

Министерство культуры и туризма Украины
Одесская государственная научная библиотека
имени М.Горького

Серия библиографических указателей
«Проблемы. Гипотезы. Открытия»

Основана в 1975 году

Выпуск 52

***ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ
КЛИМАТА ЗЕМЛИ:
ФАКТОРЫ, ФАКТЫ И ПРОГНОЗЫ***

Рекомендательный указатель литературы

Автор-составитель

И.Э.Рикун

Одесса
2009

Указатель включает в основном научно-популярную литературу с 1980 по начало 2009 г. Включен также ряд научных изданий этого и более раннего периодов, не утративших научной ценности и доступных широкому кругу читателей. Указатель в силу актуальности и общечеловеческой значимости проблемы адресован каждому неравнодушному и любознательному человеку.

Научный редактор

В.А.Дьяков

Редактор

И.С.Шелестович

- © И.Э.Рикун.
Составление, 2009
- © ОГНБ им. М.Горького, 2009

***Изменение климата Земли
и его неблагоприятные
последствия являются
предметом общей
озабоченности человечества.***

Рамочная конвенция ООН
об изменении климата

От автора-составителя

Исследование изменений климата – это передовой край науки. Для измерения уровня моря и ледников используются самые современные спутниковые технологии, для моделирования климата – мощные суперкомпьютеры. Для выяснения сути происходящих в земной климатической системе процессов приходится привлекать физику и химию, астрономию и биологию. Прогнозы невозможно строить без учета влияния экономики и политики, а оценивать их – без знания истории. Трудно привести пример другой столь комплексной задачи, которая с такой остротой стояла бы перед человечеством.

Указатель поможет узнать о климатах геологического и исторического прошлого, о современных изменениях климата (отдельный подраздел посвящен изменениям климата Украины), об острых спорах сторонников и противников гипотезы глобального потепления, о том, почему меняется климат, и о том, возможно ли избежать его катастрофических изменений. Отдельные разделы посвящены моделированию климата, влиянию его на здоровье человека и на историю человечества.

Автор счел интересным включить в указатель раздел, содержащий фантастику, которая рисует как оптимистические, так и пессимистические картины влияния возможных изменений климата на будущее нашей планеты.

Завершает указатель перечень основных интернет-ресурсов, посвященных изменениям климата.

ГЛОБАЛЬНЫЙ КЛИМАТ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ

Климат в буквальном переводе с греческого означает наклон, под этим подразумевается наклон земной поверхности к солнечным лучам. Климатом называют многолетний режим погоды, свойственный той или иной местности на Земле. При этом под многолетним режимом понимается совокупность всех условий погоды в данной местности за период в несколько десятков лет; типичная годовая смена этих условий и возможные отклонения от нее в отдельные годы; сочетания условий погоды, характерные для различных ее аномалий (засухи, дождливые периоды, похолодания и пр.).

Климаты Земли находятся в тесной зависимости от географической широты. В основе климатического районирования лежит разделение поверхности планеты на пояса, зоны и области с более или менее однородными условиями климата. Существуют экваториальный, пассатный, средиземноморский, морской, внутриконтинентальный, муссонный, субтропический климаты, климаты тропических и холодных пустынь, климаты Субарктики, Арктики и Антарктиды.

Совокупность всего разнообразия климатов Земли составляет глобальный климат.

1. Ясаманов Н.А. Климат Земли в прошлом и будущем // Земля и Вселенная. – 1991. – № 1. – С. 26-32 : ил.

Статья поможет составить самое первое представление о климатах геологического и исторического прошлого, об условиях формирования климата и причинах его изменения, о прогнозах на ближайшее и отдаленное будущее.

2. Погода : энцикл. путівник. – К. : Махаон-Україна, 2007. – 304 с. : ілюстр.

Читатель узнает о механизмах образования явлений природы (полярное сияние, радуга, смерч, шторм и т.д.), познакомится с историей наблюдений погоды с античных времен до наших дней, с рассказом о влиянии на погоду космических явлений, о климатических поясах Земли, о причинах изменения климата. Большое

внимание уделено глобальному потеплению и его причинам.

3. Котляков В.М. Климат Земли : прошлое, настоящее, будущее / В.М.Котляков, М.Г.Гросвальд, А.Н.Кренке. – М. : Знание, 1985. – 48 с. – (Новое в жизни, науке, технике ; сер. «Науки о Земле» ; № 12).

Более полные и глубокие ответы на вопросы о том, что такое климат, как он менялся в прошлом, какие существуют физические факторы климата, когда закончится межледниковый период, в который мы живем, и наступит новое оледенение, может ли человек повлиять на климат и каковы будут последствия этого влияния, читатель получит, прочитав рекомендуемую брошюру.

4. Жаков С.И. Общие климатические закономерности Земли : кн. для учителя / С.И.Жаков. – М. : Просвещение, 1984. – 159 с. : ил.

В пособии, написанном в помощь учителям географии, рассматриваются важнейшие климатические закономерности нашей планеты. Знание их необходимо для преподавания материала по климатологии, изучаемого в школе. Ознакомление с закономерностями климата имеет и самостоятельное образовательное значение. Пособие состоит из двух частей. В первой рассматриваются основные факторы формирования климата и на этой основе – главные климатические закономерности глобального масштаба, а также особенности климатообразования на материках. Вторая часть посвящена основным климатическим закономерностям на территории бывшего СССР, в том числе и на территории Украины.

5. Козгроув Б. Погода / Б.Козгроув. – Лондон ; Нью-Йорк ; Штутгарт ; М. : Дорлинг Киндерсли, [1997]. – 62, [2] с. : ил. – (Очевидец. Обо всем на свете).

Эта книга будет интересна и детям, и взрослым, учителя могут использовать ее как иллюстративный материал. Каждый разворот знакомит с каким-либо погодным явлением. Например, на двух страницах, по-

священных ветру, читатель найдет определение ветра, схему глобальной циркуляции воздуха, цветные фотографии приборов – от флюгера до различных анемометров, измеряющих силу и скорость ветра, узнает о шкале Бофорта, разработанной английским адмиралом для измерения силы ветра на море, и полюбуется старинными гравюрами, на которых изображены парусники во время штиля, крепкого ветра и сильного шторма. Не менее информативны и красочно оформлены страницы, посвященные различным типам климата и его изменениям.

6. Беттен Л. Погода в нашей жизни : пер с англ. / Л.Беттен. – М. : Мир, 1985. – 226 с.

Видный американский метеоролог поставил своей целью написать популярную книгу, рассчитанную на читателя с минимальной научной подготовкой. Название не совсем точно отражает содержание книги. Фактически речь в ней идет не только о погоде, она охватывает все аспекты климатических проблем, начиная с общей циркуляции атмосферы и кончая глобальным потеплением. Текст прекрасно иллюстрирован фотографиями, приводится масса занимательных фактов, связанных с погодой и климатом. Последняя, самая оригинальная, глава рассказывает об отражении метеорологических явлений в музыке и живописи. Автор уверен, что «искусство не только доносит до нас движения души многих великих мастеров, но и свидетельствует о ходе естественной истории Земли».

7. Астапенко П.Д. Вопросы о погоде : (что мы о ней знаем и чего не знаем) / П.Д.Астапенко. – 2-е изд., испр. и доп. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1986. – 392 с. : ил. – (Науч.-попул. б-ка школьника).

Автором книги так же является метеоролог, собравший в ней более пятисот наиболее типичных вопросов о погоде и климате, задаваемых людьми разных возрастов, профессий, уровней образования. В ответах на вопросы он стремился излагать установившиеся в науке взгляды, лишь в отдельных случаях приводя дискуссионные, еще не ставшие общепринятыми, толко-

вания. Вопросы сгруппированы по основным темам, часть из них адресована особо любознательным, тем, кто хотел бы знать о погоде и климате больше, кто глубоко интересуется работой метеорологов и климатологов.

8. Медведев Ю.Э. Во избежание эпилога / Ю.Э.Медведев. – М. : Знание, 1987. – 192 с.

Книга, принадлежащая перу не ученого, а писателя – популяризатора науки, носит ярко выраженный полемический характер. Она рассказывает о климатических спорах, которые вели еще французские энциклопедисты, знакомит с современными теориями, одни из которых утверждают, что наступает глобальное потепление, а другие предвещают глобальное похолодание. Есть и ученые, которые отрицают изменение климата в наше время и утверждают, что сегодня невозможно судить о перспективах. Автор уверен: если нельзя предугадать, как повернутся события, надо думать о предотвращении худшего. Он рисует впечатляющие футурологические картины будущего, которое наступит вследствие катастрофических изменений климата, и призывает направить силы человечества на сохранение жизни на Земле.

9. Берг Л.С. Основы климатологии / Л.С.Берг. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Учеб.-пед. изд-во Наркомпроса РСФСР, 1938. – 455 с. : ил.

10. Берг Л.С. Климат и жизнь / Л.С.Берг. – 2-е изд., перераб и доп. – М. : ОГИЗ : Гос. изд-во геогр. лит., 1947. – 356 с. : ил.

Классические работы выдающегося ученого практически не устарели. Если первая книга посвящена влиянию географической широты, океанов и материков, снежного, ледяного и растительного покровов, рельефа, а также человека на климат, то вторая, напротив, посвящена влиянию климата на развитие рельефа, почвы, животного и растительного мира. Обе книги содержат материал о начавшемся потеплении, вторая книга даже начинается с главы, посвященной этому вопросу.

11. Боголепов М.А. Периодические возмущения климата / М.А.Боголепов. – 2-е изд., доп. – М.: Новая деревня, 1928. – 63,[1] с.

