

Межфакультетский учебный курс
осеннего семестра
2017/2018 учебного года
физического факультета
«Физика цунами»

Преподаватель: Носов Михаил Александрович

(д.ф.-м.н., профессор кафедры физики моря и вод суши)

Аннотация

Проблема цунами является актуальным и практически востребованным направлением современной геофизики, находящимся на стыке физической океанологии и сейсмологии. За истекшие полтора десятилетия 21-го века произошли более 10 крупных цунами, которые унесли жизни 250 тысяч человек и причинили колоссальный материальный ущерб. Наиболее катастрофические из этих событий – цунами в Индонезии 26.12.2004 и в Японии 11.03.2011 – убедительно показали, что, несмотря на обширные накопленные знания о физической природе цунами, разработанные математические модели явления и технологии прогноза, проблема цунами все еще далека от разрешения и требует привлечения новых идей и технологий. Стремительный рост населения прибрежной зоны, развитие береговой инфраструктуры и интенсификация хозяйственной деятельности на шельфе (добыча углеводородов, прокладка трубопроводов, линий связи) повышают уязвимость берегов к морским природным катастрофам, среди которых волны цунами играют не последнюю роль.

В курсе приводятся сведения о наиболее ярких исторических событиях. Описываются профессиональные источники информации о волнах цунами. Даются представления о родственном цунами явлении — моретрясении. Обсуждаются особенности эволюции волн в области источника, в открытом океане, в мелководной зоне и на побережье. Рассматриваются физические модели формирования цунами подводными землетрясениями, оползнями, извержениями вулканов, атмосферными эффектами (метеоцунами) и падением метеоритов. Дается представление о способах регистрации цунами. Излагаются принципы функционирования современной системы предупреждения о цунами. Формулируются правила личной безопасности при нахождении в цунамиопасном регионе.

Лекции снабжены богатым иллюстративным материалом и читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования. Организован доступ слушателей к материалам лекций и рекомендуемой литературе.

Межфакультетский учебный курс
осеннего семестра
2017/2018 учебного года
физического факультета
«Физика цунами»

Преподаватель: Носов Михаил Александрович

(д.ф.-м.н., профессор кафедры физики моря и вод суши)

Программа

№ лекции	Тема лекции
1	Волны цунами: определение понятий. Цунамиопасные регионы. Наиболее известные катастрофические события. Механизмы формирования цунами.
2	Каталоги и базы данных, статистика цунами. Магнитуда и интенсивность цунами. Связь магнитуды землетрясения с интенсивностью цунами по шкале Соловьева-Имамуры. Следы палеоцунами и их роль в оценке цунамиопасности.
3	Элементы теории длинных гравитационных волн в океане. Лучевая теория. Рефракция и захват длинных волн. Трансформация волн на формах рельефа дна. Закон Эри-Грина. Рассеяние цунами неоднородностями дна.
4	Элементы потенциальной теории волн. Понятие о дисперсии. Влияние фазовой и амплитудной дисперсии на распространение цунами. Линейная (вязкая) и нелинейная (турбулентная) диссипация цунами.
5	Закономерности генерации гравитационно-акустических волн в водном слое при сейсмических движениях дна. Влияние горизонтального размера очага цунами и продолжительности деформации дна на параметры волны. Цунами-землетрясения. Связь формы очага цунами и направленности излучения волн.
6	Представления об очаге землетрясения. Генерация цунами землетрясением. Динамическая деформация дна и модель мгновенного источника. Практический метод расчета остаточных деформаций дна в очаге цунами. Задача об определении начального возвышения водной поверхности в очаге цунами.
7	Связь параметров очага цунами со свойствами очага землетрясения. Вклад вертикальной и горизонтальной компонент деформации дна в генерацию цунами. Энергия цунами и вытесненный объем.
8	Базовые представления о стратификационной структуре океана, внутренних волнах и геострофических течениях. Остаточные гидродинамические поля — следы цунамигенных землетрясений в океане. Роль стратификации и силы Кориолиса. Внутренние волны от подводных землетрясений.

