

ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

БЕЗОПАСНОСТЬ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ
КУРС ЛЕКЦИЙ

Андреева Е.С.,
профессор кафедры БЖиЗОС

2018

2

- *Стихийное бедствие* - экстремальное явление природы катастрофического характера, приводящее к внезапному нарушению нормальной деятельности людей. В ряде случаев стихийные бедствия сопровождаются значительными суммами материального ущерба и жертвами среди населения.
- *Стихийные бедствия* оцениваются по количеству жертв и разрушений, в ненаселенных местах - по степени нарушения природной среды: рельефа, растительности, животного мира, а также по площади охвата.
- К *стихийным бедствиям* относятся: извержения вулканов, землетрясения, цунами, оползни, обвалы, сели, лавины, наводнения, ураганы, тайфуны, смерчи, град, грозовое электричество и другие. Ливень, снегопад, заморозок, гололедица и другие постоянно наблюдаемые погодные явления могут иметь характер стихийных бедствий при внезапном резком наступлении или при необычно высокой интенсивности. Самыми опасными стихийными бедствиями считаются тропические циклоны (тайфуны, ураганы, вилли-вилли, орканы), засуха и наводнения.

3

- Примерно 90% всех стихийных бедствий на планете связаны с погодой. На страны Азии и Тихого океана приходится шесть из десяти наиболее разрушительных стихийных бедствий, которые произошли за последние 10 лет. Только в 2006 году жертвами природных стихий стала 21 000 человек. 74% из них — жители стран Азиатско-Тихоокеанского региона. 8 стран — членов Экономической и социальной комиссии для Азии и Тихого океана — в списке 10 государств, наиболее страдающих от природных катастроф.
- По данным ООН, из 49 наименее развитых стран мира 24 находятся в “группе риска”. За последние 15 лет шесть из них пережили от двух до восьми крупных природных катастроф.
- В 1990-е годы было отмечено 84 крупных природных катаклизмов — в три раза больше, чем в 1960-е. Совокупный экономический ущерб составил 591 млрд. долларов.
- По данным американского Центра исследований стихийных бедствий, который с 1964 года создает уникальную базу данных катаклизмов, число катастроф с каждым десятилетием увеличивается. В 1973—1982 годы в мире было зафиксировано примерно 1,5 тысячи катастроф (около миллиона погибших), в 1983—1992-е их число увеличилось до 3,5 тыс. (1,2 млн. погибших), в 1993—2002 годы — до 6 тысяч (около 620 тыс. погибших). За период с 1990 по 1999 годы число пострадавших почти удвоилось и достигло 188 млн. Для сравнения: за эти же годы от различных вооруженных конфликтов пострадал 31 млн. человек.

4

- Согласно данным экспертов США, стихийные бедствия обуславливают от 3 до 5% преждевременной смертности и материальный ущерб около 1% валового национального продукта (ВНП). С 1995 по 1997 год ликвидация последствий природных бедствий обходилась Америке в 50 млрд долл. в год или 1 млрд долл. в неделю.
- В результате наводнений в 1991, 1994—1995 и 1998 годах Китай потерял от 20 до 30 млрд. долл. Наводнения в 2002 г. на Северном Кавказе причинили России ущерб в миллиарды рублей и унесли десятки человеческих жизней.
- Установлено, что наиболее быстро возрастает число катастроф с высоким экономическим ущербом: за последние 30 лет их число увеличилось в 4,1 раза. За это же время число катастроф с пострадавшими возросло в 3,5, а катастроф с погибшими — в 2,1 раза.

5

- Наибольший финансовый ущерб приходится на наводнения, землетрясения и ураганы, однако засухи и голод могут стать причиной гибели большого количества людей. Так, голод унес жизни 42% человек от общего числа погибших во всех бедствиях. Подсчитано, что в 1999 г. общие финансовые потери превысили 100 млрд долл.
- Всего в 1999 году было зарегистрировано 707 крупных катастроф, в то время как в предыдущие годы их было от 530 до 600.
- По сравнению с 60-ми годами количество природных бедствий за последние 10 лет увеличилось в 3 раза, а экономические потери возросли за этот же период времени почти в 9 раз.
- За последние 20 лет количество стихийных бедствий, вызванных погодными условиями, увеличилось в 4 раза. В 21 веке каждый год в мире происходит в среднем 500 подобных катаклизмов, а в 1980-х эта цифра составляла только 120. За тот же период количество наводнений увеличилось в шесть раз.

6

КАТАСТРОФЫ XX века

- *1904 год.* Сгорел прогулочный пароход «Генерал Слокум» (погибло свыше 1 тыс. человек).
- *1912 год.* Затонул «Титаник» (погибло более 1500 человек).
- *1918-1919 гг.* Произошла эпидемия испанки – особенно убийственной разновидности гриппа.
- *1923 год.* Стихийные бедствия приняли новый характер – синергетический, когда природные и техногенные разрушительные факторы взаимодействуют и усиливаются. Так, при землетрясении, уничтожившем Токио в 1923 г., повреждение газопроводов и резервуаров с нефтепродуктами вызвало грандиозные взрывы и пожары. Аналогичное произошло при Тянь-шаньской катастрофе в Китае (1976 г.). Синергетический фактор проявился и во время недавнего землетресения в Турции.
- *1938 год.* Особенно опасными стало объединение военных, технологических и экологических факторов. В 1938 г. разрушение плотин на р.Хуанхе китайской армией привело к наводнению, погубившему 500 тыс. мирных жителей.
- *1939 год.* Затонул пароход «Индибирка» (погибло более 1500 человек).

XX ВЕК – век мировых войн. Массированные бомбардировки городов во время второй мировой войны 1939 – 1945 гг. привели к невиданным городским пожарам, когда горели даже сталь и бетон (например, при пожаре Дрездена в 1945 г.). Применение отравляющих веществ против населения во Вьетнаме стало причиной гибели сотен тысяч людей, уничтожения природы и мутаций человеческого организма на генетическом уровне.

XX ВЕК – век ЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ. Применение, в качестве устрашения, американскими вооруженными силами ядерной бомбардировки Японии в августе 1945 г. привело к тому, что два уничтоженных города Хиросима и Нагасаки навсегда останутся в памяти человечества как предостережение людям. Ядерная война – война не имеющая победителей.

- *1952 год.* Катастрофическое загрязнение атмосферы над мегаполисами (самый известный случай – Лондонский туман 1952 г., повлекший смерть 12 тыс. человек).

7

- **1957 год.** В результате взрыва в хранилище радиоактивных отходов произошла катастрофа в СССР на предприятии ядерного комплекса «Маяк». 29 сентября взрыв огромной мощности разорвал в клочья стальную емкость одной из «банок вечного хранения», содержащую 300 куб.м. отходов ядерного производства, и разрушил бетонный каньон глубиной 8 м. Ударная волна сорвала бетонную плиту перекрытия и отбросила ее на 25 м. Наружу попало 80 т радиоактивных отходов. В результате взрыва в земле образовался кратер диаметром 30 м и глубиной 5 м. Мощность взрыва была эквивалентна взрыву 70 т тринитротолуола. Радиоактивные элементы были разбросаны по территории, протянувшейся в длину на 105 км, а в ширину на 8 – 9 км. В атмосфере на высоте 1000 м образовалось радиоактивное облако, прошедшее над территорией Челябинской, Свердловской и Тюменской областей. Так возник Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), существующий и по сей день. Общая площадь загрязненной стронцием-90 территории только в пределах Челябинской области в настоящее время составляет около 23 тыс. кв.км.
- **1960-1970 гг.** Увеличение этажности зданий и применение синтетических материалов при отделке интерьеров привели во всех странах мира к сериям пожаров с особо трагическими последствиями, в частности в крупных отелях, барах и др.
- **С 1971 по 1984 гг.** В четырнадцати странах случилась 151 авария на атомных станциях. В понятие аварии входят значительный выброс радиоактивных материалов или их воздействие на людей. Самая крупная из этих 151 аварий случилась на американской АЭС Тримайл Айленд в штате Пенсильвания в 1979 г.
- **1986 год.** В СССР произошла авария на Чернобыльской АЭС. На загрязненной радионуклидами территории оказалось около 1,5 млн человек, в том числе около 160000 детей в возрасте до 7 лет на момент аварии. От болезней, вызванных радиацией, погибли десятки тысяч человек.

8

- *1986 год.* Ушел на дно круизный лайнер «Адмирал Нахимов» (погибло более 400 человек).
- *1994 год.* Погиб морской паром «Эстония» (свыше 900 человек).
- *1980-1999 гг.* Распространились новые болезни, самые известные из которых СПИД, геморрагическая лихорадка Эбола и лекарственно устойчивый туберкулез. Количество умерших от СПИДа исчисляется уже миллионами.

Новыми явлениями стали техногенные бедствия. Самые известные из них – химическая катастрофа в Бхопале (токсичный газ привел к гибели свыше 17 тыс. человек) и Чернобыльская атомная катастрофа.

В авиакатастрофах этого столетия погибло около 100 тыс. человек. Участились железнодорожные катастрофы, особенно в развивающихся странах. С 1980 по 1999 гг. не проходило недели без трагической катастрофы с пассажирскими автобусами. Случилось несколько трагических ситуаций на метрополитенах.

Более жестокими, варварскими стали террористические акты. На воздух взлетают здания с сотнями людей. Так было при террористических актах в США (г.Оклахома-сити), Кении, Танзании и России. Также стали типичными случаи применения боевых отравляющих веществ и промышленных химикатов террористами против мирного населения.