Автор работы, так же ставшей классической, считал, что изменения климата Земли «неудобно называть колебаниями, потому что под колебанием обычно понимается движение периодическое ровное, или затухающее, или усиливающееся... В явлении изменений климата органический мир каждой страны, а с ним вместе и людское население, испытывает время от времени нечто такое, чему может быть только одно понятие – «катастрофа», «возмущение». Он пришел к выводу, что возмущения климата происходят периодически и осветил их связь с органической жизнью и жизнью человеческих сообществ.

12. Борисенков Е.П. Изменение климата и человек / Е.П.Борисенков. – М.: Знание, 1990. – 64 с. – (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Физика» ; № 11).

Автор в общих чертах раскрывает проблему климата, окружающей среды и общества в их неразрывности и взаимодействии. Он скептически относится к сенсационным предсказаниям грядущих катастрофических изменений климата, тем не менее уверен в необходимости иметь научно обоснованную стратегию действий на случай, если эти изменения все же произойдут. Он делает попытку построить один из возможных алгоритмов оптимальных действий общества по учету климатических факторов.

13. Кондратьев К.Я. Глобальный климат / К.Я.Кондратьев. – СПб.: Наука, 1992. – 356, [2] с.: рис., табл.

14. Кондратьев К.Я. Глобальный климат и его изменения / К.Я.Кондратьев. – Ленинград: Наука, 1987. – 232 с. – (Академ. чтения).

Глобальный климат и его изменения определяются сложным взаимодействием естественных и антропогенных факторов. Атмосфера и климат, процессы на поверхности суши и климат, Мировой океан и климат, вулканы и климат – вот круг вопросов, составляющих основное содержание рекомендуемых книг. Большое

внимание автор уделил солнечно-климатическим связям. Полученные за последние десятилетия результаты исследований свидетельствуют о существовании разнообразных связей между различными проявлениями солнечной активности, погодой и климатом. Установлено, например, что когда на Солнце почти нет пятен, погода бывает значительно холоднее нормальной. В книге обсуждены также возможности численного моделирования климата и его изменений.

15. Логинов В.Ф. Причины и следствия климатических изменений / В.Ф.Логинов. – Минск : Навука і тэхніка, 1992. – 319 с. : рис., табл.

В книге проанализированы пространственно-временные изменения климата глобального и регионального масштабов. Наибольшее внимание уделено исследованию причин изменения климата. В первой главе рассмотрены внешние по отношению к климатической системе факторы: изменения солнечного электромагнитного и корпускулярного излучений, связанные с солнечной активностью; вариации сезонного и широтного распределения приходящей радиации вследствие изменения геометрии орбиты Земли; изменения магнитного и гравитационного полей Земли; изменения скорости вращения Земли. Отдельные главы посвящены таким внутренним факторам, как вулканические извержения и изменение содержания углекислого газа в атмосфере. В заключительной главе даны оценки экономических, социальных и экологических последствий экстремальных климатических явлений и возможных изменений климата.

16. Изменение климата / [ред.-сост.] Х.Шепли ; пер. с англ. И.М.Шейниса ; под ред. С.Ю.Геллера. – М. : Изд-во иностр. лит., 1958. – 358 с.

Большинство написанных американскими учеными статей, которые вошли в сборник, изданный под редакцией известного астронома, профессора Гарвардского университета Харлоу Шепли, не утратили актуальности и свидетельствуют о широте содержания климатологии. Некоторые из статей оказались

этапными в исследовании климата. Они связывают климатологию с лесоводством, астрофизикой, физической химией, небесной механикой и даже физиологией. Оказывается, число красных кровяных телец у индейцев, живущих в Андах, может служить климатическим признаком. Остальные смежные с климатологией дисциплины перечислены в первой статье сборника, написанной самим Х.Шепли. В ней он стремился «показать размах и величие общего наступления ряда наук на прошлое, настоящее и будущее климата Земли».

17. Монин А.С. Новое о климате / А.С.Монин, А.А.Берестов // Вестн. РАН. – 2005. – Т. 75, № 2. – С. 126-131.

Авторы считают, что пришло время сформулировать современное определение климата, которое было бы достаточным как для его физического понимания, так и для численного моделирования. Главным элементом новизны должно быть определение климатической системы, которое включало бы все три ее внешние оболочки – литосферу, Мировой океан и атмосферу. Ограничение климатической системы одной лишь атмосферой и тем самым попытка рассматривать климатологию как часть метеорологии совершенно недопустимы. Климатология становится одной из важнейших глобальных проблем наук о Земле в целом. Ученые обосновывают такую смену взглядов, привлекая результаты, полученные современными методами исследования.

18. Кароль И.Л. Исследование климата Земля от МГГ до наших дней / И.Л.Кароль, А.А.Киселев // Земля и Вселенная. – 2008. – № 3. – С. 70-78 : ил.

Международный геофизический год (МГГ, 1957-1958) – отправная точка отсчета в становлении многих современных наук о Земле, в том числе таких, как химия атмосферы, спутниковые метеорология и климатология. В последовавшем за МГГ десятилетии была значительно расширена мировая сеть метеорологических станций, начались регулярные измерения содержания в атмосфере углекислого газа, возникли международные проекты исследования климата. Револю-

ционный прорыв в области компьютерной техники создал предпосылки для развития модельных исследований климата. Работы климатологов в период МГГ и в последовавшие за ним пять десятилетий составили основу современных исследований. Авторы выделяют следующие основные направления исследований, которые будут наиболее востребованы в дальнейшем: всестороннее совершенствование мониторинга важных для формирования климата физических величин, необходимых для построения более совершенных моделей климата, развитие системы национальных природоохранных мероприятий, интеграция их в международную систему контроля окружающей среды.

Климаты геологического прошлого

Палеоклиматология – наука о климатах прошлого и климатической истории Земли. Древние климаты реконструируются по различным косвенным признакам – вещественному составу и текстурным особенностям осадочных горных пород, по ископаемым остаткам древних организмов и растений.

На основании этих признаков ученые пришли к выводу, что в истории Земли на протяжении 2,5 млрд лет чередовались периоды ледникового и безледникового климата. Последний резко преобладал, на большей части Земли господствовал более теплый и влажный климат, чем теперь. Дожди выпадали в течение всего года, а вечнозеленые и теплолюбивые листопадные леса покрывали значительную часть планеты. Многие типы климата и растительности, распространенные сегодня, в то время практически не существовали. В отсутствие сухих периодов, обусловленных сезонными или годовыми процессами, степи и пустыни были редкостью. Из-за того, что не было сильных холодов, северные еловые леса и тундра занимали очень небольшие площади. Морской лед, покрывающий в настоящее время весь Северный Ледовитый океан, занимал ограниченные пространства, а многочисленных ледников, таких, как Гренландский, вообще не было.

В течение последних 40 млн лет, и особенно в последние 15 млн лет, климат очень изменился. Сегодня прежний теплый климат сохраняется только в ограниченных районах – в Юго-Восточной Азии, на побережье Мексиканского залива и в тропи-

ках. Сформировались более холодные климаты с гораздо большими региональными различиями в характере выпадения осадков. Примерно 3 млн лет назад климат Земли в целом стал настолько холодным, что периодически начали наступать ледниковые эпохи, во время которых ледниковые покровы захватывали большую часть Северного полушария.

Проникновение в прошлое Земли помогает понять, как формируется современный климат, и дать обоснованный прогноз его ближайшего и отдаленного будущего.

19. Сеницын В.М. Введение в палеоклиматологию / В.М.Сеницын. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Недра, 1980. – 247, [1] с. : ил.

Книга знакомит с предметом и значением палеоклиматологии, с историей науки, расцвет которой наступил с открытием «ледникового периода», подробно рассказывает о литолого-минералогических, палеоботанических, палеонтологических и геоморфологических показателях, позволяющих реконструировать древние климаты Земли.

Историю развития древних климатов автор прослеживает на примере Евразии – самого крупного и разнообразно построенного материка планеты, в пределах которого как в настоящее время, так и в прошлом, были представлены все основные типы климатов. Поэтому палеоклиматические выводы на примере Евразии имеют и общепланетарное значение.

В последней главе автор излагает наиболее разработанные гипотезы, объясняющие причины изменений климата.

20. Монин А.С. История климата / А.С.Монин, Ю.А.Шишков. – Л. : Гидрометеиздат, 1979. – 407 с. : карт., табл.

Прочитав книгу, любознательный читатель познакомится с имеющимися данными об изменениях климата в течение истории Земли. Авторы сочли, что для полноты сравнительно-исторического анализа желательно располагать максимумом материалов о разнообразных климатах прошлого и не ограничились рассмотрением ледниковых периодов плейстоцена и упоминаниями о теплом мезозое и предшествовавшем

ему пермокарбоненом оледенению, а предприняли попытку рассмотреть всю историю Земли в целом. Результаты показывают, что климат в течение истории Земли испытывал значительные изменения от миллиардолетних, создававшихся геохимической эволюцией атмосферы и приливной эволюцией вращения Земли, и изменений в сотни и десятки миллионов лет, вызывавшихся движением континентов и полюсов, до крайне резких колебаний между ледниковыми и безледниковыми периодами в десятки тысяч лет и менее резких колебаний с периодами от тысяч до десятков лет.

21. Брукс К. Климаты прошлого / К.Брукс ; пер. с англ. В.Г.Левинсона. – М. : Изд-во иностр. лит., 1952. – 356, [1] с. : ил.

