

0-782137

В.Г. Бондур
В.Ф. Крапивин
В.П. Савиных

МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ



Научный мир

Бондур В. Г., Крапивин В. Ф., Савиных В. П.

Мониторинг и прогнозирование природных катастроф.— М.: Научный мир, 2009.— 692 с: ил. + 22 с. цв. ил.

ISBN 978-5-91522-125-2

Рассмотрены задачи мониторинга и прогнозирования природных катастроф. При анализе возникновения конкретных природных катастроф процессы взаимодействия природы и общества рассматриваются как интерактивные природно-антропогенные механизмы, поиск стратегии управления которыми является одним из путей преодоления возможных кризисных ситуаций в окружающей среде.

Для решения этих задач предлагается трехуровневая процедура принятия решений о появлении признаков природной катастрофы, основанная на расчете соответствующих индикаторов и математической модели процессов, происходящих в окружающей среде.

Особое внимание уделено синтезу систем мониторинга окружающей среды, обеспечивающих сбор, хранение и обработку необходимой информации, формируемой космическими, воздушными, наземными (водными) источниками. Развивается новая концепция создания информационных систем мониторинга, основанная на алгоритмах и методах экоинформатики и состоящая в совместном использовании информационных технологий и моделей эволюции подсистем окружающей среды. Основным смыслом предлагаемого

мониторинга при интеграции в созданную систему знаний из различных наук, так или иначе определяющих функционирование системы природа-общество. В целом книга продолжает развитие подходов к изучению динамики глобальной системы природа-общество, обращая особое внимание на задачи оценки, обнаружения, предотвращения и прогнозирования природных катастроф, как естественного происхождения, так и инициированных антропогенными процессами.

Книга предназначена для специалистов в области аэрокосмических исследований Земли, мониторинга окружающей среды, изучения изменений климата, исследования взаимоотношений человеческого общества и природы, геополитики и методологии междисциплинарных исследований. Книга будет полезна студентам старших курсов и аспирантам, специализирующимся в данных областях. Особый интерес она может представлять для разработчиков и пользователей информационных технологий мониторинга в сфере предупреждения населения о катастрофических природных процессах и явлениях.

Содержание

Введение	5
Список сокращений	10
Глава 1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ	17
1.1. Природная катастрофа как динамическая категория явлений окружающей среды	17
1.2. Ранжирование и классификация природных катастроф	20
1.3. Динамика природных катастроф	25
1.3.1. Землетрясения	37
1.3.2. Ураганы, тропические циклоны, штормы	40
1.3.3. Торнадо	41
1.3.4. Цунами	43
1.3.5. Наводнения	44
1.3.6. Извержения вулканов	47
1.3.7. Сели, лавины, оползни, обвалы	49
1.3.8. Жара, засуха	53
1.3.9. Природные пожары	54
1.4. Роль антропогенных факторов в динамике природных катастроф	56
1.5. Оценка масштабности природных катастроф и их последствий	62
1.6. Пространственно-временные характеристики природных катастроф	72
Глава 2. ОЦЕНКА РИСКА ОТ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ	76
2.1. Критерии оценки опасности природных катастроф	76
2.2. Математическое моделирование выживаемости экологических систем	
2.3. Уровень изменчивости среды обитания живых систем	92
2.4. Модели живучести экологических систем	
2.5. Исследование модели живучести экосистем	
2.6. Учет факторов случайности в модели живучести экологических систем	
2.7. Модель живучести биосферы	102
2.8. Показатели эффективности управления риском от природных катастроф	104
2.8.1. Суть проблемы	
2.8.2. Роль природных катастроф в жизни человека	105
2.8.3. Природные катастрофы как элемент глобальной экодинамики	
2.9. Социальное и человеческое измерение риска	110
2.10. Принятие решений при оценке риска	
Глава 3. ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ДИНАМИКУ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ	117
3.1. Закономерности в развитии системы природа-общество	117
3.1.1. Наблюдаемые закономерности в развитии отношений между природой и человечеством	117

3.1.2.	Современные тенденции в глобальной экодинамике.	121
3.1.3.	Понятие устойчивого развития в условиях глобального потепления.	128
3.1.4.	Международные аспекты глобальных изменений окружающей среды.	130
3.1.5.	Киотский протокол и парниковые газы.	137
3.2.	Роль антропогенной составляющей при возникновении стрессовых состояний в окружающей среде.	143
3.2.1.	Значимость антропогенного фактора в смене фазовых состояний систем окружающей среды.	143
3.2.2.	Плотность населения и уровень риска возникновения природной катастрофы.	155
3.2.3.	Антропогенные процессы и социальный портрет территории.	162
3.2.4.	Факторы высокой плотности населения в оценке риска от природной катастрофы.	168
3.2.5.	Сценарии глобального развития цивилизации.	173
3.3.	Техногенные источники природных катастроф.	178
3.4.	Демографические предпосылки возникновения природных катастроф.	181
3.5.	Природные катастрофы и среда обитания живых систем.	185
3.6.	Баланс между природой и человеческим обществом.	189
3.6.1.	Глобальные модели Римского Клуба и Форрестера.	189
3.6.2.	Современное состояние системы природа-общество.	193
3.6.3.	Перспективы развития глобальной модели.	196
3.6.4.	Предварительные выводы.	200
3.7.	Экономический ущерб от природных катастроф.	201
3.8.	Стратегические аспекты предотвращения природных катастроф.	205
3.9.	Уровень экономического развития и социальная инфраструктура региона как показатели эффективности управления риском от природных катастроф.	206
ЗЛО.	Противоречия между уровнем жизни и частотой природных катастроф.	211