9

▪ *Великие катастрофы последних 30 лет*

- 1970 год. Бангладеш — штормы и наводнения. 300 тыс. погибших и пропавших без вести.
- 1970 год. Перу — землетрясение. 60 тысяч.
- 1976 год. Китай — землетрясение. 250 тыс. жертв.
- 1978 год. Иран (район города Табас) — землетрясение. 25 тысяч.
- 1985 год. Колумбия — извержение вулкана. 23 тысячи.
- 1988 год. Армения — землетрясение. 25 тысяч.
- 1990 год. Иран (провинция Гилян) — землетрясение. 50 тысяч.
- 1991 год. Бангладеш — тропический циклон “Горки”. 138 тысяч.
- 2003 год. Иран (район города Бам) — землетрясение. 41 тысяча.
- 2004 год. Индонезия, Индия, Шри-Ланка, Малайзия, Таиланд, Бангладеш, Сомали — цунами. Более 150 тыс. жертв.
- По данным Геологического общества США, самое сильное землетрясение в истории человечества произошло в 1556 году в Китае. Точное количество жертв неизвестно, однако считается, что погибло более 830 тыс. человек. В 1900 году была зафиксирована страшная комбинация землетрясения и цунами: итальянский город Мессина был практически уничтожен, погибло до 100 тыс. человек. Наиболее разрушительное цунами возникло в результате извержения вулкана Кракатау в 1883 году — волна обрушилась на индонезийские острова Ява и Суматра, погибли 36 тыс. человек.

Наиболее мощные стихийные бедствия

- За две недели января 2008 года число жертв снегопада и морозов в Афганистане достигло 300 человек, пало уже около 35 тысяч голов крупного и мелкого рогатого скота.
- 23 января 2008 года в Самарской области выпала месячная норма осадков. Высота снежного покрова, по данным департамента городского хозяйства, составила свыше 75 см.
- Снег в Сахаре был зафиксирован лишь однажды 18 февраля 1979 года.

11

- Землетрясения: Китай 1556 г. (погибло 830 тысяч человек), Италия 1908 г. (погибло 83 тысячи человек), Китай 1920 г. (погибло 100 тысяч человек), Япония 1923 г. (погибло 137 тысяч человек), Ашхабад 1948 г. (погибло 110 тысяч человек), Таджикистан 1949 г. (погибло 20 тысяч человек).
- На Земле в год происходит примерно одно катастрофическое землетрясение, около 100 разрушительных и около 1 млн. ощутимых в населенной местности.



12

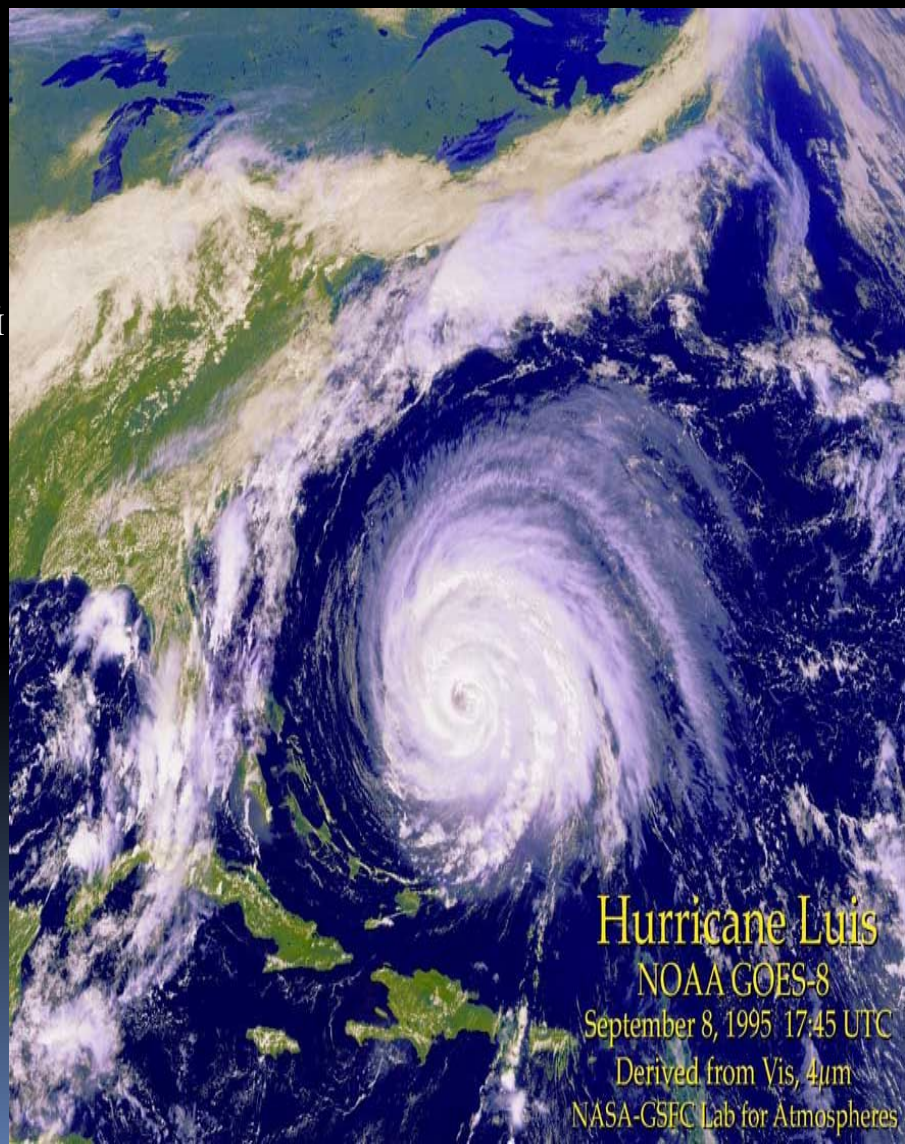
- За последние 20 лет в океане затонули около 200 больших судов. С помощью радарных спутников за три недели наблюдений в рамках проекта MaxWave в разных районах Мирового океана были сфотографированы десять водяных гор высотой 25-30 м среди соседних 10-метровых волн. Речь идет не о цунами, возникающих в результате землетрясений и набирающих большую высоту на мелководье, а об одиночных стоячих волнах, объяснение генезиса которых пока затруднено.



13

Тайфуны обычно называют человеческими именами. Вначале это были только женские имена, затем стали применять мужские. Поначалу это была неофициальная терминология у метеорологов ВВС и ВМС США, применявшаяся для удобства обмена информацией. В последующем присвоение имен вошло в систему и пришлось упорядочить и саму процедуру. Так, первый ураган года стали называть женским именем, начинающимся с первой буквы алфавита, второй - со второй и т. д. Имена выбирались краткие, которые легко произносятся и легко запоминаются. Для тайфунов существовал список из 84 женских имен. С 1979 года тропические циклонам начали присваивать и мужские имена.

- Страны, расположенные вблизи океанских побережий, часто страдают от разрушительных тропических тайфунов и ураганов. Так, например, в Бангладеш за последние 30 лет от тайфунов и ураганов погибло более 700 тыс. человек.



Hurricane Luis

NOAA GOES-8

September 8, 1995 17:45 UTC

Derived from Vis, 4 μ m

NASA-CSEFC Lab for Atmospheres

14

- В 2005 году ураган "Катрина" стал для американцев одной из самых значительных природных катастроф в национальной истории. Лишенный электричества город почти полностью затопило водой. Расходы на ликвидацию ущерба превысили средства, потраченные после теракта 11 сентября в Нью-Йорке. Новый Орлеан подвергся тотальной эвакуации.
- Энергия тропических циклонов колоссальна, точно вычислить ее трудно. Считается, что циклон средней силы выделяет приблизительно такое же количество энергии, сколько 500 000 атомных бомб.
- Самый сильный ураган прошел 12—13 ноября 1970 года над островами в дельте Ганга, Бангладеш, при этом погибло около миллиона человек.
- В России ураганы чаще всего бывают в Приморском и Хабаровском краях, на Сахалине, Камчатке, Чукотке, Курильских островах. Один из сильнейших ураганов на Камчатке был ночью 13 марта 1988 года. Были выбиты стёкла и двери в тысячах квартир, ветер гнул светофоры и столбы, с сотен домов сорвал крыши, валил деревья. Из строя вышло электроснабжение Петропавловска-Камчатского, и город остался без тепла и воды. Скорость ветра доходила почти до 140 км/ч.

15

- В 1885 году в итальянских Альпах сошла снежная лавина объемом 3,5 млн. куб. м. В США лавина, вызванная извержением вулкана Сент-Хеленс весной 1980 года, перемещалась со скоростью 400 км/ч и имела объем почти 3 млрд. куб. м.



Сильнейший вулканический взрыв в истории произошел в 1883 г. при извержении вулкана Кракатау в Индонезии. Вызванная им приливная волна смыла 163 деревни, что привело к гибели 36 380 человек. Куски раскаленной лавы выбрасывались в воздух на высоту 55 км, а унесенный ветром вулканический пепел через 10 дней выпал за 5330 км от места извержения. На Земле около 600 действующих вулканов. Самые высокие из них находятся в Эквадоре (Котопахи — 5896 и Сангай — 5410 метров) и в Мексике (Попокатепетль — 5452 метра). В России находится четвертый в мире по высоте вулкан — это Ключевская Сопка, высотой 4750 метров. Самым катастрофическим можно считать невысокий — 800 метров — индонезийский вулкан Кракатау.