Известный английский климатолог К. Брукс рассматривает мягкие климатические условия, господствовавшие в течение длительных периодов как нормальные для Земли, а ледниковые эпохи – как эпизодические явления, нарушавшие климатические условия на короткие периоды. Книга состоит из трех частей, первая посвящена климатическим факторам и их изменениям, вторая – климатам геологического прошлого, третья – климатам исторического прошлого в Европе, Азии, Африке и Америке. Брукс выдвигает гипотезу климатических ритмов, самые крупные из которых, продолжительностью в миллионы лет, ученый считает обусловленными циклами горообразования, менее крупные, продолжительностью в тысячи или десятки тысяч лет, обусловлены, по его мнению, менее крупными изменениями в распределении суши и моря, астрономическими факторами и долговременными колебаниями солнечной активности, а ритмы продолжительностью в несколько сотен или до сотни лет в основном обусловлены изменениями солнечной активности. Брукс уверен, что нет необходимости прибегать к таким гипотетическим факторам, как облака космической пыли или особые состояния звезд.

22. Шварцбах М. Климаты прошлого : введение в палеоклиматологию / М.Шварцбах ; пер. с нем. Т.П.Комова. – М. : Изд-во иностр. лит., 1955. – 283 с. : ил.

В книге немецкого геолога собран обширный фактический материал, накопленный геологией и смежными науками, изложение теорий и гипотез палеоклиматологии дается в тесной связи с этим материалом. Наибольший интерес представляет третья глава, в которой автор подробно описывает различные признаки климатов прошлого, разделяя их на биологические (ископаемые фауны и флоры), литогенетические (соленосные толщи, следы древних оледенений и т.д.) и геоморфологические, и довольно критически оценивает их надежность. И хотя он считает, что в палеоклиматологии обобщения преждевременны, что нужно только собирать факты, он, тем не менее, разбирая различные допущения о возможных причинах климатических изменений в геологическом прошлом, видит эти причины в изменениях рельефа земной поверхности и в изменениях солнечной активности.

М.Шварцбах обобщил огромный литературный материал и приложил к книге список литературы, охватывающий свыше 850 названий.

23. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии / М.Ф.Веклич. – К. : Наук. думка, 1987. – 192 с. : ил.

В отличие от предыдущих книг, где основное внимание обращалось на изучение показателей палеоклимата, на отдельные частные методы, в этой книге методика палеоклиматических исследований трактуется значительно шире. Ознакомившись с первой частью книги, читатель узнает, что такое метод индикаторов, метод факторов, метод палеоклиматотипов, а также комплексный палеоклиматологический метод. Вторая часть посвящена подробному анализу климатообразующих факторов, а в третьей – предложено решение проблемы очень детальной этапности палеоклимата. Главную причину автор видит в изменении получаемого Землей количества солнечной энергии.

гии – как в связи с изменениями солнечной активности, так и обусловленном неравенствами движения Земли.

24. Чумаков Н.М. Какой климат типичен для Земли? // Природа. – 1986. – № 10. – С. 34-45 : ил.

Для каждой из географических зон, опоясывающих нашу планету, свойственен особый климат. Многие ученые считают, что климатическая зональность в прошлом была приблизительно такой же, как сейчас. Автор доказывает, что это мнение неверно, что крупные похолодания и потепления приводили к неоднократной качественной перестройке климатической зональности. Статья проиллюстрирована цветными палеоклиматическими схемами (в очень наглядной картографической проекции), составленными на основе различных геологических и биологических климатических индикаторов. Интересно, что в теплые периоды вблизи Северного и Южного полюсов росли теплолюбивые растения, в том числе крупные деревья, образовывались залежи каменных углей и обитали многочисленные рептилии и амфибии. А в холодные периоды ледниковые покровы временами достигали широт современных Флориды, Каира, Шанхая.

25. Жуков Б. Ледниковая периодичность // Что нового в науке и технике. – 2007. – № 4. – С. 76-81 : ил.

Гипотеза о том, что в геологически недавнем прошлом обширные области Евразии и Северной Америки были покрыты сплошным ледовым панцирем, подобным тому, что покрывает сейчас Гренландию и Антарктиду, была впервые выдвинута в 1837 году швейцарским геологом и натуралистом Луи Агассисом. Первоначально ее приняли скептически, но к середине XIX века большинство ученых согласилось с ней, и сегодня существование ледников воспринимается как несомненный факт. Но до сих пор нет единого мнения о причинах их периодического наступления и отступления. Статья представляет собой обзор самых различных теорий о происхождении ледниковых эпох, часть из которых подробно изложена в последующих публикациях.

26. Усейнова И. Ледниковые эпохи – где же причина? // Знание – сила. – 1989. – № 3. – С. 30-38 : ил.

Геолого-географические гипотезы изменения климата делятся на те, которые связывают колебания климата с изменениями состава и свойств атмосферы, и на те, которые объясняют состояние климата изменениями поверхности Земли. Статья знакомит с исследованиями российских ученых, которые пришли к выводу, что характер климата на планете, его смены и регулярные колебания зависят от глобального распределения суши и океана. Согласно их гипотезе, для наступления ледниковых периодов необходимо соблюдение трех условий. Во-первых, это определенное расположение континентов, при котором материки должны простираться достаточно далеко в умеренные широты. Так, к примеру, сейчас расположены Евразийский и Северо-Американский континенты. Второе условие – это гористость рельефа материков в высоких широтах. Первоначальное зарождение ледникового щита может состояться только в горных районах. В нашу геологическую эпоху такой рельеф имеет Скандинавия. Третье условие – равнинный характер континентов, по которым беспрепятственно продвигаются зародившиеся в горах ледники. Гипотеза ученых объясняет не только причины продвижения льдов в глубь материков, занимавшее десятки тысяч лет, но и причины их распада, происходившего в десятки раз быстрее.

27. Сорохтин О.Г. Прецессия Земли и климатические циклы плейстоцена // Докл. АН. – 2005. – Т. 405, № 1. – С. 113-117 : ил.

28. Сорохтин О.Г. Эволюция климата Земли и происхождение ледниковых эпох // Вестн. РАН. – 2006. – Т. 76, № 8. – С. 699-706 : ил.

Астрономо-физические гипотезы, предложенные для объяснения изменений древних климатов, связывают их с колебаниями количества солнечной радиации. Эти гипотезы подразделяются на две подгруппы, одна из которых исходит из переменности положения поверхности Земли по отношению к потоку солнечных лучей,

а другая основное значение придает изменениям излучающей способности Солнца. В рекомендуемых публикациях изложена гипотеза, относящаяся к первой группе. Прочитав эти статьи, читатель узнает, что такое прецессия и угол прецессии, «стоит» ли наша планета по отношению к плоскости эклиптики или «лежит на боку», что такое прецессионные циклы, чем они вызываются и как с ними связано возникновение ледниковых эпох. Гипотеза предвещает нам в скором времени отнюдь не потепление, а новую фазу похолодания.

29. Сорохтин О.Г. Роль азотпотребляющих бактерий в возникновении оледенений Земли // Докл. АН. – 2005. – Т. 403, № 5. – С. 689-692 : ил.

30. Сорохтин О.Г. Бактериальная природа оледенений Земли // Вестн. РАН. – 2005. – Т. 76, № 12. – С. 1107-1122 : ил.

В статьях изложена гипотеза климатообразования, которая показывает, что в формировании климатов Земли существенную роль играли азотпотребляющие бактерии, которые способны усваивать и связывать в органическом веществе атмосферный азот. Колебания количества азота в атмосфере приводило к уменьшению либо увеличению атмосферного давления, следовательно – к снижению либо росту температуры. Автор считает, что в определенные периоды жизнедеятельность азотпотребляющих бактерий настолько снижала давление атмосферы, что наступало значительное похолодание в высоких и умеренных широтах и возникали континентальные оледенения. Эта гипотеза так же, как и предыдущая, предвещает существенное похолодание климата, а после 600 млн лет в будущем его значительное потепление.

31. Ушаков С.А. Дрейф материков и климаты Земли / С.А.Ушаков, Н.А.Ясаманов. – М. : Мысль, 1984. – 206 с. : ил.

Начиная с конца 60-х годов прошлого века, в течение 10-15 лет, сформировалась новая фундаментальная теория тектоники литосферных плит, согласно которой на поверхности нашей планеты перемещается ансамбль из 8-9 больших по размеру плит литосферы

(каменной сферы) – хрупкой оболочки Земли. Книга рассказывает, как именно влияли глобальные изменения местоположения материков и океанов в геологическом прошлом на эволюцию климатов Земли. Прекрасные цветные иллюстрации помогут читателю представить, как выглядела наша планета в различные эпохи и периоды и какие климаты царили на этих совершенно непривычных для нашего взгляда материках с такими красивыми названиями, как Гондвана и Пангея.

32. Раддимен У.Ф. Вздымание плато и изменение климата / У.Ф.Раддимен, Дж.Е.Куцбах // В мире науки. – 1991. – № 5. – С. 34-42 : ил.

Еще в XIX в. геологи считали, что воздымание гор может приводить к изменению климата. Авторы предполагают, что на климат обширных территорий и даже всего северного полушария мог повлиять менее заметный, но более фундаментальный тип воздымания. Он представляет собой медленное поднятие некоторых континентальных районов, превращающихся в обширные плато. В северном полушарии крупнейшими областями высокогорного рельефа являются сегодня районы Тибетского плато и Гималайских гор в Южной Азии и обширный район на западе США с центром на плато Колорадо, протянувшийся от хребта Сьерра-Невада до Скалистых гор. Совокупность геологических данных указывает на то, что эти два района появились в последние 40 млн лет. Именно эти плато и стали объектом исследования авторов. Результаты исследований убедительно показывают, что формированием гигантских плато можно объяснить, почему за последние 40 млн лет климат Земли стал значительно более холодным, а климатическое разнообразие – более выраженным.

