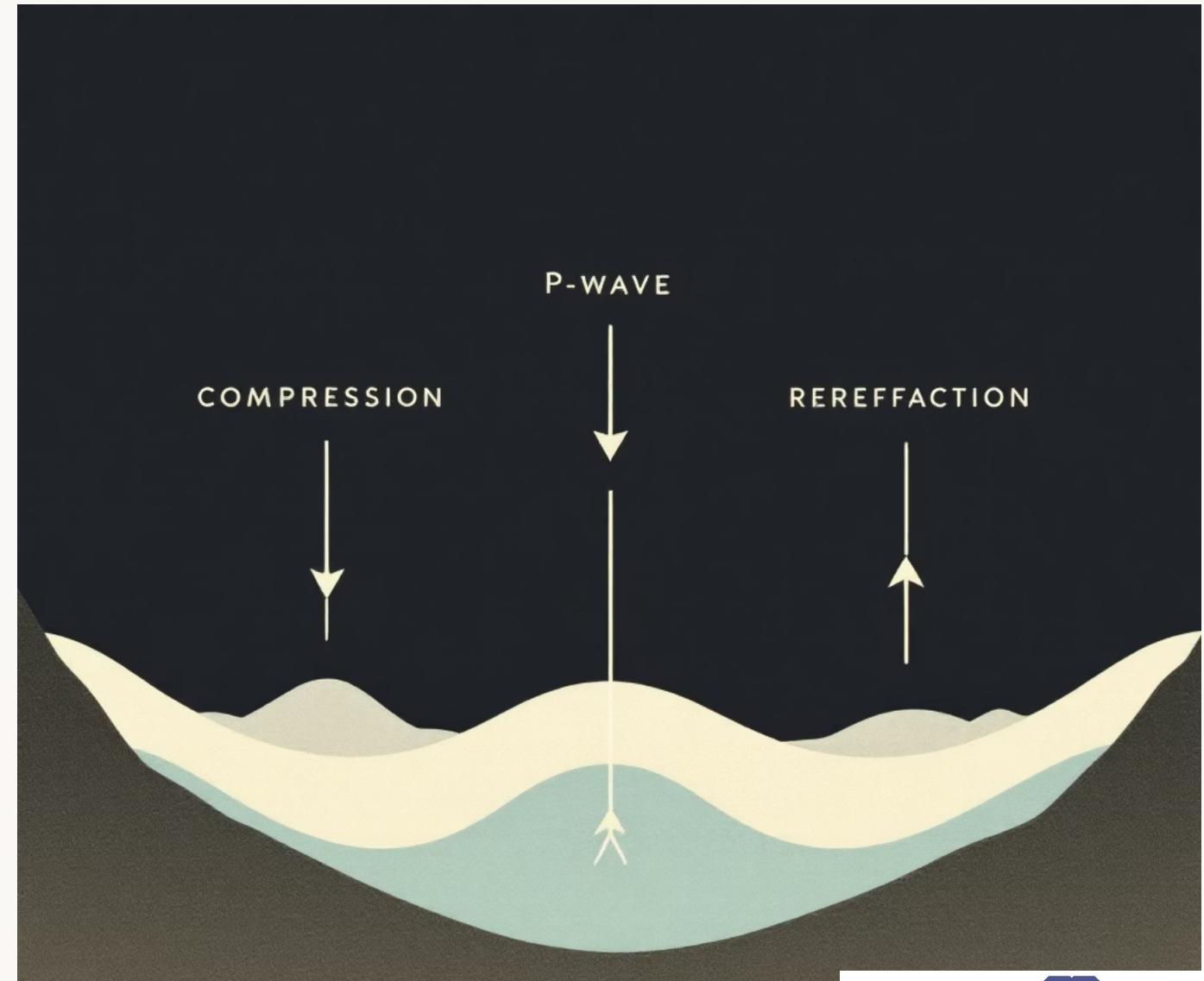
# Объемные волны: Р-волны (продольные)

"Р" означает **Primaе** (первичные) — они всегда регистрируются первыми.