▪ *Наиболее мощные извержения вулканов Земли*

Название вулкана	Год	Энергия	
		Джоули	Эквивалент в атомных бомбах
Хале- Мяумяу (Тихий океан)	1924	$8,8 \times 10^4$	1,05
Ключевская сопка	1937	2×10^{17}	236
Гекла	1947	$1,3 \times 10^{18}$	1496,4
Кракатау	1883	$1,8 \times 10^{19}$	21 547
Тамбора	1815	$1,44 \times 10^{20}$	171 429

■ «Летопись» вулканизма

- Вулкан Санторин – извержение около 1500 г. до н.э.
- Вулкан Сальвадор – извержение около 2-3 в. до н.э.
- Вулкан Везувий – извержение около 79 г. н.э.
- Вулкан Мерани – извержение около 1006 г. н.э.
- Вулкан Лаки (о. Исландия) – извержение в 1783 г. (10 000 чел. погибших).
- Вулкан Тамбора (Индонезия) – извержение в 1815 г. (88 000 чел. погибших).
- Вулкан Кракатау (Индонезия) – извержение в 1883 г. (40 000 чел. погибших).
- Вулкан Монтань-Пеле (о. Мартиника) – извержение в 1902 г. (29 000 чел. погибших).
- Вулкан Тааль (Филиппины) – извержение в 1911 г. (1 300 чел. погибших).
- Вулкан Калуд (Индонезия) – извержение в 1919 г. (5 000 чел. погибших).
- Вулкан Агунт (о. Бали) – извержение в 1963 г. (3 000 чел. погибших).
- Вулкан Невадо-дель-Руис (Колумбия) – извержение в 1985 г. (23 000 чел. погибших).

19

▪ *География вулканизма*

- На Земле около 800 действующих вулканов:
- остров Ява – более 100;
- п-ов Камчатка – 28;
- центральная Америка – 57.
- Ежегодно вулканы выбрасывают в атмосферу 3 – 6 млрд. т вулканических продуктов.

▪ *Области распределения вулканов:*

- 1. ТИХООКЕАНСКОЕ «ОГНЕННОЕ КОЛЬЦО». Составляют 80% сейсмической энергии Земли. Включены такие вулканы, как: Ключевская сопка 4850 м; Фудзияма 3776 м; Мауна-Лоа 4170м.
- 2. СРЕДИЗЕМНОМОРСКАЯ ЗОНА. Составляют 15% сейсмической энергии Земли. Входят следующие вулканы: Везувий 1281 м; Этна 3340 м; Эльбрус и Казбек более 4000 м.
- 3. АТЛАНТИЧЕСКАЯ ЗОНА. Отнесены вулканы: Гекла 1491 м; Тейде (Канарские о-ва) 3718 м.
- 4. ИНДИЙСКАЯ ЗОНА. Относятся следующие вулканы: Эребус 3794 м; Террор 3262 м.
- 5. ВОСТОЧНО-АФРИКАНСКАЯ ЗОНА «ВЕЛИКИХ РАЗЛОМОВ». Отнесены вулканы: Килиманджаро 5895 м; Кения 5199 м; Карисимба 4507 м.



- В 2004 году на Шри-Ланке во время цунами погибло более 30 тыс. человек. При этом выжили почти все обитавшие дикие животные.



21

В среднем 900 торнадо случается каждый год в США (чаще всего в Техасе и Огайо), отчего ежегодно гибнет в среднем 100—115 человек. Самый трагический смерч был 18 марта 1925 года на Среднем Западе: за три часа погибло 689 человек.



22

- **Землетрясение** - любое внезапное сотрясение поверхности земли, вызываемое прохождением сейсмических волн через кору Земли.
- Землетрясения могут вызываться естественными явлениями - разрушением геологических разломов, вулканической деятельностью, оползнями, или событиями, вызванными людьми - взрывами месторождений и ядерными экспериментами.
- Землетрясения регистрируются с помощью сейсмометра, также известного как сейсмограф - с силой 3 или меньше являются главным образом незначительными, с силой 7 - вызывают серьезные разрушения на больших территориях. Большая часть естественно происходящих землетрясений связана с тектонической природой Земли. Такие землетрясения называют тектоническими землетрясениями. Литосфера Земли – мозаика плит, которые медленно, но постоянно движутся. Это движение вызвано выходом тепла из мантии и ядра Земли.
- Большинство тектонических землетрясений зарождаются на глубине не более десятков километров. Иногда серия землетрясений происходит в своего рода шторме землетрясения, в котором землетрясения вызываются сотрясением или перераспределением напряжения от предыдущих землетрясений. Подобные толчкам после основного землетрясения, но происходящие на соседних сегментах разлома, эти штормы происходят в течение последующих лет, и некоторые из более поздних землетрясений такие же разрушительные, как и ранние.

- **Магнитуда землетрясения** — величина, характеризующая энергию, выделившуюся при землетрясении — величина, характеризующая энергию, выделившуюся при землетрясении в виде сейсмических волн. Первоначальная шкала магнитуды была предложена Чарльзом Рихтером в 1935, поэтому в обиходе значение магнитуды ошибочно называют **шкалой Рихтера**
- Магнитуда характеризует землетрясение как цельное, глобальное событие и **не является** показателем интенсивности землетрясения, ощущаемой в конкретной точке на поверхности Земли. Интенсивность землетрясения, измеряемая в баллах, не только сильно зависит от расстояния до очага; в зависимости от глубины центра и типа горных пород сила землетрясений с одинаковой магнитудой может различаться на 2—3 балла.
- Магнитуда — безразмерная величина, **она не измеряется в баллах**. **Правильное употребление:** «землетрясение с магнитудой 6.0», «землетрясение силой в 5 магнитуд по шкале Рихтера»
- Рихтер Рихтер предложил для оценки силы землетрясения (в его эпицентре) десятичный логарифм перемещения (в микрометрах) иглы стандартного сейсмографа Вуда-Андерсона, расположенного на расстоянии не более 600 км от эпицентра: $M_L = \lg A + f$, где f - корректирующая функция, вычисляемая по таблице в зависимости от расстояния до эпицентра. Энергия землетрясения примерно пропорциональна $A^{3/2}$, то есть увеличение магнитуды на 1,0 соответствует увеличению амплитуды колебаний в 10 раз и увеличению энергии примерно в 32 раза.
- Эта шкала имела несколько существенных недостатков:
 - Рихтер использовал для градуировки своей шкалы малые и средние землетрясения южной Калифорнии, характеризующиеся малой глубиной очага.
 - Из-за ограничений используемой аппаратуры шкала Рихтера была ограничена значением около 6,8.
 - Предложенный способ измерения учитывал только поверхностные волны, в то время, как при глубинных землетрясениях существенная часть энергии выделяется в форме объёмных волн.
- В течение следующих нескольких десятков лет шкала Рихтера уточнялась и приводилась в соответствие с

24

- **Шкала Медведева-Шпонхойера-Карника (MSK-64)**
- 12-бальная шкала Медведева-Шпонхойера-Карника была разработана в 1964 году и получила широкое распространение в Европе и СССР. С 1996 года в странах Европейского союза применяется более современная Европейская макросейсмическая шкала (EMS). MSK-64 лежит в основе СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах» и продолжает использоваться в России и странах СНГ.
- Шкала приведена на слайде 25 в виде таблицы.



Балл	Сила землетрясения	Краткая характеристика
1	Не ощущается.	Отмечается только сейсмическими приборами.
2	Очень слабые толчки	Отмечается сейсмическими приборами. Ощущается только отдельными людьми, находящимися в состоянии полного покоя в верхних этажах зданий, и очень чуткими домашними животными.
3	Слабое	Ощущается только внутри некоторых зданий, как сотрясение от грузовика.
4	Умеренное	Распознаётся по лёгкому дребезжанию и колебанию предметов, посуды и оконных стёкол, скрипу дверей и стен. Внутри здания сотрясение ощущает большинство людей.
5	Довольно сильное	Под открытым небом ощущается многими, внутри домов — всеми. Общее сотрясение здания, колебание мебели. Маятники часов останавливаются. Трещины в оконных стёклах и штукатурке. Пробуждение спящих. Ощущается людьми и вне зданий, качаются тонкие ветки деревьев. Хлопают двери.
6	Сильное	Ощущается всеми. Многие в испуге выбегают на улицу. Картины падают со стен. Отдельные куски штукатурки откалываются.
7	Очень сильное	Повреждения (трещины) в стенах каменных домов. Антисейсмические, а также деревянные и плетневые постройки остаются невредимыми.
8	Разрушительное	Трещины на крутых склонах и на сырой почве. Памятники сдвигаются с места или опрокидываются. Дома сильно повреждаются.
9	Опустошительное	Сильное повреждение и разрушение каменных домов. Старые деревянные дома кривятся.
10	Уничтожающее	Трещины в почве иногда до метра шириной. Оползни и обвалы со склонов. Разрушение каменных построек. Искривление железнодорожных рельсов.
11	Катастрофа	Широкие трещины в поверхностных слоях земли. Многочисленные оползни и обвалы. Каменные дома почти полностью разрушаются. Сильное искривление и выпучивание железнодорожных рельсов.
12	Сильная катастрофа	Изменения в почве достигают огромных размеров. Многочисленные трещины, обвалы, оползни. Возникновение водопадов, подпруд на озёрах, отклонение течения рек. Ни одно сооружение не выдерживает.