33. Котляков В.М. Глобальные изменения природы в «зеркале» ледяного керна // Природа. – 1992. – № 7. – С. 59-68 : ил.

Многочисленные следы изменений климатов прошлого остались не только в горных породах и почвах, ископаемых растениях и животных, но и в ледяном керне,

извлеченном из ледниковых покровов. Статья рассказывает о результатах, полученных при бурении глубокой скважины на станции Восток в Антарктиде. Отложение льда в этом районе происходило на протяжении сотен тысяч лет, что очень важно для палеоклиматических реконструкций. Колонка льда, покрывающая весь последний ледниково-межледниковый цикл позволила установить такие важные климатические параметры, как температура, количество атмосферных осадков, пыли и аэрозолей в атмосфере, ее состав. Анализ этих параметров привел к выводу о хорошо выраженных волнах температурных изменений с периодами 10 тыс. и около 40 тыс. лет и менее заметных – с периодом 20 тыс. лет. Автор статьи, академик, директор Института географии РАН, считает эти волны климатическим отражением таких астрономических факторов, как колебания оси вращения планеты и отклонения эксцентриситета земной орбиты.

34. Климатические «скачки» прошлого // Природа. – 1996. – № 8. – С. 118.

О климатах прошлого рассказывают не только колонки льда, поднятые при бурении скважин в Антарктиде, но и те, которые были отобраны в области Гренландского оледенения. Установлено, что в конце последней ледниковой эпохи, около 10 тыс. лет назад, климатические условия нередко скачкообразно переходили от одного относительно стабильного состояния к другому, причем подобные резкие «скачки» могли совершаться в течение всего лишь одного года, когда средняя температура изменялась на 7°C, количество выпавшего снега – вдвое или втрое, а масса отложившейся пыли – в 100 раз. Американский ученый Р.Элли, получивший эти результаты, полагает, что причиной могли служить «перекрытия» в системе морских течений, в первую очередь – Гольфстрима. Он считает, что риск резких климатических изменений продолжает существовать.

35. Талалай П.Г. Через Гренландский ледниковый щит // Природа. – 2001. – № 8. – С. 44-53 : ил.

36. Талалай П.Г. Возвращение в Гренландию // Природа. – 2003. – № 5. – С. 18-23 : ил.

37. Талалай П.Г. Проект NGRIP завершен, продолжение следует // Природа. – 2004. – № 3. – С. 33-38 : ил.

38. Талалай П.Г. Первые итоги бурения самой глубокой скважины во льдах Гренландии // Природа. – 2005. – № 11. – С. 32-39 : ил.

Статьи подробно освещают историю проекта колонкового бурения во льдах Северной Гренландии NGRIP (North Greenland Ice Project), основанного в 1995 году с целью изучения палеоклимата Земли на протяжении последних 120-130 тысяч лет. Проект финансировался, в основном, научными фондами и организациями Дании и Германии. Среди участников были также Бельгия, Франция, Исландия, Япония, Швейцария, Швеция и США. Полигон для бурения располагался в северо-западной части Гренландского ледникового покрова. Согласно радарным исследованиям мощность ледникового покрова там составляет 3085 м. Исследования проводились в летние сезоны, начиная с мая-июня, когда температура воздуха здесь поднимается до минус 30 – минус 20 С, и заканчивались в августе, до наступления осенних штормов. В 2004 году бурение глубокой скважины было завершено. Весь керн был вывезен в Данию, в Институт Нильса Бора Копенгагенского университета. Исследование содержания изотопов кислорода, присутствующего в ледяном керне, позволило год за годом восстановить климат прошлого, получить не имеющие аналогов знания об эволюции жизни на нашей планете в уникальных реликтовых условиях.

39. Похолодание было долгим // Природа. – 1998. – № 2. – С. 113-114.

До сих пор считалось, что в самом конце последнего материкового оледенения, между 10 800 и 10 300 гг., на Земле произошло сравнительно краткое, но сильное похолодание, вслед за которым началась современная геологическая эпоха – голоцен. Пробуриив дно

озера Сенека (штат Нью-Йорк, США), ученые подняли колонку грунта, образованного мягкими глинами, которые отлагались веками. Результаты анализа изотопов кислорода в этих осадках свидетельствуют, что похолодание было более длительным. Причина, возможно, состоит в том, что ледниковая шапка Гренландии в тот период значительно отступила и вся область Великих озер из-за обильного таяния была залита холодными водами ледникового происхождения.

40. «Парниковый эффект» на древней Земле // Природа. – 1992. – № 8. – С. 119.

Геохимик Р.Бернер (Йельский университет, штат Коннектикут, США), исходя из соотношений количества карбонатов в осадочных породах различных регионов Земли, установил содержание CO_2 в ее древней атмосфере. Оказалось, что в последние 60 млн лет его было от двух до 18 раз больше, чем сейчас. Известно, что CO_2 способствует парниковому эффекту, поэтому его высокое содержание в атмосфере может объяснить более теплый климат древней Земли.

41. Зубрева М.Ю. Климат Северного полушария 5-6 тыс. лет назад // Природа. – 1991. – № 12. – С. 88-89 : ил.

Статья знакомит с реконструкцией климата, который был во всем Северном полушарии 5-6 тыс. лет назад, сделанной на основе палеоботанических (спорово-пыльцевых) данных. В целом климат был более теплым и влажным, чем в настоящее время. Интересно, что среднегодовая температура и влажность на территории современной Украины были близки к современным.

42. Величко А.А. Миграция границы тундра–лес при изменяющемся климате / А.А.Величко, О.К.Борисова, К.В.Кременецкий // Природа. – 1997. – № 2. – С. 34-47 : ил.

Изменения климата Земли с наибольшим эффектом проявляются в высоких широтах. При повышении среднеглобальной температуры всего на 2°C летние температуры на севере Евразии повышаются на $6-8^\circ$, а зимние – даже на 12° . Главный показатель изменений

состояния растительности севера – это положение границы тундры и тайги. Палеоботанические исследования, проведенные в рамках совместного российско-канадского проекта, показали, что в начале голоцена, т.е. современной послеледниковой эпохи, эта граница проходила севернее, чем сейчас. Расчеты, проведенные учеными, и построенные на их базе прогнозные сценарии показывают, что вскоре начнется продвижение лесов на север.

43. Мировой центр палеоклиматических данных // Природа. – 1996. – № 1. – С. 121.

В Боулдере (штат Колорадо, США) создан Мировой центр данных по палеоклиматологии. Он собирает и распространяет информацию относительно динамики климата на Земле и тех явлений, которые влияют на метеоклиматические процессы. Формируются банки данных по палеоокеанографии, палеогидрологии, палинологии (древняя пыльца и споры прекрасно характеризуют природные условия прошлого), гляциологии (распространенность оледенений, их мощность), стратиграфии осадочных пород. В центре также концентрируются результаты математического моделирования климатических условий в минувшие эпохи.

Климаты исторического прошлого

Под историческим периодом в климатологии ученые понимают период, охваченный документальными свидетельствами и устными преданиями и легендами, позволяющими выявить косвенные природные показатели изменений климата. Этот период имеет разную продолжительность для различных районов: от 5200 лет для юго-западной Азии до 1200 лет для Русской равнины.

Наиболее известным метеорологическим явлением древнего мира является всемирный потоп, упоминания о котором содержатся в преданиях многих народов. Библейское предание весьма сходно с халдейским, существует такое предание у китайцев, в индийской версии спасительное судно пристало конечно же не к

Арарату, а к одной из вершин Гималаев. Предание о потопе существовало у ацтеков Мексики.

Инструментальные метеорологические наблюдения производились в Европе лишь на протяжении примерно последних трех столетий, в Северной Америке – двух столетий, а на остальных материках они ограничиваются последними ста годами. Естественно, что для реконструкции климатов исторического прошлого используют не только данные исторических источников и инструментальных наблюдений, но и геологические данные – значительное наступание и отступление ледников, рост торфяников; дендроклиматические данные – изменение ширины годичных колец деревьев; палеоботанические и гляциологические данные.

Не протяжении исторического периода, в отличие от геологических эпох, крупномасштабные черты космической системы – орбита Земли, распределение суши и океана, размеры континентальных ледниковых покровов, рельеф суши и морского дна – мало отличались от современных, что позволяет использовать данные о климатах исторического прошлого для прогноза будущего климата нашей планеты.

44. Колебания климата за последнее тысячелетие / [Т.А.Абрамова, Т.Т.Битвинкас, Е.П.Борисенков и др.]. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 407 с. : ил.

Авторами книги являются специалисты в различных областях знаний: климатологи, дендрохронологи, гидрологи, гляциологи, палеогеографы, историки. Собирая и систематизируя все доступные прямые и косвенные свидетельства изменения климата, они попытались воссоздать историю климата Европы за последнюю тысячу лет. Результаты практически всех реконструкций климата совпадают в части установления «малого климатического оптимума» с более теплым климатом (VII-XII в.) и «малого ледникового периода» (XVI – середина XIX в.). В качестве причин колебаний климата рассмотрены такие естественные факторы, как вулканические извержения и солнечная активность, а также факторы антропогенного влияния. История климата имеет не только научную, но и практическую значимость: на ее основе возможно про-

гнозирование долговременных тенденций изменения климата.

45. Изменчивость климата Европы в историческом прошлом / А.Н.Кренке, М.М.Чернавская, Р.Браздил [и др.]. – М. : Наука, 1995. – 224 с.