## Механизм распространения

- Направление: Частицы колеблются **параллельно** направлению распространения волны (скатие и растяжение).
- Среда: Могут распространяться в твердых телах, жидкостях и газах.
- Скорость: Самые быстрые из всех сейсмических волн.

Их часто сравнивают со звуковыми волнами, поскольку они также являются волнами скатия.



# Объемные волны: S-волны (поперечные)

"S" означает **Secundae** (вторичные) — они приходят после P-волн.

## Движение сдвига

Частицы среды колеблются **перпендикулярно** направлению распространения волны. Это вызывает сдвиг породы.

## Ограничения среды

S-волны не могут распространяться в жидкостях и газах, так как эти среды не обладают упругостью сдвига. Это подтверждает, что внешнее ядро Земли является жидким.

## Разрушительный потенциал

Несмотря на то, что они медленнее P-волн, S-волны более разрушительны, чем P-волны, поскольку они вызывают интенсивное сдвиговое напряжение в конструкции.

# Параметры сейсмических волн

Анализ этих параметров позволяет точно определить силу и расстояние до эпицентра землетрясения.

**A**

Амплитуда

Максимальное смещение частиц среды от положения равновесия.

Определяет **интенсивность** или магнитуду землетрясения.

**f**

Частота

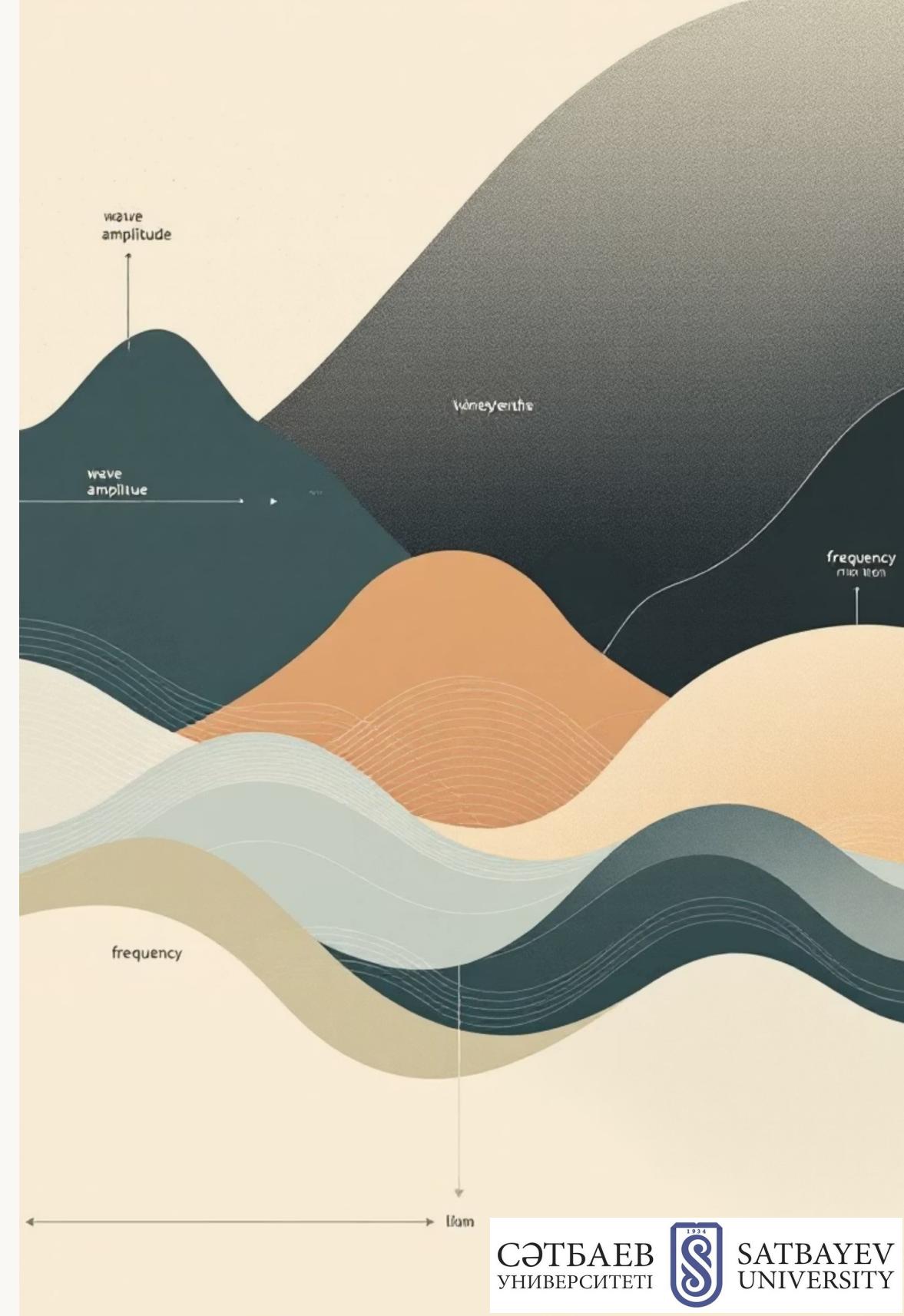
Количество колебаний в единицу времени (Гц). Низкочастотные волны проходят дальше,