- Землетрясения чаще всего происходят вдоль геологических разломов - узких зон, где большие массы пород земной коры перемещаются друг относительно друга. Линии основных разломов Земли расположены по краям огромных тектонических плит, которые составляют земную кору, самые большие землетрясения на Земле происходят в основном в поясах, совпадающих с границами тектонических плит. Это было очевидным ещё со времени составления первых каталогов землетрясений и стало ещё более заметно на современных сейсмических картах, показывающих эпицентры землетрясений, точно установленные с помощью приборов. Наиболее важным поясом сейсмической активности является Тихоокеанский пояс, который затрагивает многие густонаселенные прибрежные регионы вокруг Тихого океана, такие как Новая Зеландия, Новая Гвинея, Япония, Алеутские острова, Аляска и западное побережье Северной и Южной Америки. Считается, что 80 процентов энергии, освобожденной при землетрясениях, приходится на те, чьи эпицентры находятся в этом поясе. Сейсмическая активность не является одинаковой на всем протяжении пояса, и во многих его точках существуют ответвления. Поскольку во многих местах Тихоокеанский пояс связан с активной вулканической деятельностью, его часто называют «Тихоокеанским огненным кольцом». Второй пояс, известный как Альпийский (Средиземноморский), проходит через Средиземноморский регион в восточном направлении через Азию и соединяется с Тихоокеанским поясом в Восточной Индии. Энергия, освобожденная при землетрясениях в этом поясе, составляет приблизительно 15 процентов от общемирового количества. Там также есть пояса сейсмической активности, действующие главным образом вдоль океанских горных хребтов Северного Ледовитого, Атлантического океанов, на западе Индийского океана и вдоль Восточно-Африканской зоны разломов. Место начального разрушения при землетрясении называется его центром или эпицентром. Термин «эпицентр» означает место на уровне земли непосредственно над центром землетрясения.

▪ Регистрация землетрясений

- Ежегодно на Земле происходит около 50 000 землетрясений, достаточно интенсивных, чтобы быть замеченными без помощи приборов. Из них приблизительно 100 обладают силой, достаточной для производства значительных разрушений, если их центр будет находиться вблизи населённых пунктов. Очень сильные землетрясения происходят в среднем раз в год. Небольшие землетрясения происходят почти постоянно по всему миру в Калифорнии и Аляске (США), в Чили, Перу, Индонезии, Иране, на Азорских островах, в Португалии, Новой Зеландии, Греции и Японии. Большие землетрясения происходят реже. Примерно в десять раз больше землетрясений, больших 4, происходит в определённом периоде времени, чем землетрясений, больших 5. Например, в Великобритании (низкая сейсмичность), было вычислено, что средние повторения:

-	землетрясение	3.7	-	4.6	каждый	год
-	землетрясение	4.7	-	5.5	каждые	10 лет
-	землетрясение	5.6	или	больше	каждые	100 лет.

Число сейсмических станций увеличилось от 350 в 1931 году до многих тысяч сегодня. Геологическая служба США даёт данные, что с 1900 года было в среднем 18 больших землетрясений (силой 7.0-7.9) и одно крупное землетрясение (силой 8.0 или больше) ежегодно, и что это среднее число было относительно устойчиво.

- Фактически, в последние годы число больших землетрясений ежегодно на самом деле уменьшилось, хотя это вероятно статистическое колебание. С применением систематических научных методов изучались такие известные землетрясения, как произошедшее в Лиссабоне в 1755 г.; в Новом Мадриде, штат Миссури, в 1811–12 г.; в Сан-Франциско в 1906 г.; в Токио-Йокогаме в 1923 г.; на побережье Чили в 1960 г.; в центральной и южной части Аляски в 1964 г.; в китайском Тянь-Шане в 1976 г.; в Мексике в 1985 г.; и в Тайване в 1999 г.

▪ Интернет-система раннего предупреждения

- Американские ученые уже давно заняты разработкой интернет-системы раннего предупреждения о землетрясениях. Над этой задачей уже не первый год работают специалисты Технологического института, который находится в Калифорнии и Геологического общества. Опытный образец этой системы некоторое время назад был развернут на территории штата Южная Калифорния.

Система раннего предупреждения о землетрясениях основана на работе специальных датчиков, которые передают в Интернет точные данные о подземных толчках, движении земной коры, развитии тектонических трещин и так далее. Финансирует проект Федеральное агентство Соединенных Штатов Америки по чрезвычайным ситуациям. Стоимость проекта по предварительным оценкам должна составить двадцать один миллион долларов США.

По данным специалистов, уже в 2001 году в Южной Калифорнии были размещены более 700 датчиков. Таким образом, штат Южная Калифорния стал одним из самых обеспеченных среди других американских штатов по сейсмографическому мониторингу. В Южной Калифорнии датчики установлены через каждые девять миль.

Специальное программное обеспечение разрабатывается уже на протяжении нескольких лет. Сегодня ученые активно занимаются развертыванием этой программы. Специальное программное обеспечение позволит передавать предупреждения о начале землетрясений через Интернет службам спасения, полицейским, медицинским учреждениям, а также властям, управляющим местностью, в которой должно произойти землетрясение.

Главное преимущество данной системы предупреждений — короткое время, за которое будут оповещены все службы. Во время землетрясения в Бомбей Бич сигнал, переданный системой раннего предупреждения о землетрясениях достиг американского города Лос-Анджелес уже через минуту. Напомним, что расстояния между этими городами более ста тридцати миль.

▪ Арктические вулканы

Территория Арктики интересна исследователям тем, что под толщами льдов и вод Северного Ледовитого океана проходит гряда гор со своими вулканами. Особое внимание ученых этот регион привлек в 1999 году, когда сейсмографы зарегистрировали сильнейшие подземные толчки в подводном горном хребте Геккеля. Диапазон колебаний распространился на тысячу восемьсот километров по территории восточной Арктики. Американский океанический институт совместно с международной группой исследователей заявили о мощном взрыве глубоководного вулкана, поразив этим сообщением научный мир, ведь до 1999 года все были уверены в том, что подобная вулканическая активность на столь огромной глубине просто невозможна. Два года готовилась научная экспедиция к берегам Северного Ледовитого океана. 2001 году ученые, прибывшие на место предполагаемого извержения, убедиться в том, что вулканы под водой есть, что они извергаются и, кроме того, смогли зарегистрировать еще ряд глубоководных толчков небольшой силы. В научной лаборатории на борту ледокола Oden исследователи подтвердили события, произошедшие в 1999 году. Им удалось найти куски горной породы, вулканического пепла, разбросанные взрывом на площади около десяти квадратных километров. Исследователи морского дна также преследовали цель установить причину сильнейшего землетрясения в изучаемом регионе. Вопрос был в том, как лава, «придавленная» толщей воды смогла прорвать четырехкилометровый покров земли?

Версия ученых такова: над областью лавы образовалась некая пустота, которая постепенно стала заполняться углекислым газом. Скапливаясь, газ начинал с огромной силой давить изнутри на

земную кору и, в конце концов, нашел выход, вырвавшись на

поверхность вместе с магмой и горной породой.

Струя газа, пепла, камней имела высоту около двух километров (!).

Можно предположить, какое количество газа скопилось в подземной камере за долгие годы! Такое можно объяснить тем, что хребет Геккеля растет всего на десять миллиметров в год, и у газа была возможность сконцентрироваться в одном месте.

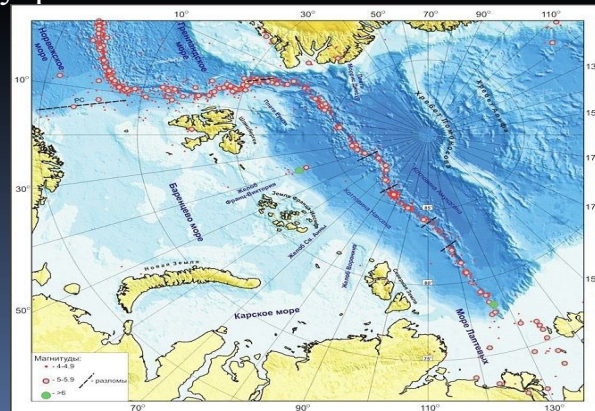


Рис.2 Карта эпицентров землетрясений Евразийского суббассейна и моря Лаптевых. Магнитуды: 1 – 4.0-4.9; 2 – 5.0-5.9; 3 – ≥ 6.0 4 – разломы.

▪ Прогнозы землетрясений

В настоящее время различают несколько видов прогнозов, которые можно давать относительно землетрясений: долгосрочный прогноз, среднесрочный прогноз и краткосрочный прогноз. Меньше всего споров вызывает, конечно, долгосрочный прогноз. В время этого прогноза изучаются изменения напряжения в литосфере, сейсмическая прозрачность литосферы. Такие прогнозы составляются сроком от нескольких месяцев до нескольких лет.

Среднесрочный прогноз позволяет предсказать землетрясение за несколько месяцев до него. В основе такого прогноза лежат наблюдения за геофизическими полями. Эти прогнозы не очень успешны, но в общем потоке событий даже такие скромные данные представляют некую ценность.

И, наконец, краткосрочный прогноз. К этим прогнозам предъявляют большие требования. Ведь от точности таких прогнозов зависят тысячи человеческих жизней. Приведем в пример два китайских землетрясения 1975 и 1976 годов. В первом случае люди были эвакуированы за два часа, во втором – погибли сотни тысяч, так как ученые побоялись ложной тревоги.