Глава 4.	БИОСЛОЖНОСТЬ КАК ИНДИКАТОР ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ.	213
4.1.	Понятие биологической сложности экологических систем.	213
4.2.	Индикаторы биосложности.	215
4.2.1.	Определение индикатора биосложности.	215
4.2.2.	Результаты моделирования индикатора биосложности.	218
4.2.3.	Замечания.	224
4.3.	Изменчивость биосложности с приближением фазового перехода.	224
4.3.1.	Тропические ураганы как фазовый переход в системе океан-атмосфера.	224
4.3.2.	Данные мониторинга.	226
4.3.3.	Перколяционная модель.	227
4.3.4.	Случайное блуждание на перколяционном кластере.	228
4.3.5.	Анализ перколяционной модели.	229
4.3.6.	Анализ точности прогноза.	236
4.4.	Биосложность как индикатор структурного разрушения водных экосистем.	239
4.4.1.	Анализ биологической сложности аквагеосистемы.	239
4.4.2.	Общие принципы построения моделей водных экосистем.	242

4.4.3. Моделирование экосистем Мирового океана	245
4.4.4. Биологическая сложность водных экосистем высоких широт	249
4.4.5. Биологическая сложность экосистемы зоны апвеллинга	256
4.5. Биологическая сложность наземных экосистем и парниковый эффект	269
4.6. Влияние атмосферы на биосложность экосистем биосферы	271
4.6.1. Физические процессы распространения загрязнителей атмосферы	271
4.6.2. Классификация загрязнителей атмосферы	275
4.6.3. Пассивное и активное распространение загрязнителей в атмосфере	279
4.6.4. Типы моделей и их информационные базы	283
4.7. Оценка биосложности по данным аэрокосмического мониторинга	284
4.7.1. Архитектура архива данных	284
4.7.2. Теория и методы определения биометрических характеристик лесных экосистем и доли поглощенной биоактивной радиации.	289

Глава 5. МОНИТОРИНГ И ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ

5.1. Мониторинг природных катастроф	316
5.1.1. Задачи и проблемы	316
5.1.2. Природная катастрофа как динамическая категория явлений окружающей среды	319
5.1.3. Обнаружение момента зарождения природной катастрофы.	320
5.2. Некоторые современные технические средства мониторинга окружающей среды	323
5.2.1. Структура систем мониторинга и решаемые ими задачи	323
5.2.2. Современные спутниковые средства мониторинга	327
5.2.3. Некоторые методы космического мониторинга	336
5.3. Роль и место мониторинга природных катастроф с борта пилотируемых космических аппаратов	350
5.3.1. Направления исследований и задачи, решаемые с помощью визуально-инструментальных наблюдений	350
5.3.2. Объекты наблюдения	352
5.3.3. Макровзгляд из космоса	358
5.4. Методическое и информационное обеспечение систем мониторинга природных катастроф	360
5.5. Экспертный уровень систем принятия решений о возникновении природных катастроф	369
5.5.1. Принятие статистических решений в системах мониторинга	369
5.5.2. Функции системы мониторинга окружающей среды	370
5.5.3. Обработка многоканальной информации	371
5.5.4. Схема организации наблюдений в условиях применения последовательного анализа данных	380
5.6. Технологии поиска аномалий в окружающей среде	382
5.7. Информационная надежность систем мониторинга природных катастроф	384
5.8. Возможности систем мониторинга для классификации природных катастроф	387
5.9. Методы нанодиагностики и их применение в системах экологического мониторинга	391
5.10. Особенности диагностики лесных и торфяных пожаров	396

5.10.1.Измерения влажности в пологе леса	396
5.10.2.Степень пожарной опасности леса	398
5.10.3.Собственное СВЧ-излучение торфяных образований.	398