высокочастотные быстро затухают.

**λ**

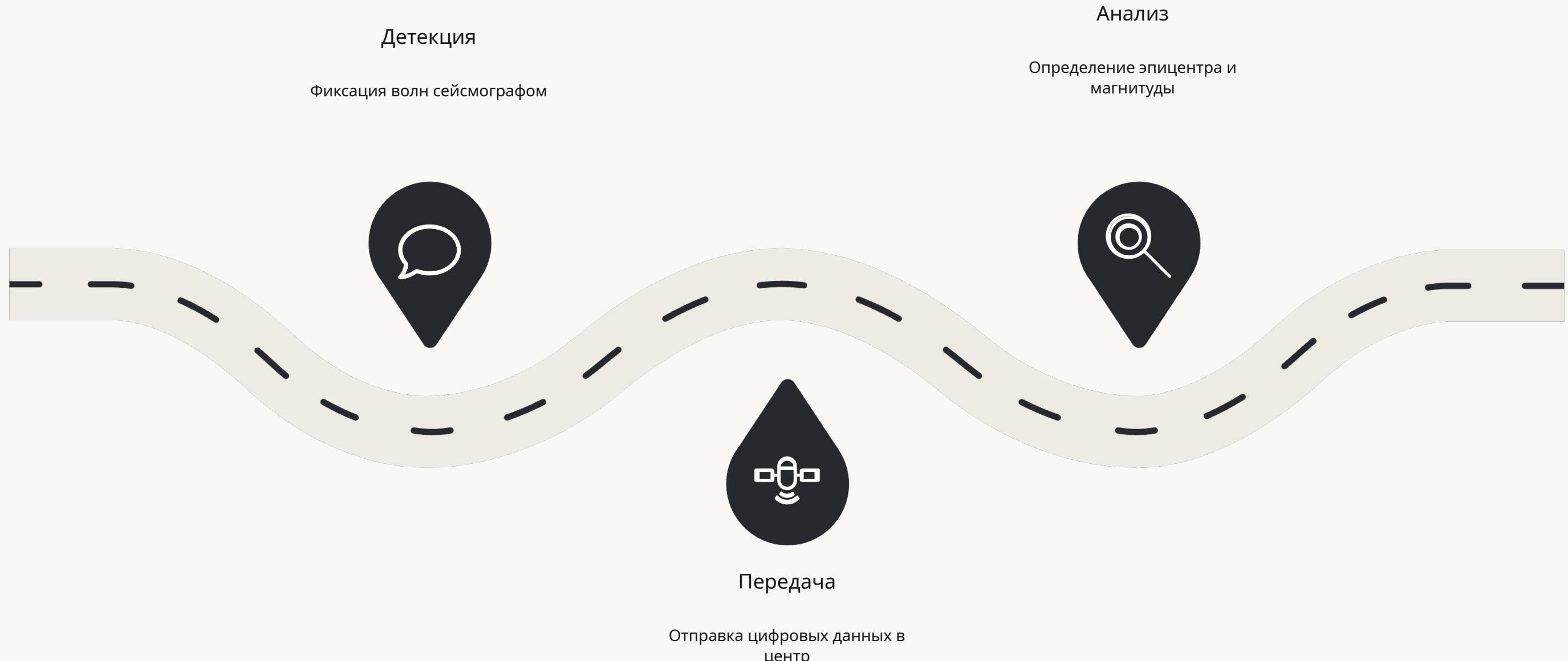
Длина волны

Расстояние между двумя последовательными гребнями. Связана со скоростью и частотой ( $v = \lambda * f$ ).