Изучение изменения климата отдельных участков земной поверхности дает возможность получить в конечном счете определенную глобальную картину. Одним из таких крупных участков является Русская равнина. Глубина проникновения в прошлое различных косвенных методов оценки климатических изменений неодинакова. Наибольшая она у ледовых кернов, болотных и озерных отложений. Дендрологические данные о живых деревьях в условиях Русской равнины имеются не более чем за 300 лет, но деревья в постройках позволяют проникнуть в прошлое на 800-1000 лет. А стволы, захороненные в болотах и селевых отложениях – еще глубже. Исторические документы для большей части территории имеют возраст не более 800-1000 лет, но записи, оставленные античными авторами (например, Овидием о замерзании Дуная) – до 2500 лет. Изложенные в книге результаты исследований свидетельствуют, что Русская равнина охватывалась основными климатическими событиями последнего тысячелетия, известными для Западной Европы и Северной Атлантики, – средневековым потеплением в начале тысячелетия, похолоданием малого ледникового периода и потеплением в конце тысячелетия. Синхронность многовековых изменений в секторе от Гренландии до Каспийского моря дает серьезные основания предполагать глобальный характер этих событий.

46. Соломина О.Н. Климат Средней Азии в последние тысячелетия // Природа. – 1993. – № 2. – С. 48-55 : ил.

За последние две тысячи лет в горах и на равнинах Средней Азии климатические изменения происходили примерно в одно и то же время, но сами эти изменения имели разную направленность. Наиболее ярко это проявилось во время малого ледникового периода и

средневекового оптимума. В XVI-XIX в. на фоне общего похолодания в высокогорьях возростала увлажненность, в то время как на пустынных равнинах становилось еще суше. Во время оптимума, напротив, на равнинах устанавливались относительно влажные, прохладные условия, а в горах было сухо и тепло. Реконструкция климата была произведена на основании данных о колебаниях уровней озер, дендрохронологических, спорово-пыльцевых, палеонтологостратиграфических данных. В рассматриваемый период предгорья и равнины Средней Азии были более или менее интенсивно заселены, поэтому ученые опирались также на археологические данные и на различные исторические источники – от античных до современных.

47. Боголепов М.А. О колебаниях климата Европейской России в историческую эпоху : с прил. материалов, извлеченных из русских летописей. – М., 1908. – 107 с.

Практически все авторы, писавшие о колебаниях климата, ссылаются на эту книгу, которая представляет собой первую попытку найти в русских летописях материалы о стихийных бедствиях и необычайных явлениях природы. «Собирая материал по вопросу об изменении климата со всех изданных русских летописей, касающийся центральной области русской равнины, я был далек от мысли основать на нем выводы о какой-либо периодичности физических явлений в атмосфере», – писал Боголепов. Однако, проанализировав найденные сведения, он пришел к выводу, что продолжительность периода многолетних колебаний климата определяется числом 33,33 года, причем период колебаний климата является кратным 11-летнему циклу числа солнечных пятен.

48. Борисенков Е.П. Экстремальные природные явления в русских летописях XI-XVII вв. / Е.П.Борисенков, В.М.Пасецкий. – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – 238,[2] с.

49. Борисенков Е. Рокот забытых бурь : [XI-XVII вв.] / Е.Борисенков, В.Пасецкий // Наука и жизнь. – 1981. – № 10. – С. 97-103 : ил.

Геофизик Е.П.Борисенков и историк В.М.Пасецкий с целью реконструкции климатов прошлого много лет изучают исторические источники, содержащие чрезвычайно богатую и наиболее достоверную информацию о колебаниях климата и, прежде всего, об экстремальных метеорологических явлениях, наносивших большой ущерб экономике и вызывавших гибель тысяч и тысяч людей. Они начали работу со скрупулезного анализа русских летописей XI-XVII вв., причем не ограничились исследованием какого-либо одного природного явления, а взяли всю их сумму: засухи, дождливые сезоны, возвраты холодов в начале лета, раннее наступление морозов в конце лета – начале осени, необычные грозы и половодья, мягкие и холодные зимы, великие бури, полярные сияния, землетрясения, нашествия вредителей, эпидемии, эпизоотии. Подобный поиск был осуществлен впервые. Значительную часть книги занимает свод этих явлений, в нем наряду с датами приводится подробная характеристика явления и обозначена территория, на которой оно наблюдалось. Особую убедительность своду придадут отрывки из летописей с указанием источников.

50. Борисенков Е.П. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы / Е.П.Борисенков, В.М.Пасецкий. – М. : Мысль, 1988. – 522,[2] с., [40] л. ил. : ил.

51. Борисенков Е. Рокот забытых бурь : (XVIII век) / Е.Борисенков, В.Пасецкий // Наука и жизнь. – 1984. – № 9. – С. 144-150 : ил.

52. Борисенков Е. Рокот забытых бурь : (первая половина XIX века) / Е.Борисенков, В.Пасецкий // Наука и жизнь. – 1987. – № 8. – С. 74-84 : ил.

53. Борисенков Е. Рокот забытых бурь : (вторая половина XIX века) / Е.Борисенков, В.Пасецкий // Наука и жизнь. – 1987. – № 9. – С. 115-122 : ил.

54. Борисенков Е. Рокот забытых бурь : (статья пятая - заключительная) / Е.Борисенков, В.Пасецкий // Наука и жизнь. – 1987. – № 10. – С. 112-118 : ил.

Свою следующую книгу ученые дополнили реконструкциями климата XVIII, XIX и начала XX вв., сделанными на основании изучения документов государственных учреждений (в первую очередь, Главной геофизической обсерватории и Русского географического общества), дневников путешественников, вахтенных журналов судов русского флота и ряда других исторических материалов. Продолжен и свод экстремальных природных явлений, в который включены также материалы по истории климата Западной Европы. В качестве приложения приведены статистические сведения об экстремальных природных явлениях, они собраны в таблицы и помогают наглядно представить метеорологические условия того или иного века. Книга иллюстрирована цветными рисунками из летописей и репродукциями картин русских художников, на которых изображены природные катаклизмы.

55. Борисенков Е. Рокот забытых бурь (V век до Р.Х. – I век после Р.Х.) / Е.Борисенков, В.Пасецкий // Наука и жизнь. – 1995. – № 3. – С. 114-119 : ил.

56. Борисенков Е. Рокот забытых бурь (II-X века) / Е.Борисенков, В.Пасецкий // Наука и жизнь. – 1995. – № 4. – С. 70-75 : ил.

Дальнейшие исследования ученых посвящены более ранним историческим периодам. Они опирались на труды древнеримских историков Тита Ливия, Плиния Старшего, Плиния Младшего, Корнелия Тацита, на новозаветную литературу, на исторические свидетельства средневековья. Вместе с предыдущими эти исследования дают реконструкцию климатов исторического прошлого более чем за две тысячи лет.

Вывод, к которому пришли ученые в результате многолетнего анализа экстремальных климатических яв-

лений прошлого, состоит в следующем: «...наблюдаемые в наши дни довольно многочисленные стихийные бедствия не являются чем-то исключительным. Подобные экстремальные явления были как в далеком, так и в недавнем прошлом. То, что мы узнаем о климате минувших веков, – всего лишь эхо забытых бурь, но оно напоминает нам о необходимости изучать историю природы не на малых отрезках времени, а на столетиях, тысячелетиях, десятках тысячелетий».

57. Джоунс Ф.Д. Тенденции глобального потепления / Ф.Д.Джоунс, Т.М.Л.Уигли // В мире науки. – 1990. – № 10. – С. 62-70 : ил.

Авторы статьи были участниками проекта, предусматривавшего сбор и анализ всех доступных архивных данных наблюдений температуры. Работа оказалась непростой. Лишь немногие из тех исследователей, начавших в XVIII и XIX столетиях систематические метеорологические наблюдения, могли представить себе, насколько важными окажутся их данные для ученых, которые спустя много лет будут пытаться разгадать загадку изменений климата. Оставленные ими данные измерений отрывочны и противоречивы, тем не менее они помогли нарисовать достаточно правильную картину того, что же случилось с земным климатом за те 300 лет, в течение которых ведутся инструментальные метеорологические наблюдения. Завершив десятилетнюю работу, ученые однозначно утверждают, что за прошедшие сто лет температура на земном шаре возросла.

58. Клименко В.В. Реконструкция климата российской Арктики за последние 600 лет на основе документальных свидетельств // Докл. Акад. наук. – 2008. – Т. 418, № 1. – С. 110-113 : ил.

Автор ввел в научный оборот малоизвестные, не опубликованные ранее на русском языке или вовсе неопубликованные свидетельства европейских и российских мореплавателей, путешественников и исследователей, посещавших бассейн Баренцева и Карского морей. В общей сложности было собрано около 3000

документальных свидетельств, содержащих ту или иную климатическую информацию. Наиболее полный свод этих сведений с указанием первоисточников содержится в первой статье. Вторая статья знакомит с реконструкцией климата российской Арктики, выполненной как на основе историко-климатологического исследования, так и численного моделирования. Климат этого региона испытывал значительные колебания, наиболее сильные потепления случались в середине XVIII в., а наиболее сильные похолодания – в середине XV, в конце XVI, второй половине XVII, начале и конце XIX вв. Содержащиеся в исторических свидетельствах данные о характере колебаний климата вполне согласуются с данными модельных расчетов, ранних инструментальных наблюдений и дендрохронологических исследований. Все эти данные позволяют предположить, что после 2050 г. в Арктику придет очень сильное и продолжительное потепление.

Современные изменения климата

Одна из важнейших проблем человечества – изменение глобального климата, непосредственно сказывающееся на развитии жизни на Земле и цивилизации. В последние два десятилетия минувшего столетия к этой проблеме было обращено особое внимание мировой науки. Всемирная метеорологическая организация (ВМО) и Международный совет по науке в 1980 г. создали Всемирную программу исследования климата (ВПИК).