Глава 6. ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ.	401
6.1. Формализация природной катастрофы как элемента фазового перехода окружающей среды.	401
6.2. Глобальная модель системы природа-общество как инструмент прогнозирования природных катастроф.	405
6.3. Развитие, распространение и последствия катастрофических волновых процессов в биогеохимических круговоротах парниковых газов	409
6.3.1. Противоречивость проблемы парникового эффекта	409
6.3.2. Структурные схемы глобальных биогеохимических круговоротов... .	411
6.3.3. Оценка роли углеродного обмена в системе атмосфера-суша-океан- геосфера	414
6.3.4. Биогеохимический круговорот серы в окружающей среде.	427
6.3.5. Азот и его роль в глобальной экодинамике.	434
6.3.6. Фосфор как интерактивный компонент биосферы.	445
6.3.7. Биосферный баланс кислорода и озона.	450
6.3.8. Круговорот метана и его роль в парниковом эффекте.	465
6.4. Природные катастрофы и глобальный водный баланс.	472
6.4.1. Модель водного баланса ограниченного региона.	476
6.4.2. Влагооборот в системе атмосфера-суша	484
6.4.3. Влагооборот в системе атмосфера-океан.	488
6.4.4. Вода в атмосфере.	489
6.4.5. Взаимосвязь глобальных круговоротов воды и углекислого газа	490
6.5. Роль наземных экосистем и экосистем Мирового океана в предотвращении природных катастроф.	493
6.5.1. Наземные экосистемы и глобальная экодинамика	493
6.5.2. Лесные экосистемы и парниковый эффект.	502
6.5.3. Роль геосферных процессов	506
6.6. Соотношение между изменениями глобального климата и природными катастрофами	507
6.6.1. Моделирование изменений климата	507
6.6.2. Радиационное возмущающее воздействие, обусловленное аэрозолям.	516
6.6.3. Глобальное потепление, энергетика и геополитика	535
6.7. Эволюционная технология предсказания стрессовых состояний в окружающей среде.	538
6.8. Проблема глобального потепления и природные катастрофы.	542
6.9. Прогнозируемые риски глобальных изменений и возможные природные катастрофы в будущем.	546

Глава 7. ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДЛОЖЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИРОДНОЙ КАТАСТРОФЫ НА ПРИМЕРЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ.	549
7.1. Проблема водного баланса Средней Азии.	549
7.2. Анализ геофизических и гидрологических процессов в зоне Аральского моря и задачи их моделирования.	551
7.2.1. Динамика аквагеосистемы Арала и геофизических процессов формирования его водного баланса	551

7.2.2.	Адаптация ГИМС-технологии к геофизическим условиям зоны Аральского моря	556
7.2.3.	Формирование базы данных об элементах окружающей среды зоны Аральского моря	559
7.2.4.	Особенности моделирования составляющих водного баланса Аральского региона	561
7.3.	Алгоритмическое обеспечение системы мониторинга зоны Аральского моря	561
7.3.1.	Алгоритм восстановления динамических параметров методом дифференциальной аппроксимации	561
7.3.2.	Применение метода гармонических функций для восстановления данных микроволновой радиометрии в замкнутой области	564
7.3.3.	Приближенный метод решения обратной задачи при идентификации геофизических параметров	566
7.3.4.	Алгоритм рандомизированной линейно-ломанной аппроксимации	568
7.4.	Математическое моделирование и вычислительный эксперимент в геофизических исследованиях Аральского региона	570
7.4.1.	Модель для структурно-функционального анализа гидрофизических полей Аральского моря	570
7.4.2.	Модель регионального водного баланса зоны влияния Аральской аквагеосистемы	576
7.4.3.	Модель аквагеосистемы залива Кара-Богаз-Гол	581
7.4.4.	Параметризация составляющих водного баланса Приаралья	583
7.5.	Имитационные эксперименты и прогнозирование водного баланса котловины Аральского моря	585
7.5.1.	Сценарий направленности изменений составляющих водного баланса Арала	587
7.5.2.	Модельная оценка динамики водного баланса Арала при сохранении природно-антропогенной обстановки в регионе	587
7.5.3.	Рекомендации по режиму мониторинга Аральской аквагеосистемы	590

Глава 8. ПРИРОДНЫЕ КАТАСТРОФЫ КАК КОМПОНЕНТ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭКОДИНАМИКИ

	ЭКОДИНАМИКИ	592
8.1.	Эволюция биосферы и природные катастрофы	592
8.2.	Природные пожары как компонент глобальной экодинамики	
8.2.1.	Пожары и лесные экосистемы	
8.2.2.	Природные пожары, динамика биосферы и климата	597
8.2.3.	Сжигание биомассы и химический состав атмосферы	600
8.2.4.	Природные пожары и круговорот углерода	603
8.3.	Молниевые разряды как компонент глобальной экодинамики	603
8.3.1.	Молниевые разряды и химический состав атмосферы	603
8.3.2.	Электромагнитные поля молний	607
8.4.	Проблемы загрязнения высокоширотной окружающей среды	
8.4.1.	Изучение динамики загрязнителей в арктических морях	609
8.4.2.	Структура пространственной имитационной модели арктической экосистемы	615
8.4.3.	Биотические процессы в арктическом климате	617
8.4.4.	Гидрологические процессы в Арктике	
8.4.5.	Последствия загрязнения арктического бассейна	622
8.5.	Природные катастрофы и сценарии глобальной экодинамики	
8.5.1.	Состояние глобальных водных ресурсов	633

8.5.2. Энергетическое обеспечение цивилизации.	637
8.5.3. Оценки реализации некоторых сценариев.	641
8.5.4. Заключительные замечания.	644
Литература.	647