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

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

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.

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

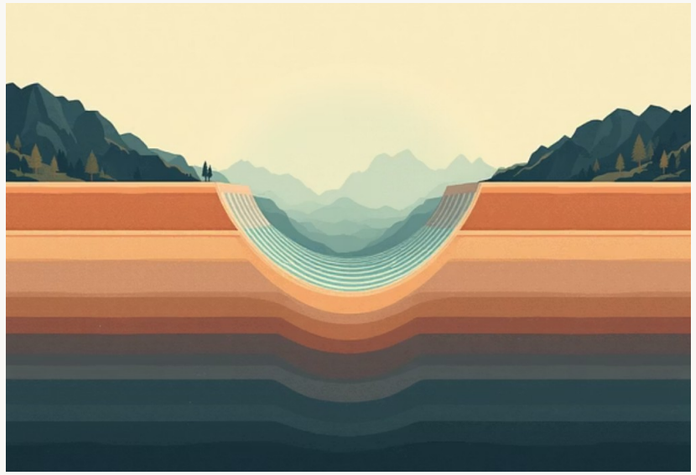
Что такое сейсмические волны?

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.





СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

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.

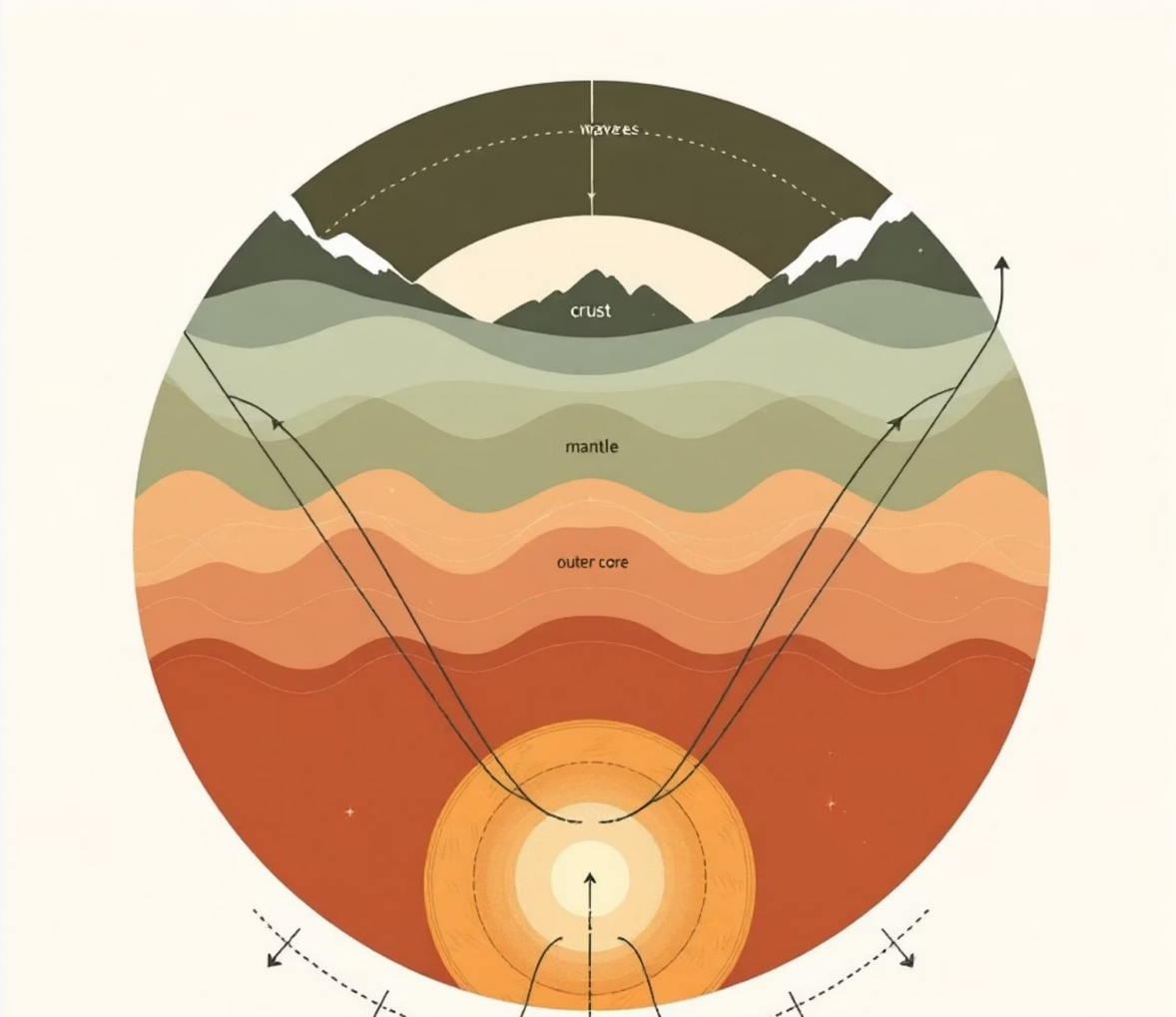
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