В 1990 г. Генеральная Ассамблея ООН учредила Межправительственный комитет, принявший в мае 1992 г. Рамочную конвенцию об изменении климата (РКИК). В ней указывалось, что эффект потепления поверхности и атмосферы Земли усиливается с ростом концентрации в атмосфере парниковых газов в результате человеческой деятельности. Конвенцию подписали и ратифицировали более 185 государств, в том числе Украина.

На 3-й конференции РКИК в декабре 1997 г. был принят Киотский протокол, обязывающий развитые страны сократить в 2008-2012 гг. выбросы парниковых газов не менее чем на 5%.

В 1988 г. была создана Межправительственная группа экспертов по изменению климата при ООН (МГЭИК). МГЭИК состоит из

трех отдельных рабочих групп. Группа I, опираясь на достижения современной науки, оценивает изменение климата, группа II – влияние изменения климата на природу и общество, группа III – методы улучшения ситуации. Главные авторы, которые принимают активное участие в исследованиях, назначаются правительствами. Делается все возможное, чтобы уравновесить точки зрения, а также состав групп по географическому признаку, полу и возрасту. Оценки, данные этими авторами, сравниваются с взглядами более широкого сообщества специалистов.

Подробные отчеты МГЭИК были опубликованы в 1990, 1995, 2001 и 2007 гг. Над последним, четвертым, отчетом работали более 200 авторов, и более 600 экспертов представили к нему свыше 30 тысяч комментариев. В нем представлены многочисленные данные о влиянии изменения климата на многие аспекты жизни человечества и возможных рисках в будущем. Согласно этим исследованиям, изменение климата определяет безопасность жизни на Земле, периоды войн и конфликтов, массовых миграций, перераспределение сил на международной арене. В отчете подчеркивается, что климатические изменения ведут к росту напряженности в отношениях между бедными и богатыми государствами, возрастанию проблем со здоровьем целых наций, к угрозе голода и нехватки воды, распространению ядерного оружия.

За усилия по изучению глобальных изменений климата, распространению знаний об этих изменениях и принятию мер по улучшению ситуации МГЭИК была удостоена Нобелевской премии мира за 2007 год.

Генеральный секретарь ООН Пан Ги Мун призвал объявить 2009 год «годом борьбы с изменениями климата Земли».

59. Монин А.С. Глобальные экологические проблемы : (ч. 1. Климат и его изменения) / А.С.Монин, Ю.А.Шишков. – М. : Знание, 1990. – 48 с. – (Новое в жизни, науке, технике ; сер. «Науки о Земле» ; № 7).

Потепление климата в XX веке – вот основная тема рекомендуемой брошюры. Как явление крупного масштаба оно привлекло внимание климатологов в 20-30-е годы, когда появились признаки интенсивного потепления Арктики. Именно там и произошло наибольшее в сумме за столетие потепление. Общее потепление было наибольшим в зимние месяцы, в результа-

те ослабились сезонные колебания температуры и климат смягчился. В брошюре рассмотрены также такие причины потепления, как парниковый эффект и озоновые дыры. Авторы считают, что имеющихся знаний для надежного прогноза дальнейших изменений климата недостаточно, и подчеркивают необходимость осуществления международных глобальных научных программ.

60. Рубинштейн Е.С. К проблеме изменения климата : (наличие и характер изменений климата) / Е.С.Рубинштейн. – Л. ; М. : Гидрометеоиздат, 1946. – 83 с. : рис.

61. Рубинштейн Е.С. Современное изменение климата / Е.С.Рубинштейн, Л.Г.Полозова. – Л. : Гидрометеоиздат, 1966. – 268 с. : карт., схем., табл.

Исследования колебаний климата опираются на различные показатели, основным из которых является температура воздуха. Изменения температуры воздуха на земном шаре много лет изучались в отделе климатологии Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова. Изменения температуры воздуха исследовались за каждый месяц года и в среднем за год по инструментальным наблюдениям с начала XIX в. до начала 60-х годов XX в. Собранный и тщательно проанализированный материал свидетельствует о значительных колебаниях температуры воздуха. Интересны сделанные в 60-е годы прогнозы дальнейшего изменения климата. Мнения ученых разделились, некоторые уже тогда предсказывали потепление, называя причиной возрастание в атмосфере содержания углекислого газа, некоторые – похолодание, рост ледовитости арктических морей, увеличение континентальности климата Европы. Книга проиллюстрирована помесечными картами разности температур за различные десятилетия XX в., в качестве приложения приведены список и карта метеорологических станций, данные которых были использованы.

62. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем / М.И.Будыко. – Л. : Гидрометеиздат, 1980. – 350, [с] с. : ил.

Автор, который был одним из ведущих специалистов в области климатологии, начал изучение проблемы изменения глобального климата под влиянием естественных факторов и хозяйственной деятельности человека еще в начале 60-х годов прошлого века. В книге изложена теория, построенная на результатах многолетних исследований, которая позволяет рассчитывать изменения климата. Эта теория проверяется на данных о климатических условиях прошлого и используется для изучения климата будущего. Она утверждает, что глобальный климат будет существенно зависеть от антропогенных факторов и, особенно, от увеличения количества углекислого газа в атмосфере. Приведенные выводы о климатических условиях конца XX и начала XXI в. полностью оправдались. Призыв ученого активизировать междисциплинарные исследования и международное сотрудничество в области изучения последствий глобального изменения климата был услышан, и он сам был активным участником этого сотрудничества.

63. Предстоящие изменения климата : совместный советско-американский отчет о климате и его изменениях / под ред. М.И.Будыко, Ю.А.Израэля, М.С.Маккракена, А.Д.Хекта. – Л. : Гидрометеиздат, 1991. – 271,[1] с. : ил.

В книге отражен широкий спектр многолетних коллективных климатологических исследований, в результате которых было выработано единое мнение по многим важным проблемам. Сжигание ископаемого топлива и интенсивная вырубка лесов привели к росту концентрации парниковых газов в атмосфере и усилили естественного парникового эффекта Земли. Анализ результатов палеоклиматических реконструкций и расчетов по моделям приводит к заключению о значительных изменениях глобального климата, которые могут вызвать серьезные последствия для сельского хозяйства, гидрологического режима и других факторов, регулирующих жизнедеятельность общества.

64. Глобальный климат : пер. с англ. / под ред. Дж.Т.Хотона. – Л. : Гидрометеиздат, 1987. – 500,[2] с. : ил.

Книга написана ведущими специалистами нескольких стран, участвовавших в выполнении Всемирной программы исследования климата (ВПИК). В 13 главах представлены обзоры практически по всем направлениям исследования климата, отражены цели и задачи современных исследований климата (глава 1), даны обзоры модельных исследований климата атмосферы (главы 2, 4), оценки климатических изменений разных масштабов по данным наблюдений (глава 3), проанализировано влияние на климат облачности и радиации (глава 5), процессов на суше (главы 6, 7), криосферы (глава 8), океана (главы 9-11), биосферы (глава 12). Последняя глава посвящена парниковому эффекту, играющему значительную роль в возможных изменениях климата. Читатель найдет в книге блестящие обобщения, богатый иллюстративный материал и обширную библиографию.

65. Губарев В. Академик Ю.А.Израэль : Какую погоду ждать на Земле? // Наука и жизнь. – 2002. – № 1. – С. 2-9 : ил.

Академик Ю.А.Израэль – заместитель председателя Межправительственной группы экспертов по изменению климата при ООН (МГЭИК), директор Института глобального климата и экологии РАН. В интервью писателю В.Губареву он рассказал о зарождении всемирной климатической программы, о том, как ученые осознали необходимость из числа факторов, влияющих на климат, выделить антропогенную составляющую, о негативных, а также и о позитивных воздействиях изменяющегося климата на природу и деятельность человека, о различных сценариях будущего планеты в зависимости от тех или иных изменений климата. Интересно отметить, что таких сценариев сейчас существует более сорока. Самые экстремальные из них сулят землянам страшные катастрофы, но есть сценарии, в которых ничего особенного происходить не будет. Ю.А.Израэль наиболее реальным считает следующее развитие событий: «Температура на всем

земном шаре к 2050 году повысится на 1,5-3,5 градуса Цельсия. При этом наибольшее потепление будет в Африке и Южной Америке. Там же произойдет и максимальное снижение количества осадков. Ожидается уменьшение осадков и в Европе. Возможное потепление скажется на урожайности сельскохозяйственных культур. Она уменьшится в большинстве государств Южной Америки и Африки и увеличится в европейских странах, Канаде, США, Китае и России, хотя засухи в отдельных регионах этих стран могут усилиться».

66. Груза Г.В. Климат на рубеже веков / Г.В.Груза, Э.Я.Ранькова // Земля и Вселенная. – 2001. – № 6. – С. 12-21 : ил.

67. Груза Г.В. Потепление неотвратимо? / Г.В.Груза, Э.Я.Ранькова // Земля и Вселенная. – 2003. – № 3. – С. 21-30 : ил.

68. Груза Г.В. Климат ближайшего будущего / Г.В.Груза, Э.Я.Ранькова // Земля и Вселенная. – 2004. – № 6. – С. 3-9 : ил.

Авторы статей, ученые-климатологи, входят в число экспертов МГЭИК, их материалы были использованы при подготовке отчетов этой организации. Они рассматривают особенности современного климата, объясняют, что такое «норма» и «аномалия», какие существуют индикаторы изменений климата и почему он меняется; знакомят с различными сценариями возможных перемен климата.

69. Шнайдер С.Г. Меняющийся климат // В мире науки. – 1989. – № 11. – С. 26-36 : ил.