▪ Предвестники землетрясений

Предвестниками называются те изменения, которые начинаются непосредственно перед землетрясением. Но существуют еще и другие изменения, так сказать отклонения. Эти отклонения называются аномалиями. В настоящее время ученым-сейсмологам известны почти двести предвестников. Главным предвестником землетрясения служит сейсмичность. Из данных о землетрясениях по всему миру можно сделать выводы о приближающихся ненастьях. Можно считать предвестниками и движения земной коры. Такие наблюдения постоянно ведутся спутниками и другими космическими аппаратами. Делаются съемки и непосредственно с Земли. Это более точная съемка, которая требует больших финансовых затрат, поэтому такие высокоточные снимки делаются достаточно редко. Измеряются и постоянно фиксируются движения участков земной коры вверх и вниз. Делается это с помощью нивелиров и мареографов. С помощью мареографов постоянно фиксируется уровень воды. Сам аппарат установлен на суше. Долговременно поднятие и опускание уровня воды в море говорит о поднятии участка земной коры на дне.

Еще один прибор, с помощью которого можно предсказывать землетрясения – наклономер. С помощью этого устройства фиксируются наклоны земной поверхности. За наклонами земной поверхности наблюдают обычно в местах разлома. Данные о наклонах позволяют говорить о землетрясении задолго до его начала. Обязательными данными при прогнозировании и предсказании землетрясений являются и деформации. Чтобы измерить деформацию, нужно пробурить скважину и углубить туда деформограф. Деформографы настолько чувствительные устройства, что реагируют даже на деформации, вызванные земными приливами и отливами. Земные приливы – это движение масс земной коры. Некоторые данные можно получить даже от горных пород. Эти данные получили название сейсмических волн. Скорость сейсмических волн перед землетрясением значительно снижается, а перед землетрясением возвращаются к своему нормальному значению. Геомагнетизм, земное электричество, содержание радона в подземных водах, уровень воды в колодцах, изменения температуры, изменения химического состава воды и газов и, конечно, поведение домашних и диких животных – все это, особенно в комплексе позволяют достаточно точно предсказать время и место очередной трагедии.

Проекты предсказания землетрясений

Наиболее известным из них является Интероферометро-синтетический апертурный радар (Interferometric-Synthetic Aperture Radar — InSAR). С помощью пары радаров система способна различить малейшие движения тектонических плит. Система настолько точна, что может зафиксировать годовое перемещение плиты на миллиметр. С помощью этих радаров можно выявить сейсмоопасные районы. В ближайших планах NASA – развернуть сеть спутников и радаров так, чтобы покрыть все опасные районы нашей планеты. Также с помощью системы InSAR можно будет просчитать вероятность сильного землетрясения. Уже сегодня сейсмологи с полной уверенностью заявляют, что вероятность сильного землетрясения в Сан-Франциско равна 62 процентам. Вторым способом прогнозирования стал проект, который основан на отслеживании потоков инфракрасного излучения. Доказано, что в сейсмоопасной зоне постоянно происходят температурные аномалии. Так, например, в Китайской провинции Чжанбей перед землетрясением температура изменилась на девять градусов. Вот такие точки и должны засекают спутники с инфракрасными датчиками.

▪ 13.10.09

Израильские специалисты – сейсмологи сообщили, что в скором времени в Израиле могут погибнуть примерно 20 тысяч человек из-за ожидающегося землетрясения.

05.06.09

Землетрясение силой в 3.9 балла по шкале Рихтера было зарегистрировано у восточного побережья Камчатки. Эпицентр землетрясения находился на глубине в пятьдесят километров и в пятидесяти километрах в Востоку от Крестовского мыса. В городах подземные толчки не ощущались, в том числе и в Петропавловске-Камчатском. Данных о пострадавших и разрушениях пока не поступало. Возникновения цунами не прогнозируется.

▪ 24.05.09

Американский штат Калифорния пострадал от землетрясения. Геологическая служба Соединенных Штатов Америки сообщила, что первый подземный толчок силой в 4.7 балла по шкале Рихтера произошел в 16 часов по местному времени. Эпицентр землетрясения располагался не более чем в семи милях от небольшого городка Кеелер (графство Иньо). Данных о разрушениях и погибших не поступало.

29.04.09

1.04., ночью, в Папуа Новой Гвинее произошло землетрясение по данным Геологической службы США.. Сила землетрясения составила 6,3 балла по шкале Рихтера. Центр землетрясения находился на глубине тридцати метров под океаническим дном и в двухсот двадцати семи километрах от населенного пункта Бинтухан. Несмотря на мощность стихии, опасности возникновения цунами она не представляла. Сообщений о жертвах и разрушениях нет.

03.03.09

В Греции было зарегистрировано землетрясение силой в пять баллов по шкале Рихтера. По данным Афинского института геодинамики эпицентр землетрясения находился под морским дном примерно в трехстах километрах к юго-востоку от столицы Греции Афин. Сообщений о пострадавших и разрушениях пока не поступало.

- Предсказания Джанпаоло Джулиани

- Джулиани предсказывал землетрясение, которое недавно произошло в итальянском городе Аквила, погибли почти триста человек. Свои предсказания Джанпаоло Джулиани основывает на показаниях своих собственных инструментов, которые способны измерять уровень радона в земле. Джулиани также рассказал о своем сотрудничестве с инженерами NASA. Как оказалось, показания со спутников и исследования ученого-самоучки во многом сходятся. Джулиани трудится исследователем в национальной лаборатории «Гран Сассо». В частности, он предсказал за три дня землетрясение в Аbruццо, но его словам не придали должного значения. Методика предсказания землетрясений по уровню радона в земле на сегодняшний день изучена мало и, по большому счету, в науке не используется. Верить или не верить заявлениям таких предсказателей – личное дело каждого из нас, но статистика говорит о том, что последний толчок в регионе Аbruццо был зафиксирован двадцать седьмого апреля, то есть Джулиани оказался прав на сто процентов. Сила толчка, зафиксированного в городе Фосса, составила 2.5 магнитуд по шкале Рихтера.

- Океаническое дно, как и любой другой земной покров, зачастую подвергается землетрясениям. Дно содрогается от колоссальной энергии землетрясения и даёт огромные разломы и трещины, приводящие к оседанию или возвышению значительных районов дна. Океаническая вода у самой поверхности вообще может не перенять этой энергии, и проходящие по ним корабли, могут просто не заметить особо серьёзного возмущения волн. А на глубине, будущая катастрофа начинает набирать обороты и с бешеной скоростью, которая в несколько раз превышает скорость самого быстрого гоночного автомобиля, устремляется к ближайшим берегам суши. Но цунами рождаются не только от землетрясений, их могут создать подводные оползни и даже не успевшие сгореть в земной атмосфере метеориты. Но самое печальное, что человек, будучи жертвой природной стихии, может сам спровоцировать «рукотворное» цунами. Именно это доказали американцы в середине двадцатого века, испытав подводный ядерный взрыв, что вызвало огромные подводные возмущения и в итоге – цунами.
- Причиной возникновения цунами может быть оползень. Цунами такого типа возникают довольно редко. 9 июля 1958 года в результате землетрясения на Аляске в бухте Литуйя возник оползень. Масса льда и земных пород обрушилась с высоты 900 м. Образовалась волна, достигшая на противоположном берегу бухты высоты 600 м. Подобного рода случаи весьма редки и, конечно, не рассматриваются в качестве эталона.
- Другим источником цунами могут служить вулканические извержения. Крупные подводные извержения обладают таким же эффектом, что и землетрясения. При сильных вулканических взрывах образуются кальдеры, которые моментально заполняются водой, в результате чего возникает длинная и невысокая волна. Классический пример - цунами, образовавшееся после извержения Кракатау в 1883 году. Огромные цунами от вулкана Кракатау наблюдались в гаванях всего мира и уничтожили в общей сложности 5000 кораблей, погибло 36 тысяч человек. Возможно образования метео-цунами при резком изменении давления или при быстром перемещении аномалии атмосферного давления. Такое явление наблюдается на Балеарских островах и называется Риссага.

- Системы предупреждения цунами строятся главным образом на обработке сейсмической информации. Если землетрясение имеет магнитуду более 7.0 (в прессе это называют баллами по шкале Рихтера) и эпицентр расположен под водой, то подаётся предупреждение о цунами. В зависимости от региона и заселённости берегов условия выработки сигнала тревоги могут быть различными.

Вторая возможность предупреждения о цунами это предупреждение «по факту» — способ более надёжный, так как практически отсутствуют ложные тревоги, но часто такое предупреждение может быть выработано слишком поздно. Предупреждение по факту полезно для теле-цунами — глобальных цунами, оказывающих влияние на весь океан и приходящих на другие границы океана спустя несколько часов. Так индонезийское цунами в декабре 2004 года для Африки является теле-цунами.

Классическим случаем являются Алеутские цунами — после сильного наплеска на Алеутах можно ожидать существенный наплеск на Гавайских островах. Для выявления волн цунами в открытом океане используются придонные датчики гидростатического давления. Система предупреждения, основанная на таких датчиках со спутниковой связью с приповерхностного буя, разработанная в США, и называется DART (en:Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis). Обнаружив реальную волну тем или иным образом, можно достаточно точно определить время её прибытия в различные населённые пункты.

Существенным моментом системы предупреждения является распространение актуальной информации среди населения. Очень важно, чтобы население представляло, какую угрозу несёт с собой цунами. Японцы имеют множество образовательных программ по природным катастрофам, а в Индонезии население в основном было не знакомо с цунами, что и стало основной причиной большого количества жертв. Также важным является законодательная база по застройке прибрежной зоны.

Смертоносное влияние цунами, вернее, степень его серьезности, обуславливается мощностью толчка, породившего возникновение волны, местностью, по которой идет волны, и удаленностью от берега. Если дно имеет обрывы, а также при особом строении береговой линии, волны не поднимутся на достаточную высоту, но при подъеме уровня дна, при попадании в реку волна увеличивается в размерах, и усиливает свою мощь. На водных просторах волны не будут слишком велики.