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.



СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

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.

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

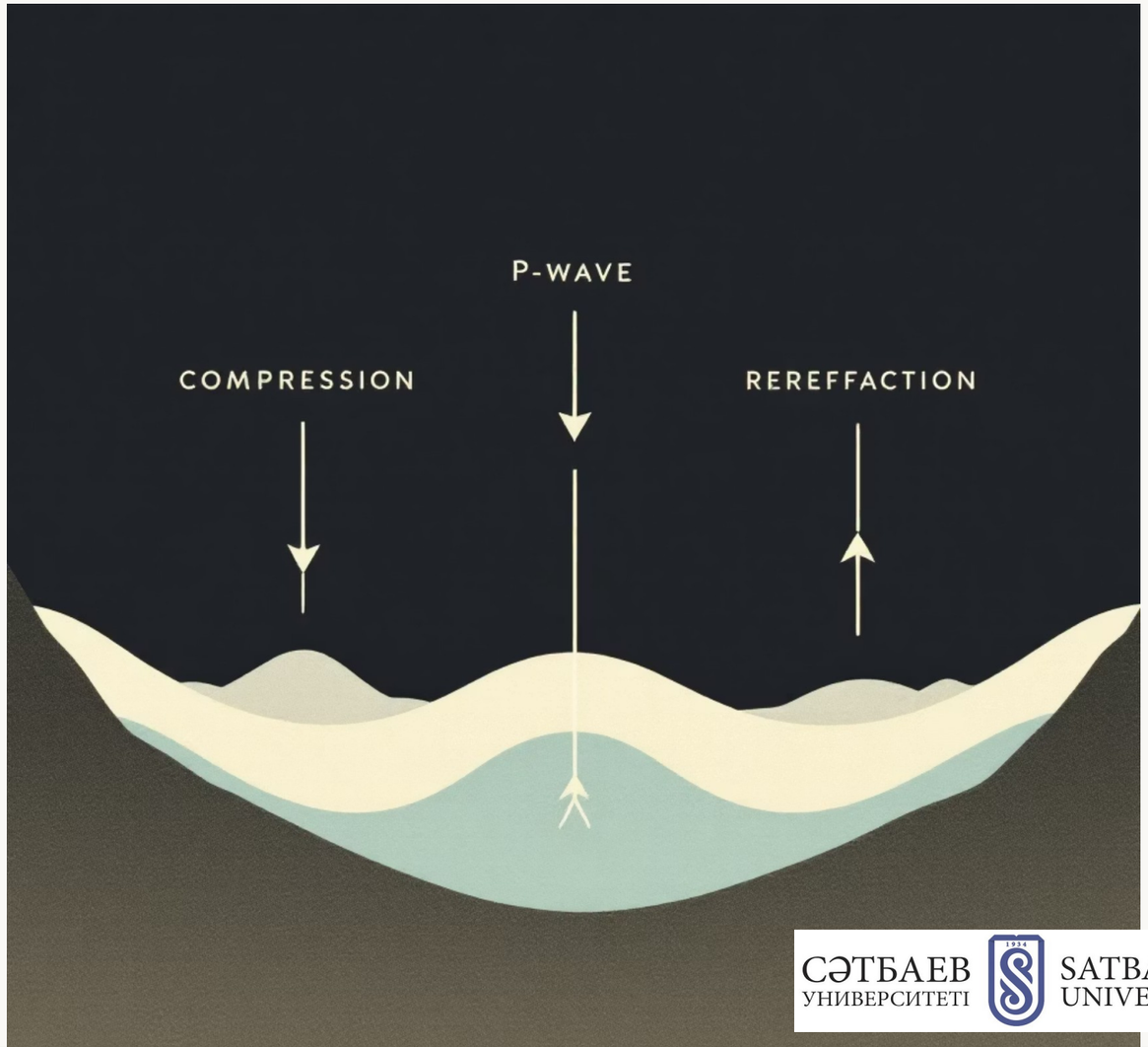
Объемные волны: P-волны (продольные)