Какой характер примет изменение температуры в ближайшее время? Чтобы дать такой прогноз, необходимо ответить на три вопроса. Какое количество диоксида углерода и других парниковых газов будет выброшено в атмосферу? Насколько при этом возрастет концентрация этих газов в атмосфере? Какой климатический эффект вызовет это повышение концентрации, если будут действовать естественные и антропогенные факторы, которые могут ослаблять или усиливать климатические изменения? Автор аргументировано и доходчиво отвечает на поставленные вопросы и делает вывод, что глобальное потепление – явление неизбежное. Он перечисляет отрица-

тельные последствия, которые оно вызовет, и анализирует возможные контрмеры. Интересно, что ученый видит в сложившейся ситуации и положительную сторону: возможно, что перед лицом угрозы глобального потепления человечество предпримет более действенные шаги в области международного сотрудничества, направленные на то, чтобы экстремальные прогнозы не оправдались.

70. Уайт Р.М. Большой климатический спор // В мире науки. – 1990. – № 9. – С. 6-14 : ил.

В начале 90-х годов прошлого века парниковый эффект и перспектива глобального потепления стали предметом не только научных, но и политических дебатов. Одни ученые заявляли, что политиков вынуждают принимать неразумные решения на основе неопределенных научных прогнозов, другие призывали правительства к решительным и незамедлительным действиям. Климатологам не улыбалось ввязываться в дискуссию, поскольку они уже не раз попадали впро�ак. В 20-х годах была обнаружена необыкновенно сильная корреляция между количеством осадков, температурой и давлением в Индийском океане и на полуострове Индостан. Казалось, что проблема прогноза индийских муссонов решена, а тем самым решены многие проблемы сельского хозяйства Индии. Но вскоре выяснилось, что открытие мало что дает в смысле предсказания погоды.

Позднее, в 40-х и 50-х годах, широкое распространение получила идея, что засевая облака сухими кристалликами йодида серебра можно увеличивать количество осадков, изменять силу ураганов и влиять на грозы. Однако практического применения она не нашла.

В начале 80-х годов было высказано предположение о том, что пыль, которая попадет в атмосферу, если СССР и США обменяются ядерными ударами, вызовет «ядерную зиму». Это предположение так же было опровергнуто.

В свете этой истории ошибок не кажется удивительным, что многие климатологи ведут себя очень сдер-

жанно и не призывают к проведению дорогостоящих мероприятий, исходя из предсказаний о потеплении климата.

71. Шполянская Н. Большой климатический спор // Знание – сила. – 2002. – № 7. – С. 52-62 : ил.

Автор, доктор географических наук, уверена, что пока невозможно отделить изменения, вызванные накоплением в атмосфере промышленного углекислого газа, от естественных изменений. Более того, многие ученые отрицают возможность повышения температуры атмосферы Земли при увеличении в ней углекислого газа. А если такая взаимосвязь все же существует, то вызвано это не антропогенным увеличением CO₂, а его увеличением вследствие воздействия океана, солнечной радиации, изменениями орбитальных параметров Земли и другими естественными причинами. Большой климатический спор нельзя считать завершённым. Он продолжается.

72. Сергеев А. Глобальное потепление, или Высокий градус политики // Вокруг света. – 2006. – № 7. – С. 56-70 : ил.

Прекрасно иллюстрированная обзорная статья знакомит с различными аспектами проблемы глобального потепления, с усилиями ученых и политиков, которые пытаются решить эту очень сложную, комплексную и жизненно важную для нашей планеты проблему.

73. Яншин А.Л. Каков эффект парникового эффекта? // Знание – сила. – 1989. – № 9. – С. 17-18 : ил.

74. Яншин А.Л. Экологические следствия начавшегося глобального потепления климата Земли // Земля и Вселенная. – 1995. – № 1. – С. 3-7 : ил.

75. Яншин А. Потепление наступает, но это件лезно // Знание – сила. – 1996. – № 11. – С. 38-43 : ил.

Академик А.Л.Яншин был основателем и первым президентом Российской экологической академии, одним из наиболее авторитетных специалистов в области экологии. Он считал, что нарастание парникового эффекта не представляет угрозы для человечества, более того, обещает ряд положительных последст-

вий. Рост эмиссии парниковых газов может к середине XXI века повысить продуктивность сельского хозяйства на величину, примерно равную потреблению продовольствия 1 млрд человек.

76. Губин О. Пора радоваться потеплению // Знание – сила. – 2007. – № 6. – С. 42-43.

Радоваться глобальному потеплению? Почему бы и нет? В статье перечислены его десять положительных следствий. Вот некоторые из них: для судоходства откроются Северный морской путь, огибающий северную часть Евразии, и Северо-западный проход, огибающий Канаду и Аляску; человечество начнет осваивать северные широты, Сахара станет цветущей, улучшатся условия для занятия сельским хозяйством в самых густонаселенных регионах планеты.

77. Величко А.А. Возможное будущее земных ландшафтов // Природа. – 1992. – № 12. – С. 8-16 : ил. – (Последствия глобального потепления).

Статья знакомит с особенностями вероятных изменений ландшафтов при грядущем глобальном потеплении. Они проанализированы на основе комплексных исследований, проведенных в Институте географии РАН. Изучались реакции на изменения климата растительного и почвенного покровов, многолетней мерзлоты, оледенения, гидрологического режима, рельефообразующих процессов, оценивались также агроклиматические ресурсы. В целом последствия изменений климата ученые оценили как положительные. Они не сомневаются, что человек сумеет приспособиться к новым условиям.

78. Арутюнов В.С. Глобальное потепление : катастрофа или благо? // Химия и жизнь. XXI век. – 2007. – № 3. – С. 16-21 : ил.

Как велики реально наблюдаемые климатические изменения? Каков вклад антропогенного фактора в атмосферные процессы? Каковы естественные климатические тенденции? Каков масштаб ожидаемых климатических изменений? Сталкивалось ли человечество ранее с масштабными климатическими изменениями?

Какова экономическая цена усилий снизить темп на-ступления климатических последствий? Кто и почему выступает за ратификацию Киотского протокола? Предотвратят ли потепление меры, предусмотренные Киотским протоколом? Является ли проблема глобального потепления важнейшей из тех, с которыми сейчас столкнулось человечество? Автор статьи дает обстоятельные и аргументированные ответы на эти непростые вопросы. В заключение ученый рассматривает различные пути решения проблемы. Первый путь – попытаться вписаться в Природу – он считает тупиковым; второй – взять на себя функции управления природными процессами – пока нереален, а третий, которому он отдает предпочтение, – это взаимная адаптивная трансформация Природы и Цивилизации.

79. Элли Р. Непредсказуемые изменения климата // В мире науки. – 2005. – № 2. – С. 45-51 : ил.

80. Лучков Б. Годы грядущие : (климат и погода XXI века) // Наука и жизнь. – 2007. – № 10. – С. 24-30 : ил.

Большинство научных исследований и политических дискуссий, касающихся климатических перемен, посвящены глобальному потеплению. Однако человечеству угрожает и другая опасность: внезапные изменения климата, не раз происходившие в прошлом, неизбежно обрушатся на Землю и в будущем. В некоторых регионах планеты, например, в Азии и Северной Америке, сильная засуха может уничтожить плодородные земли. Всего за несколько лет может измениться характер погоды в Европе, и ее климат станет походить на сибирский. Пересыхание рек, истощение запасов пресной воды, сокращение пищевых запасов, массовый голод – вот неполный перечень последствий резкого изменения климата. Автор первой статьи считает, что пока невозможно предсказать, когда именно произойдет очередная трансформация климата, автор второй относит ее к 2010 году. Оба согласны в одном: глобальное потепление с небывалой

скоростью приближает внезапные и длительные климатические изменения.

81. Стерм М. Почему тает Арктика / М.Стерм, Д.Перович, М.Сериз // В мире науки. – 2004. – № 1. – С. 38-45 : ил.

82. Лыццов В. Угрожающее потепление // Наука и жизнь. – 2005. – № 2. – С. 14-20 : ил.

Обе статьи посвящены одному из самых опасных последствий глобального потепления – изменению климата Арктики. Дело в том, что в Арктике теплеет в два-три раза быстрее, чем на всей остальной планете: за последнюю сотню лет температура там возросла на 4-5°. Границы сплошных морских льдов смещаются все дальше и дальше на север. Особенно заметно потепление в материковой части Арктики – на Аляске, северо-западе Канады и азиатском побережье Северного Ледовитого океана. В результате уникальный животный и растительный мир Арктики оказался на грани исчезновения. Аборигены Арктики говорят: «Для вас – городских жителей – то, что происходит, лишь картинка на телеэкране, взглянув на которые вы можете отправиться в супермаркет. Для нас – это повседневная жизнь, и, чтобы поддерживать ее дальше, мы каждый день должны выходить на лед и возвращаться с добычей».

83. Григорьев Р. Что будет с Антарктидой? // Знание – сила. – 2009. – № 1. – С. 84-85 : ил.

Средняя температура в Антарктиде растет быстрее, чем во всех других частях света, исключая Арктику. Американский гляциолог Робин Белл провела семь экспедиций на этот континент и установила, что под поверхностью как будто бы сплошного льда существует обширная система рек, озер и подледных трещин. Кроме того, в отличие от прежних тысячелетий, когда сползание части льда в океан компенсировалось зимними снегопадами, в последние десятилетия этот баланс нарушен. Как следствие ускоряется сползание огромных ледовых полей по подледной водяной «смазке» и происходит интенсивное раскалывание прибрежных, более тонких, ледяных пластов.