1737 г. – описан случай цунами на Камчатском побережье, когда волны смыли практически все, что находилось в зоне затопления, малое количество жертв объяснялось невысоким количеством жителей.

1755 г. – полностью стерт с земли город Лиссабон, число погибших – более 40 тыс.

1883 г. – волна нанесла колоссальный ущерб побережьям Индийского океана, число погибших превышало 30 тыс.

1896 г. – цунами обвалилось на берега Японии, число погибших превышало 25 тыс. чел.

1933 г. – вновь пострадало японское побережье, число погибших превышало 3 тыс., размеры повреждений впечатляли – более 1 тыс. зданий было разрушено.

1946 г. – мощнейшее цунами причинило огромный ущерб островам и побережью недалеко от Алеутского провала; сумма ущерба превысила 20 млн. \$.

1952 г. – пострадало побережье Советского Союза (северная часть). Хотя высота волн и колебалась около 10 м., ущерб был огромным.

1960 г. – пострадали берега Чили, и близлежащие территории, ущерб превысил 200 млн. \$.

1964 г. – земля в Тихом океане подверглась «нападению» волны, которая разрушила постройки и т.п., на сумму более 100 тыс. \$.

2004 г. – погибших около 300 тыс чел. юго-восток А



- **Наводнение** — значительное затопление водой местности в результате подъёма уровня воды в реке — значительное затопление водой местности в результате подъёма уровня воды в реке, озере — значительное затопление водой местности в результате подъёма уровня воды в реке, озере или море, вызываемого различными причинами, приводящее к нежелательным последствиям.
- **Причины**
- **Заторные, зажорные наводнения (заторы, зажоры)**
- Большое сопротивление водному потоку на отдельных участках русла реки, возникающее при скоплении ледового материала в сужениях или излучинах реки во время ледостава (*зажоры*, зажоры) или ледохода (заторы). *Заторные наводнения* образуются в конце зимы или начале весны. Они характеризуются высоким и сравнительно кратковременным подъёмом уровня воды в реке. *Зажорные наводнения* образуются в начале зимы и характеризуются значительным (но менее, чем при заторе) подъёмом уровня воды и более значительной продолжительностью наводнения.
- **Нагонные наводнения (нагоны)**
- Ветровые нагоны воды в морских устьях рек и на ветреных участках побережья морей, крупных озёр, водохранилищ. Возможны в любое время года. Характеризуются отсутствием периодичности и значительным подъёмом уровня воды.
- **Наводнения (затопления), образующиеся при прорывах плотин**
- Излив воды из водохранилища или водоёма, образующийся при прорыве сооружения напорного фронта (плотины, дамбы и т. п.) или при аварийном сбросе воды из водохранилища, а также при прорыве естественной плотины, создаваемой природой при землетрясении. Характеризуются образованием волны прорыва, приводящей к разрушению или повреждению встречающихся на пути объектов (зданий, сооружений и др.)



- **Классификация наводнений в зависимости от масштаба распространения и повторяемости**
- **Низкие (малые)**
 - Они наблюдаются на равнинных реках. Охватывают небольшие прибрежные территории. Затопляется менее 10 % сельскохозяйственных угодий. Почти не нарушают ритма жизни населения. Повторяемость 5—10 лет. Не наносят незначительный ущерб.
- **Высокие**
 - Наносят ощутимый материальный и моральный ущерб, охватывают сравнительно большие земельные участки речных долин, затопливают примерно 10—15 % сельскохозяйственных угодий. Существенно нарушают хозяйственный и бытовой уклад населения. Приводят к частичной эвакуации людей. Повторяемость 20—25 лет.
- **Выдающиеся**
 - Борьба с наводнением 1954 г. ([en](#)Борьба с наводнением 1954 г. (en) на [Янцзы](#))
 - Наносят большой материальный ущерб, охватывая целые речные бассейны. Затопливают примерно 50—70 % сельскохозяйственных угодий, некоторые населённые пункты. Парализуют хозяйственную деятельность и резко нарушают бытовой уклад населения. Приводят к необходимости массовой эвакуации населения и материальных ценностей из зоны затопления и защиты наиболее важных хозяйственных объектов. Повторяемость 50—100 лет.
- **Катастрофические**
 - Наносят огромный материальный ущерб и приводят к гибели людей, охватывая громадные территории в пределах одной или нескольких речных систем. Затопляется более 70 % сельскохозяйственных угодий, множество населённых пунктов, промышленных предприятий и инженерных коммуникаций. Полностью парализуется хозяйственная и производственная деятельность, временно изменяется жизненный уклад населения. Повторяемость 100—200 лет.

- Предвидение наводнений

- Наводнения можно практически всегда предсказать, но с различной заблаговременностью. В зависимости от многих факторов заблаговременность предупреждения о наводнении может колебаться от многих дней и даже недель до нескольких часов. Для бассейна каждой реки и отдельных ее участков решение этой задачи носит индивидуальный характер. Наводнения могут в ряде случаев вычисляться по комплексу гидрометеорологических характеристик, используемых в программе предвычисления. Они могут прогнозироваться различными методами, в основе которых лежит учет предыдущей реакции водосбора на выпадение осадков. В любом случае решающая роль принадлежит полноте и точности информации о выпадающих осадках, дефиците почвенной влаги, уровнях воды в реках и других гидрометеорологических характеристиках, таких, как общая синоптическая обстановка, ветер, атмосферное давление и др. Например, наводнения в Петербурге, вызываемые нагоном воды в устье Невы из Финского залива при глубоких циклонах над Балтийским морем, уже много лет предсказываются с достаточной точностью. Для их прогноза используются данные о положении циклонов над Балтийским морем и Ботническим заливом, о ветре и атмосферном давлении и об уровне воды в восточной части Балтийского моря и Финского залива, фиксируемом постами на побережье и на островах этих акваторий.
- Основное направление борьбы с наводнениями состоит в уменьшении максимального расхода воды в реке путем перераспределения стока во времени (посадка лесозащитных полос, распашка земли поперек склонов, сохранение прибрежных водоохранных полос растительности, террасирование склонов и т. д.). Определенный эффект дает также устройство прудов, запаней и других емкостей в логах, балках и оврагах для перехвата талых и дождевых вод. Для средних и крупных рек единственное радикальное средство-это регулирование паводочного стока с помощью водохранилищ. Кроме того, для защиты от наводнения широко применяется давно известный способ-устройство дамб. Для ликвидации опасности образования заторов производится спрямление, расчистка и углубление отдельных участков русла реки, а также разрушение льда взрывами за 10-15 дней до ее вскрытия. Наибольший эффект достигается при закладке зарядов под лед на глубину, в 2,5 раза превышающую его толщину. Тот же результат дает посыпание ледяного покрова молотым шлаком с добавкой соли (обычно за 15-25 дней до вскрытия реки). Затопы льда при толщине его скоплений не более 3-4 м также ликвидируются с помощью речных ледоколов.

- Сель - грязевой или грязекаменный поток, внезапно формирующийся в руслах горных рек в результате ливней, бурного таяния ледников или сезонного снежного покрова. Двигаясь с большой скоростью, сели на своем пути нередко производят крупные разрушения. В Перу в 1970 г. селевой поток разрушил несколько городов, погибло более 50 тыс. человек, 800 тыс. осталось без крова. Все подвижки скальных пород и глиняных масс предваряются различными сигналами: образование новых трещин и расщелин в почве; неожиданные трещины во внутренних и внешних стенах, водопроводах, асфальте; падение камней; возникновение в верховьях селеопасных водотоков сильного гула, который перекрывает остальные шумы; резкое падение уровня воды в реках; проявление облака грязевой пыли, сопровождающего "голову" селевого вала.
- Сели - паводки с очень большой концентрацией минеральных частиц, камней и обломков горных пород (от 10-15 до 75% объема потока), возникающие в бассейнах небольших горных рек и сухих логов и вызванные, как правило, ливневыми осадками, реже интенсивным таянием снегов, а также прорывом моренных и завальных озер, обвалом, оползнем, землетрясением. Опасность селей не только в их разрушающей силе, но и во внезапности их появления. Селям подвержено примерно 10% территории нашей страны. Всего зарегистрировано около 6000 селевых водотоков, из них более половины приходится на Среднюю Азию и Казахстан.
- По составу переносимого твердого материала селевые потоки могут быть грязевыми (смесь воды с мелкоземом при небольшой концентрации камней, объемный вес $\gamma=1,5-2$ т/м³), грязекаменными (смесь воды, гальки, гравия, небольших камней, $\gamma=2,1-2,5$ т/м³) и водокаменные (смесь воды с преимущественно крупными камнями, $\gamma=1,1-1,5$ т/м³).
- Многим горным районам свойственно преобладание того или иного вида селя по составу переносимой им твердой массы. Так, в Карпатах чаще всего встречаются водокаменные селевые потоки сравнительно небольшой мощности, на Северном Кавказе-преимущественно грязекаменные, в Средней Азии-грязевые потоки. Скорость течения селевого потока обычно составляет 2,5- 4,0 м/с, но при прорыве заторов она может достигать 8-10 м/с и более. Последствия селей бывают катастрофическими. Так, 8 июля 1921 г. в 21 ч на г. Алма-Ату со стороны гор обрушилась масса земли, ила, камней, снега, песка, подгоняемая могучим потоком воды.