# Методы регистрации сейсмических волн

Для регистрации и анализа сейсмических волн используются высокочувствительные приборы, называемые сейсмографами.



# Применение изучения сейсмических волн

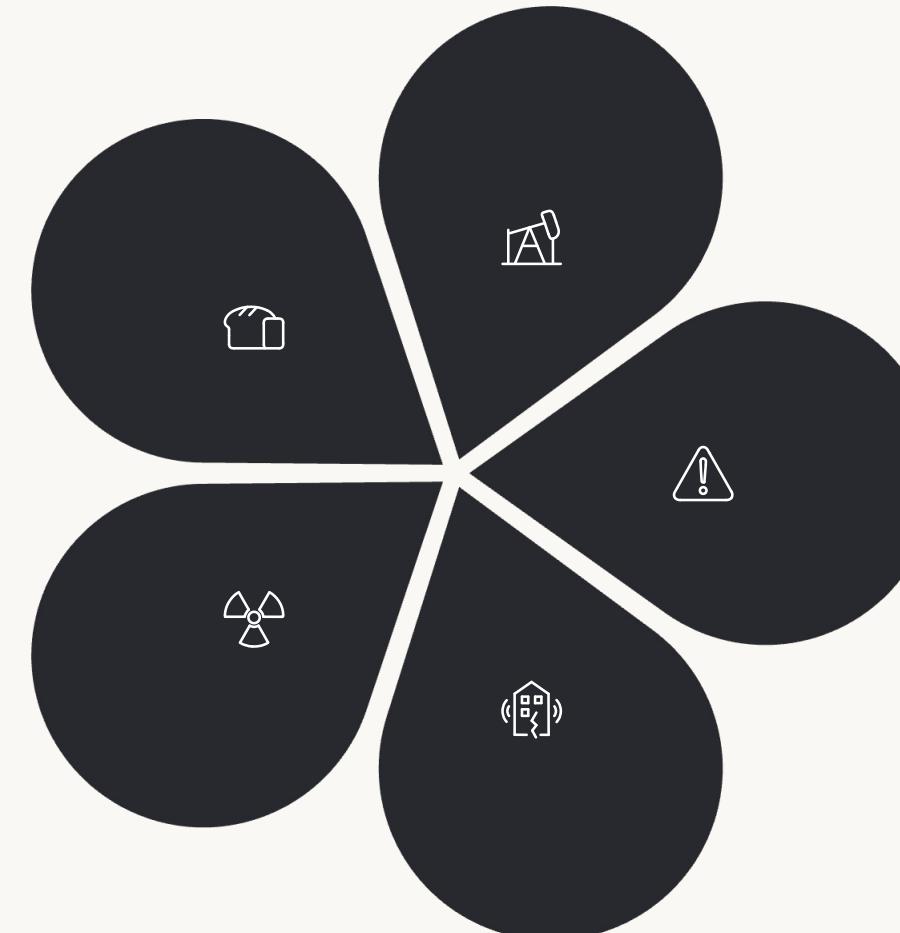
Сейсмология является критически важной наукой с широким спектром практического применения.

## Строение Земли

Картирование границ между ядром, мантией и корой.

## Мониторинг ядерных испытаний

Обнаружение подземных взрывов с помощью уникальных сейсмических сигналов.



## Геологоразведка

Поиск залежей нефти, газа и других полезных ископаемых (сейсморазведка).

## Оценка рисков

Сейсмическое зонирование территорий и прогнозирование землетрясений.

## Системы раннего предупреждения

Особенно для цунами, где S- и P-волны могут опережать приход разрушительной волны