9	Моретрясение: определение явления, описания очевидцев, инструментальные наблюдения. Параметрический резонанс. Волновые диссипативные структуры (рябь Фарадея). Влияние моретрясений на стратификационную структуру океана.
10	Гидроакустические эффекты при подводных землетрясениях. Нелинейный гидроакустический механизм генерации цунами.
11	Численные модели динамики волн цунами. Роль данных о топографии дна и прибрежной области суши. Возможности и ограничения численных методов. Проблема численных сеток применительно к моделированию волн цунами.
12	Накат цунами на берег. Задачи о заплеске на вертикальную стенку и пологий откос. Критерий обрушения волны. «Безотражательный» донный профиль и его роль в формировании экстремальных заплесков.
13	Физические особенности генерации цунами несейсмическими источниками (оползни, вулканические извержения, атмосферные процессы, метеориты).
14	Регистрация цунами в открытом океане донными датчиками давления. Преимущества этого метода по сравнению традиционными береговыми измерениями уровня моря. Альтернативные методы обнаружения и регистрации волн цунами.
15	Принципы и методы функционирования службы предупреждения о цунами. Проблема локальных цунами. Правила личной безопасности при нахождении в цунамиопасном регионе.

Литература

1. *Мурти Т.С.* Сейсмические морские волны цунами. Л. Гидрометеиздат. 1981.
2. *Пелиновский Е.Н.* Гидродинамика волн цунами. ИПФ РАН. Нижний Новгород, 1996.
3. *Левин Б.В., Носов М.А.* Физика цунами и родственных явлений в океане. М.: «Янус-К», 2005.
4. *Bryant E.* Tsunami: The Underrated Hazard. Springer-Praxis 2nd edition, Berlin, Heidelberg, 2008.
5. *Levin B.W., Nosov M.A.* Physics of Tsunamis, Second Edition. Springer, 2016.

Ресурсы в Интернете

<http://www.ngdc.noaa.gov/hazard/tsu.shtml>

<http://tsun.sccc.ru/nh/tsunami.php>

<http://itic.ioc-unesco.org/index.php>

<http://earthquake.usgs.gov/>

<http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>

Вопросы к зачету
по Межфакультетскому учебному курсу
осеннего семестра 2017/2018 учебного года
физического факультета
«Физика цунами»

1. Определение явления цунами. Цунамиопасные регионы. Типичные параметры волн цунами в открытом океане.
2. Проявление волн цунами на побережье. «Поражающие факторы» цунами.
3. Причины возникновения волн цунами (механизмы генерации).
4. Связь землетрясений и цунами. Понятие об очаге землетрясения и типах сейсмических волн.
5. Количественные характеристики силы цунами и силы землетрясения. Шкалы интенсивности и магнитуд.
6. Связь магнитуды землетрясения с интенсивностью цунами по шкале Соловьева-Имамуры. Магнитудно-географический критерий цунамигенности землетрясения.
7. Каталоги и базы данных по цунами. Роль исследований палеоцунами.
8. Цунами как длинные волны в океане. Скорость распространения длинных волн.
9. Влияние форм рельефа дна на распространение длинных волн. Закон Грина.
10. Связь параметров волны цунами с размерами и формой источника. Направленность излучения волн.
11. Особенности генерации цунами поршневой, мембранной и бегущей подвижками дна.
12. Связь параметров волны с продолжительностью деформации дна. Цунами-землетрясения.
13. Элементы потенциальной теории волн. Дисперсионное соотношение для гравитационных волн на воде. Понятие о групповой и фазовой скорости.
14. Влияние дисперсии на распространение волн цунами.
15. Проявление поверхностных гравитационных волн в вариациях придонного давления.
16. Гидроакустические эффекты при подводных землетрясениях. Т- фаза и низкочастотные упругие колебания водного слоя в очаге цунами.
17. Способы регистрации волн цунами.
18. Основные подходы к численному моделированию волн цунами.
19. Прогноз цунами: успехи и проблемы.
20. Правила личной безопасности при нахождении в цунамиопасном регионе.