- Этим потоком были снесены находившиеся у подножия гор дачные строения вместе с людьми, животными и фруктовыми садами, поток ворвался в город, обратил улицы его в бушующие реки с крутыми берегами из разрушенных домов. Ужас катастрофы усугублялся темнотой ночи. Дома срывались с фундаментов и вместе с людьми уносились бурным потоком. К утру следующего дня стихия успокоилась. Материальный ущерб и человеческие жертвы оказались значительными. Сель был вызван сильнейшими ливнями в верхней части бассейна р. Малой Алмаатинки. Общий объем грязекаменной массы составил около 2 млн. м³. Поток перерезал город 200-метровой полосой.
- Способы борьбы с селевыми потоками весьма разнообразны. Это возведение различных плотин для задержки твердого стока и пропуска смеси воды и мелких фракции пород, каскада запруд для разрушения селевого потока и освобождения его от твердого материала, подпорных стенок для укрепления откосов, нагорных стокоперехватывающих и водосборных канав для отвода стока в ближайшие водотоки и др. Методов прогноза селей в настоящее время не существует. Вместе с тем для некоторых селевых районов установлены определенные критерии, позволяющие оценить вероятность возникновения селей. Так, для районов с большой вероятностью селей ливневого происхождения определяется критическая сумма осадков за 1-3 суток, селей гляциального происхождения (т. е. образующихся при прорывах ледниковых озер и внутриледниковых водоемов) - критическая средняя температура воздуха за 10-15 суток или сочетание этих двух критериев.

- Оползни

- Оползни - это скользящие смещения масс горных пород вниз по склону, возникающие из-за нарушения равновесия, вызываемого различными причинами (подмывом пород водой, ослаблением их прочности вследствие выветривания или переувлажнения осадками и подземными водами, систематическими толчками, неразумной хозяйственной деятельностью человека и др.). Оползни могут быть на всех склонах с крутизной 20° и более и в любое время года. Они различаются не только скоростью смещения пород (медленные, средние и быстрые), но и своими масштабами. Скорость медленных смещений пород составляет несколько десятков сантиметров в год, средних - несколько метров в час или в сутки и быстрых - десятки километров в час и более. К быстрым смещениям относятся оползни-потоки, когда твердый материал смешивается с водой, а также снежные и снежно-каменные лавины. Следует подчеркнуть, что только быстрые оползни могут стать причиной катастроф с человеческими жертвами.

- Например, в 1911 г. на Памире на территории России сильное землетрясение ($M=7,4$) вызвало гигантский оползень. Оползло около 2,5 млрд. м³ рыхлого материала. Был завален кишлак Усой с его 54 жителями. Оползень перегородил долину р. Мургаб и образовал завальное озеро, которое затопило кишлак Сараз. Высота этой естественной плотины достигала 300 м, максимальная глубина озера-284 м, протяженность-53 км.
 - Наиболее действенной защитой от оползней является их предупреждение. Из комплекса предупредительных мероприятий следует отметить собирание и отведение поверхностных вод, искусственное преобразование рельефа (в зоне возможного отрыва земли уменьшают нагрузку на склоны), фиксацию склона с помощью свай и строительства подпорных стенок.
 - Каждый может принять следующие меры предосторожности:
 - покинуть опасную зону;
 - сообщить властям о наличии признаков приближения селя;
 - в местах повышенной опасности передвигаться с большим вниманием;
 - принять меры предосторожности, бросив предварительно несколько камешков в опасную скалу, чтобы убедиться, есть ли уже первые признаки надвигающегося селя;
 - узнать о существовании специальных планов по защите людей, для того, чтобы быть готовым участвовать в их претворении.
- Сель движется отдельными, периодическими валами высотой до 10 метров, поэтому не спускайтесь в русла водотоков после прохождения селевого вала - за ним может следовать очередной вал.



Длительные снегопады продолжительностью от 16 до 24 часов приводят к снежным заносам и обвалам.

Снежные лавины также относятся к оползням и возникают так же, как и другие оползневые смещения. Силы сцепления снега переходят определенную границу, и гравитация вызывает смещение снежных масс по склону. Снежная лавина представляет собой смесь кристалликов снега и воздуха. Крупные лавины возникают на склонах 25-60°. Гладкие травянистые склоны являются наиболее лавиноопасными. Кустарники, большие камни и другие препятствия сдерживают возникновение лавин. В лесу лавины образуются очень редко. В фольклоре лавины называют: "белые драконы", "белая смерть", "белое проклятие".

Во время снегопада снег собирается в лавиносборе, на самой верхотуре, чтобы затем выбрать подходящий момент, ринуться со страшной скоростью по лотку вниз и образовать на месте схода лавинный конус мощностью иной раз в несколько десятков метров. "Подходящие" склоны для лавин имеют крутизну 15-45 градусов. На более пологих склонах снег стекает постепенно, а на более крутых не задерживается. Лавинный лоток - желоб на склоне, по которым сходят лавины (как правило, они сходят по одному и тому же пути). Лавинная опасность возрастает, когда снегопады сопровождаются ветром. При сильном ветре на поверхности снега формируется ветровая, или снежная, доска - пласт мелкозернистого снега большой плотности, который может достигать в толщину несколько десятков сантиметров. Обручев назвал такие лавины "сухими": "они срываются зимой после сильного снегопада без оттепели, когда надувы снега на гребнях и крутых склонах достигают такого размера, что сотрясение воздуха от порыва ветра, выстрела, даже громкого крика вызывает их отрыв. Гладкую, схваченную после оттепели морю

Эти лавины летят вниз и одновременно наполняют воздух снеговой пылью, образующей целую тучу. Чтобы лавина стронулась с места, ей нужен первый импульс.

Таким спусковым механизмом выступают обильные снегопады или сильные метели,



- "Сход лавины - незабываемое зрелище. Сначала где-то в вышине раздается глухой звук, а затем безмолвные горы словно оживают. Со склона вниз, искрясь миллионами снежинок, устремляется огромное облако снега. Вот оно достигло дна долины, распласталось по ней, высоко взметнулась снежная пыль, и все исчезло как в тумане... Через некоторое время снежная пыль улеглась, поднище долины перекрыли бесформенные груды снега, настолько плотные, что похожи на куски льда. В них торчат ветки, обломки стволов деревьев, камни". Две величайшие в мире "лавинные" катастрофы, произошедшие в нашем столетии, случились в Перу в долине реки Санта. 10 января 1962г. на вершине Уаскарана обломился огромный снежный карниз шириной около 1 км и толщиной более 30 м. Это случилось вечером - на многие километры разнесся глухой гул, потрясший ущелья. "Масса снега и льда объемом примерно 3 млн. м³ ринулась вниз со скоростью 150 км/ч, увлекая за собой каменные глыбы, песок, щебень. Огромный вал молниеносно разрастался, и уже спустя минуты по крутой долине двигалась масса объемом не менее 10 млн.м³, сокрушая все на своем пути. Через 7 минут лавина достигла городка Ранаирка и смела его с лица Земли. Лишь через 16 км, спустившись на 4 км и распластавшись по широкой долине на 1,5 км, она остановилась, запрудив реку". Урон от Уаскаранской лавины был огромен: погибло около 4 тыс. человек и до 10 тыс. домашних животных.
- Через 8 лет подобное событие повторилось, но только в еще больших размерах. 31 мая 1970г. Кордильере Бланка, где находится вершина Уаскаран, произошло сильное землетрясение, сорвавшее со склонов не менее 5 млн.м³ снега и льда. По дороге лавина отколола значительную часть нижележащего ледника и понеслась, сдирая мощный слой рыхлой породы и унося громадные камни. По дороге лавина спустила небольшое озеро, что придало всей массе еще большую силу. По долине со скоростью 320 км/ч неслось гигантское количество снега, льда и горной породы - 50 млн. м³! Лавина преодолела препятствие высотой 140 м, вновь разрушала заново отстроенный поселок Ранаирка и город Юнгай, который в 1963 г. спас невысокий холм. Масса снега, воды и камней прошла почти 17 км. Последствия были ужасны: из 20 тыс. жителей в живых остались лишь несколько сот человек. Такие страшные лавины случаются редко, но лавины обычных размеров - это грозная стихия гор. Наиболее страдают от лавин в районе Альп. С начала текущего столетия по 1970г. в Швейцарских Альпах от лавин погибло 1244 человека. Всего в Альпах насчитывается 20 тыс. участков схода лавин, из них более 10 тыс. мест постоянного схода, и 3 тыс. из них угрожают населенным пунктам, дорогам, линиям электропередач и связи.. Свидетельствуют лавины в Америке, на Тянь-Шане, в Хибиных, в Сибири, на Камчатке и во всех горных районах мира.