> "P" означает **Primae** (первичные) — они всегда регистрируются первыми.

Механизм распространения

- Направление: Частицы колеблются **параллельно** направлению распространения волны (сжатие 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 сжатия.



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.

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

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

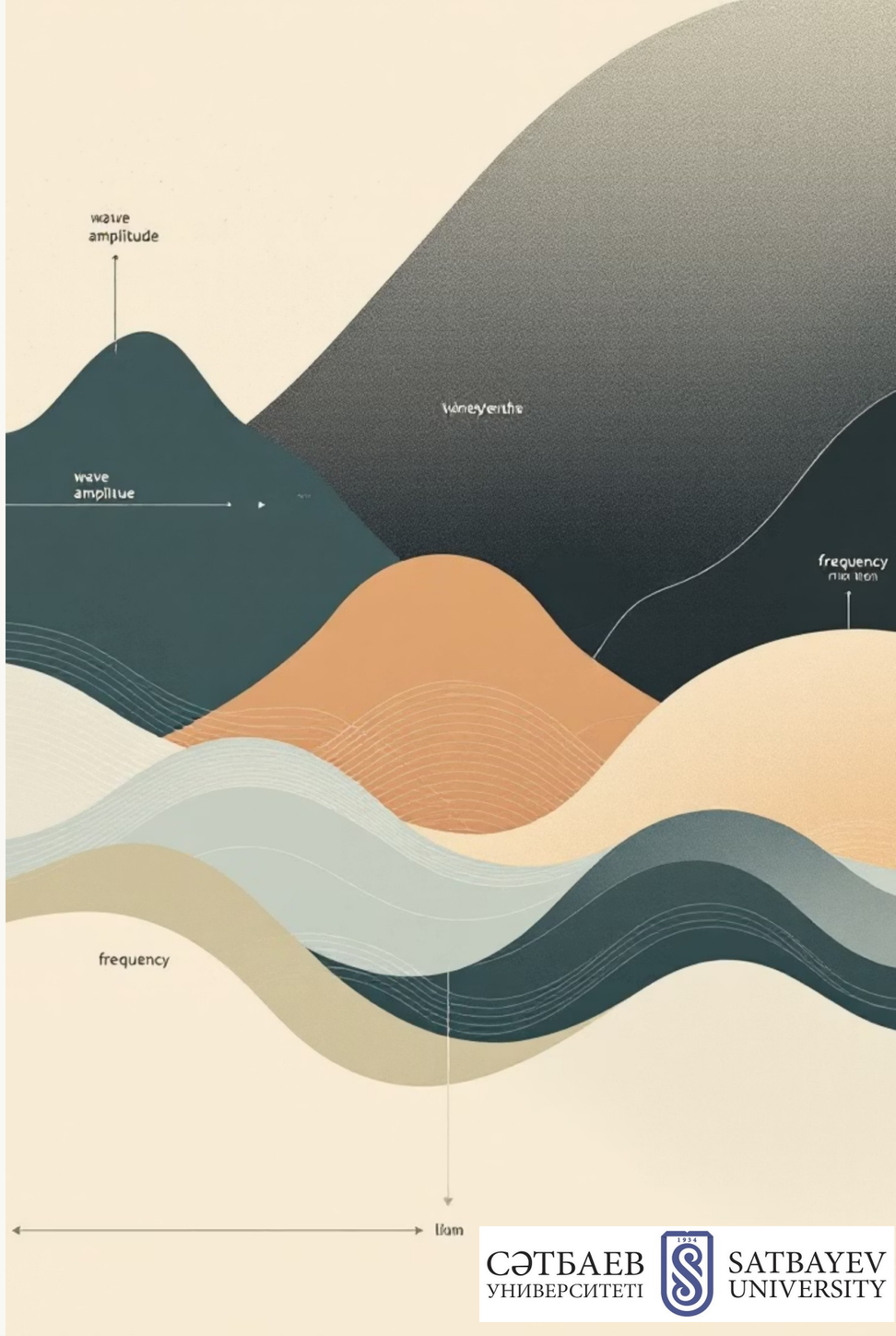
Частота

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

λ

Длина волны

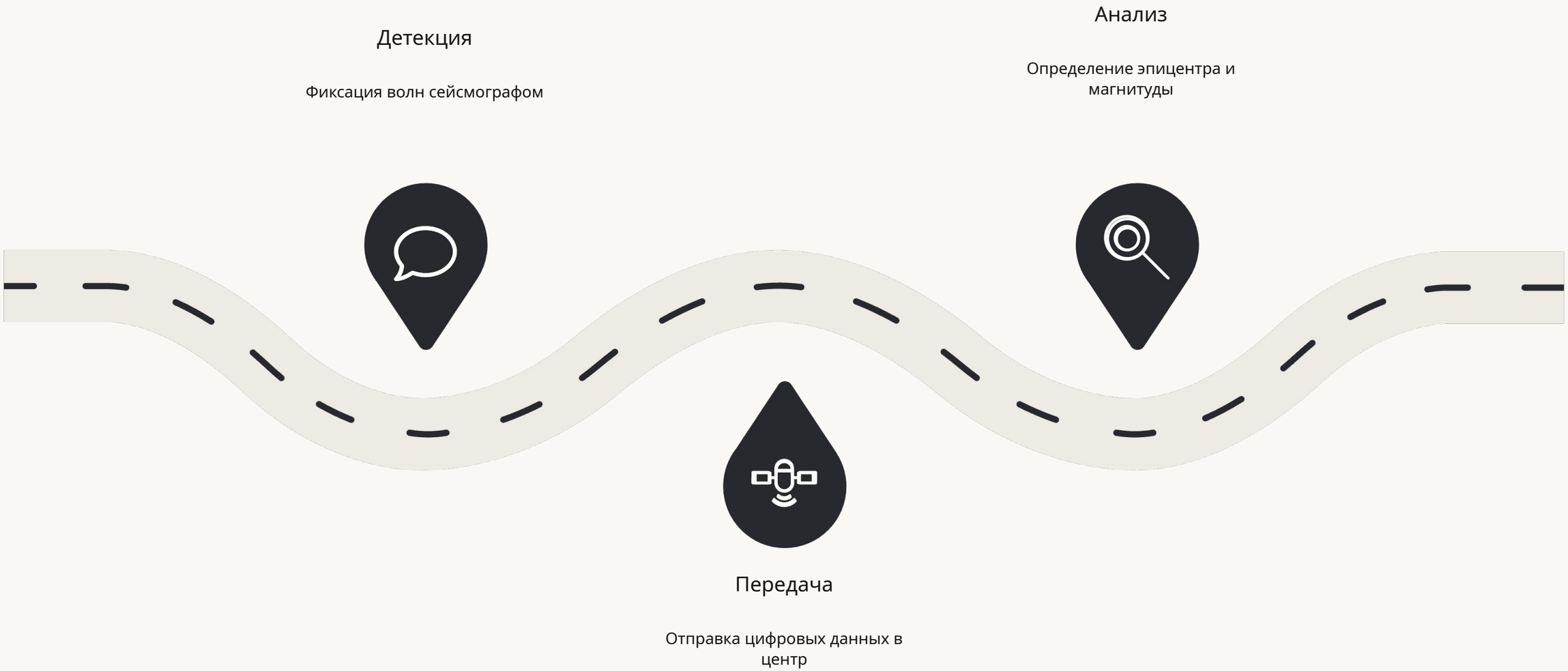
Расстояние между двумя последовательными гребнями. Связана со скоростью и частотой (v = λ * f).



САТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

Методы регистрации сейсмических волн

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



Современные цифровые сейсмографы способны фиксировать движения грунта с точностью до нанометров, что позволяет улавливать даже самые слабые

САТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY

Применение изучения сейсмических волн

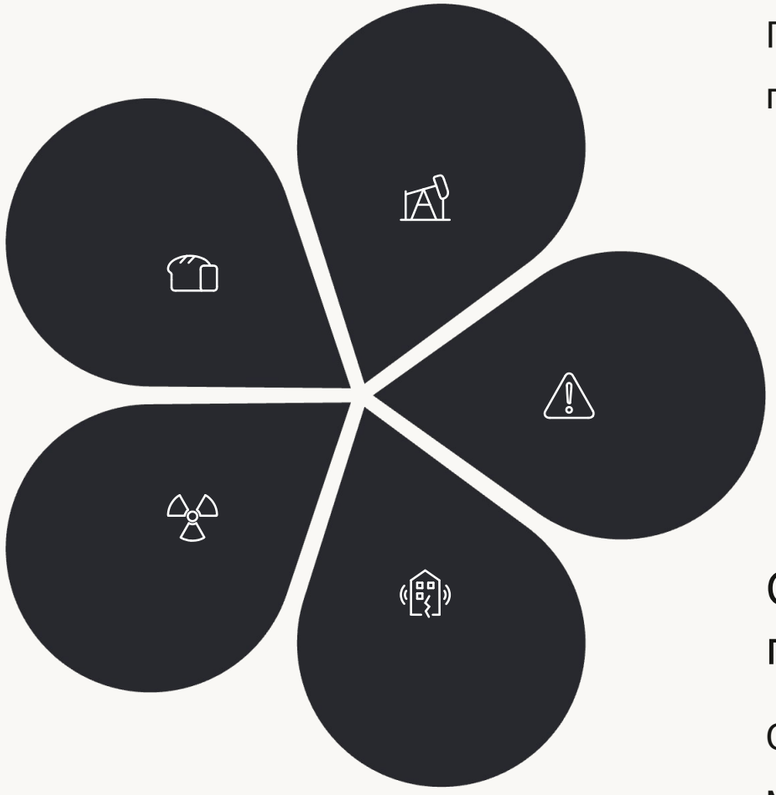
Сейсмология является критически важной наукой с широким спектром практического применения.

Геологоразведка

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

Строение Земли

Картирование границ между ядром, мантией и корой.



Оценка рисков

Сейсмическое зонирование территорий и прогнозирование землетрясений.

Мониторинг ядерных испытаний

Обнаружение подземных взрывов с помощью уникальных сейсмических сигнатур.

Системы раннего предупреждения

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

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ SATBAYEV UNIVERSITY