- 13 июля 1990 г. на пике Ленина на Памире в результате землетрясения и схода со склона большой снежной лавины был снесен лагерь альпинистов, располагавшийся на высоте 5300 м. Погибло 40 человек. Подобной трагедии еще не было в истории отечественного альпинизма. Защита от лавин может быть пассивной и активной. При пассивной защите избегают использования лавиноопасных склонов или ставят на них заградительные щиты. При активной защите производят обстрел лавиноопасных склонов, вызывая сход небольших неопасных лавин и препятствуя таким образом накоплению критических масс снега.
- В Давосе есть церковь, построенная еще в XVI в. В 1602 г. она была снесена лавиной, но, восстановленная, уже больше не разрушалась, хотя ее не раз заносило лавинным снегом почти по крышу. Выручала форма задней стены, выстроенная клином в сторону лавинного лога.
- Снежный буран - сильный снегопад, идущий длительное время, интенсивно, сопровождаемый сильным ветром. В результате снежных буранов могут быть нанесены значительные материальные повреждения, обрыв электропередач, сугробы могут превышать несколько метров. Заматаются дороги, закрываются аэропорты.
 - Буря, ураган, гроза
- Буря - это ливень, сопровождающийся сильным ветром шквального характера, что может легко вызвать паводок в реке, наводнение или сель. Буре часто предшествует гроза, сильные электрические разряды молнии. Зачастую приближение молнии предваряется металлическим звуком, свечением на острых поверхностях и предметах с металлическими краями, волосы на голове встают "дыбом". Например, в апреле 2007 года, в Нью-Йорке выпало около семи сантиметров осадков. Были размыты дороги и нарушено электроснабжение целых жилых кварталов. В аэропортах Нью-Йорка из-за такой сильной грозы было отменено 350 рейсов. В Квинсе, одном из районов Нью-Йорка, из-за падения деревьев было нарушено электроснабжение 1 тысячи 300 домов.
- Ураганы - это ветры силой 12 баллов по шкале Бофорта, т. е. ветры, скорость которых превышает 32,6 м/с (117,3 км/ч). Ураганами называют также тропические циклоны, возникающие в Тихом океане вблизи берегов Центральной Америки; на Дальнем Востоке и в районах Индийского океана ураганы (циклоны) носят название тайфунов. Во время тропических циклонов скорость ветра часто превышает 50 м/с. Циклоны и тайфуны сопровождаются обычно интенсивными ливневыми дождями.



NATIONAL GEOGRAPHIC
Photograph by Jeff Sporn

Ураган на суше разрушает строения, линии связи и электропередач, повреждает транспортные коммуникации и мосты, ломает и вырывает с корнем деревья; при распространении над морем вызывает огромные волны высотой 10-12 м и более, повреждает или даже приводит к гибели судов.

Ураганы и штормовые ветры (скорость их по шкале Бофорта от 20,8 до 32,6 м/с) зимой могут поднимать в воздух огромные массы снега и вызывать снежные бури, что приводит к заносам, остановке движения автомобильного и железнодорожного транспорта, нарушению систем водо-, газо-, электроснабжения и связи. Так, от ураганных ветров небывалой силы и гигантских волн, обрушившихся 13 ноября 1970 г. на прибрежные районы Восточного Пакистана, пострадало в общей сложности около 10 млн. человек, в том числе примерно 0,5 млн. человек погибли и пропали без вести.

Современные методы прогноза погоды позволяют за несколько часов и даже суток предупредить население города или целого прибрежного района о надвигающемся урагане (шторме), а служба ГО может предоставить необходимую информацию о возможной обстановке и требуемых действиях в сложившихся условиях.

Наиболее надежной защитой населения от ураганов является использование защитных сооружений (метро, убежищ, подземных переходов, подвалов зданий и т. п.). При этом в прибрежных районах необходимо учитывать возможное затопление низменных участков и выбирать защитные укрытия на возвышенных участках местности.

▪СМЕРЧ

Смерч представляет собой вертикальный или слегка наклоненный крутящийся столб в воздухе, который зарождается под грозовой тучей и поднимает с земли все, что встречает на своем пути. Когда смерч только образуется, можно заметить темную вращающуюся воронку, затем наступает на какое-то время тишина, а потом неожиданно начинают подниматься в воздух все более и более тяжелые предметы. Высота смерча может достигать 800-1500 м.

- Воздух в смерче вращается обычно против часовой стрелки, при этом он одновременно поднимается по спирали вверх, втягивая пыль или воду, а скорость вращения достигает несколько десятков м/сек. Диаметр смерча над морем измеряется десятками метров, а над сушей - сотнями метров. Смерч проходит путь длиной 40-60 км. Он сопровождается грозой, дождём, градом. Когда смерч достигает поверхности земли, он почти всегда производит большие разрушения, всасывая в себя воду и предметы, поднимая их высоко вверх и перенося на большие расстояния.
- Смерчи возникают каждый год в летнюю пору в разных уголках земного шара, там, где стоит жаркая погода, сопровождающаяся развитием мощных грозовых облаков. Смерчи рождаются и над водой, и над сушей. Смерчи на суше в Европе называют тромбами, а в Америке - торнадо. Вихри над морем называют водяными смерчами. В тропических странах это явление довольно частое - в США, например, ежегодно бывает несколько сот смерчей, а в отдельные годы - более тысячи. В странах умеренного климатического пояса смерчи над сушей наблюдаются в десятки раз реже, а в высоких широтах они совсем редки. В водяных смерчах скорость ветра может превышать 200 км/ч. Водяные смерчи могут быть и прозрачными, их обнаружить можно по необычным волнам на поверхности воды.
- В центральной части смерча давление воздуха понижено. Внешне смерч представляется опускающимся вершиной к земле конусообразным облачным столбом. От поверхности земли к нему часто поднимается вершиной вверх другой столб - из пыли, мусора или водяных брызг. Диаметр столба - несколько десятков метров. Движение воздуха и вовлекаемых в него предметов - круговое, со скоростью до 100 км/ч. Одновременно воздух в смерче увлекается вверх, к основанию кучево-дождевого облака, под которым возник смерч.
- При движении над местностью со скоростью несколько десятков километров в час смерч производит разрушения, вызываемые не только огромной скоростью воздуха внутри самого вихря, но и мгновенным скачком атмосферного давления, которое за считанные секунды может упасть и снова подняться на несколько десятков гектопаскалей. Дома с закрытыми дверями и окнами "взрываются" в момент прохождения над ними смерча, целые стены вываливаются наружу, жидкость из сосудов высасывается и разбрызгивается. Были случаи, когда куры, попавшие в полосу прохождения смерча, мгновенно оказывались голыми, как будто их кто-то ощипал.

- Одиночный смерч, опускаясь к земле, производит опустошение в полосе шириной несколько сот метров и длиной от нескольких километров до нескольких десятков километров. Большую опасность при смерчах над сушей представляют поднятые в воздух и разлетающиеся в разные стороны твердые предметы - доски, щепки, обломки зданий, листы железной кровли и пр. Энергия смерча колоссальна: он способен сорвать и опрокинуть железнодорожный мост, тяжелый грузовой автомобиль или поднять в воздух и затем бросить на землю самолет весом десять тонн.
- В Америке существует система измерения силы торнадо по шкале Ф.
- Ф0 - простейшие смерчи, которые мы можем видеть в ветренные дни, завихрения листьев и снега, и обычно не приводят к каким либо ощутимым последствиям.
Ф1 - такой смерч может перевернуть урну, обломить ветку, сломать антенну.
Ф2 - смерчи со скоростью 100-200км/ч приносят умеренные разрушения, могут переносить большие скопления всякого мусора.
Ф3 - смерчи со скоростью 200-300км/ч приносят уже очень ощутимые разрушения. Обычная доска, вылетев из смерча такой силы, способна продырявить машину насквозь.
Ф4 - смерчи со скоростью 300-400 км/ч являются предпоследней ступенью. Эти смертельноопасные смерчи могут переносить по воздуху легковые, и иногда грузовые автомобили.
Ф5 - самые разрушительные смерчи в мире. Их скорость превышает 500км/ч. Такие смерчи могут не только порвать вдребезги дом, но запросто поднимут в воздух тяжеленный, несколькотонный вагон поезда, а уж автомобили для него тем более не проблема. Один из сильнейших смерчей был зарегистрирован в Америке, и принес гигантские разрушения. Его скорость достигла 720 км/ч.
- Алексей Дмитриев из Российской Академии Наук изучал торнадо и показал, что в присутствии торнадо возникают электромагнитные поля очень высокой напряжённости, видимый свет и шаровые молнии. Существует множество случаев, когда торнадо становится причиной сплавления друг с другом физических объектов, когда материя действительно становится способной проникать сквозь другую материю. Дмитриев приводит случаи, когда две сгоревших и обуглившихся деревянных доски слились друг с другом в торнадо, несмотря на то что они раскрашивались при малейшем прикосновении. Галька проходила через стекло и не разбивала его; соломинки проходили через окно и застревали в окне, не разбив его.

Торнадо



- Европейская система оповещения о стихийных бедствиях

- В ходе плановой метеорологической конференции, прошедшей в Мадриде в 2007 году, была представлена и запущена первая общеевропейская система предупреждения о стихийных бедствиях Meteoalarm. В создании системы участвовали специалисты из 21 европейской страны.
- Информация об актуальной погодной обстановке отображается на сайте проекта и представлена на 17 языках. На интерактивной карте Европы можно выбрать интересующую пользователя область, которая может быть окрашена зеленым, желтым или красным цветом, в зависимости от текущих погодных условий. В сводной таблице отображается информация о погоде для двадцати стран. Предусмотрена возможность получения детализированной сводки.
- По словам технического директора проекта Майкла Стодингера, на создание подобной системы специалистов натолкнули последствия нашествия на Новый Орлеан (США) в 2005 году разрушительного урагана Катрина. Эксперты отмечают, что прогнозы погоды в последние годы стали довольно точными, однако далеко не всегда власти имеют возможность оперативно оповестить население о приближающейся угрозе.
- Новые технологические разработки и доступность спутниковых изображений, по мнению директора метеорологической службы Аргентины Мигеля Анхеля Рабиоло, существенно повышают надежность прогнозов. На сегодняшний день синоптики могут ручаться за достоверность 5-7-дневных прогнозов. Впрочем, эксперименты, проводимые Всемирной метеорологической организацией (ВМО), возможно, в ближайшем будущем позволят увеличить этот показатель до 15 дней.
- Система интерактивных карт чрезвычайных ситуаций природного характера создана в Институте геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН в 2009 г.
- <http://geoenv.ru/index.php/ru/>