Чем это грозит? По расчетам Белл, полное сползание льдов Западной Антарктики в океан повысит его уровень на 6 метров. Если растают льды Гренландии, то уровень океана повысится уже не на 6, а на 14 метров. Но главная забота гляциологов – это судьба льдов Восточной Антарктиды. Их исчезновение означало бы повышение уровня Мирового океана почти на 60 метров. Однако в Восточной Антарктиде баланс между сползанием в океан окраинных льдов и нарастанием льдов внутри континента все еще сохраняется, так что даже глобальное потепление пока не грозит человечеству катастрофическими наводнениями.

84. Грудинкин А. Европа в песках? // Знание – сила. – 2007. – № 7. – С. 31-32 : ил.

Статья знакомит с некоторыми сценариями изменений климата. Один из них принадлежит Кристофу Шеру из Политехнического института в Цюрихе и посвящен климату Европы в 2071-2100 годах. Лето будет гораздо более жарким, заметно уменьшится количество осадков, ожидаются резкие перепады температур. Географ Дэвид Томас из Оксфордского университета прогнозирует, что в 2040 году пески Калахари – пустыни в южной части Африки – придут в движение. Это будет иметь катастрофические последствия для сельского хозяйства таких стран, как ЮАР, Намибия, Ботсвана, Замбия и Ангола.

85. Елдышев Ю.Н. Изменение климата : последствия и противодействия // Экология и жизнь. – 2007. – № 10. – С. 44-49 : ил.

Статья знакомит с новейшими исследованиями, которые развенчивают многие экологические мифы. Оказывается, что, например, прогулка пешком способствует глобальному потеплению гораздо больше, чем езда на автомобиле. Дело в том, что для обеспечения человека количеством калорий, необходимым для пешей прогулки, выбрасывается углекислого газа больше, чем его содержится в выхлопах автомобиля, проехавшего ту же дистанцию. При производстве 100 г мяса в атмосферу будет выброшено 3,6 кг CO₂, при производстве 0,5 л молока – 1,5 кг CO₂, а проехав на

автомобиле расстояние около 5 км, вы выбросите в атмосферу всего 0,9 кг CO₂. Оказалось также, что поездка на поезде вреднее для окружающей среды, чем поездка на автомобиле, бумажные пакеты вреднее пластиковых, использование дерева в качестве топлива отнюдь не вреднее, чем его переработка. Те, кто гордится тем, что использует только энергосберегающие лампочки, тратят всю сэкономленную за год энергию, купив два пакета импортных овощей, на доставку которых тратится примерно столько же.

86. Черный Э. Иллюзия победы над климатом : техноцентризм «маленького» человека // Знание – сила. – 2007. – № 7. – С. 33-41 : ил.

Автор статьи принадлежит к тем ученым, которые считают, что воздействие человека на климат минимально. Климатические изменения – следствие случайного сочетания и переплетения множества физических, динамических, геофизических, химических процессов. Ответ на вопрос о теплой зиме, наводнениях, ураганах и прочих экстремальных явлениях следует искать не в изменениях климата, а в определенных годовых и межгодовых погодных аномалиях. Так надо ли сокращать выбросы парниковых газов? Надо, считает автор, но не потому что от этого зависят климатические процессы, а потому что от этого зависят чистота окружающей среды и здоровье человека.

87. Николаев Г. Климат на переломе // Наука и жизнь. – 1995. – № 6. – С. 88-93 : ил.

88. Николаев Г. Капризы климата и что за ними стоит? // Наука и жизнь. – 1993. – № 1. – С. 85-89 : ил.

Обзорные статьи, подготовленные по материалам зарубежной печати, знакомят с самыми разными, порой противоречащими друг другу, гипотезами о причинах изменения современного климата. Так, немецкий ученый К.Хассельманн утверждает, что на 95% потепление Земли вызвано деятельностью человека. Основные участники парникового эффекта – углекислота и метан – выделяются промышленностью, транспортом и сельским хозяйством. Один только автомо-

бильный транспорт увеличил тепло нижних слоев атмосферы на 0,7 градуса. В то же время российские ученые П.Гройсман и В.Кокнаева пришли к совсем другому выводу. Они разбили земной шар на крупные промышленные блоки – Европу, Северную Америку и т.д. и подсчитали в каждом из них выбросы двуокиси углерода. Расчеты показали, что они ответственны только за одну десятую часть излишнего тепла, изменяющего теперь климат планеты.

89. Максимов Н. Тепловой эффект, который оказался холодильным // Знание – сила. – 1996. – № 8. – С. 31-34 : ил.

Понижение средней температуры атмосферы Земли – таков должен быть результат от насыщения ее углекислым газом. Понижение! – а не повышение, как полагают многие ученые. К этому парадоксальному выводу пришли академики Российской академии естественных наук О.Г.Сорохтин и С.А.Ушаков. Этот вывод, по мнению ученых, легко объясним. Атмосфера, насыщенная углекислым газом, по сравнению с сегодняшней будет обладать меньшей удельной теплоемкостью и большей плотностью, а значит и меньшей толщиной самого атмосферного слоя. Но такая атмосфера хуже сохраняет рассеиваемое в ней тепло. И потери тепла в ней заметно вырастут.

90. Сорохтин О.Г. Эволюция и прогноз изменений глобального климата Земли / О.Г.Сорохтин. – М. : Ин-т компьютерных исследований. Регулярная и хаотическая динамика, 2006. – 88 с. : ил.

Автор доказывает, что увеличение количества углекислого газа является не причиной климатических изменений, а их следствием. При этом современное потепление связано только с колебаниями солнечной активности и совершенно не зависит от антропогенных выбросов в атмосферу парниковых газов. Более того, это потепление должно скоро кончиться. В этой связи отмечается, что Киотский протокол не имеет научного обоснования и по своей сути противоречит физике природных процессов.

91. Ломберг Б. Охладите! Глобальное потепление : скептическое руководство / Б.Ломберг. – СПб. : Питер, 2008. – 203 с. : ил.

Ядром книги является критика Киотского протокола. По мнению автора, датского экономиста и политолога, разумнее не распылять средства на выполнение заведомо невыполнимых условий, а расходовать их на подготовку к будущим катаклизмам. Судя по статистике, приведенной в книге, миллиарды, которые съедает Киотский протокол, отсрочат повышение температуры на Земле всего на пару лет.

92. Азимов А. Выбор катастроф / А.Азимов ; пер. с англ. А.Девеля, Л.Девель ; под ред. С.Степанова. – СПб. : Амфора, 2001. – 510 с.

Блестящая познавательная книга, в которой Айзек Азимов дает практически исчерпывающий список опасностей, подстерегающих человечество, – список, который сформирован наукой XX столетия. Простота и ясность изложения более чем сложных тем – от теории Большого взрыва до дрейфа ледников и эпидемий – вызывает восхищение. Подобная ясность стала возможна еще и потому, что фантастика XX столетия осуществляла «выбор катастроф» вслед за учеными (порой даже опережая их), и практически все перечисленные Азимовым опасности уже были «освоены» фантастами. Отдельная глава посвящена катастрофическим последствиям изменений климата.

93. Брум Дж. Вопросы этики и изменение климата // В мире науки. – 2008. – № 9. – С. 36-41 : ил.

Расходы на смягчение климатических изменений для нынешнего поколения – убытки, которые оно должно понести, чтобы сократить выбросы парниковых газов. Нам надо меньше пользоваться транспортом, оборудовать свое жилище исходя из экологических требований, потреблять меньше мяса – одним словом, жить скромнее. Польза состоит в том, что будущим поколениям не придется так сильно страдать от распространения пустынь, от потери домов во время наводнений, вызванных повышением уровня океана, от

продовольственного голода и общего истощения природы. Противопоставление выгоды одних и расходов других – вопрос этический. Но затраты и прибыль в отношении смягчения климатических изменений в большей степени оцениваются в экономических терминах. Задача экономистов – дать рекомендации, подкрепленные солидной аргументацией, чтобы мы могли понять, на какие жертвы нам следует пойти, чтобы избежать катастрофы. Таким образом, они могут поработать на службу этике.

Изменения климата Украины

Учитывая, что климат является одним из основных факторов, формирующих природную среду, даже незначительные его изменения на фоне сложной экологической ситуации в Украине могут привести к значительным социально-экономическим убыткам, если не принять комплекс мер по их предотвращению.

9 мая 1995 года Украина подписала, а 29 октября 1996 года – ратифицировала Рамочную конвенцию ООН об изменении климата. Киотский протокол к Рамочной конвенции был подписан 11 декабря 1997 года, а ратифицирован 4 февраля 2004 года. Согласно протоколу Украина должна стабилизировать выброс парниковых газов на уровне 1990 года. Прогнозы показывают, что Украина на протяжении первого периода действия обязательств (2008-2012) будет без дополнительных затрат поддерживать количественных ограничений. Более того, она будет иметь значительный потенциал для участия в международном процессе торговли квотами на выбросы парниковых газов, т.к. не достигнет уровня производства 1990 года. Следовательно, есть возможность привлечь внешние финансовые ресурсы для развития экономики в обмен на квоты.

Подписав международные климатические соглашения, Украина взяла на себя определенные обязательства относительно исследования климата на ее территории, разработки сценариев его изменений в будущем, в том числе и под действием антропогенных факторов. Для решения этих задач в 1997 году была разработана Климатическая программа Украины, утвержденная постановлением Кабинета Министров Украины. Она включает разработку эффективной системы обеспечения органов государствен-

ной власти и местного самоуправления, разных отраслей экономики и населения климатологической информацией, прогнозами возможных изменений климата, социально-экономических и экологических последствий этих изменений.

94. Клімат України / за ред. В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко. – К. : Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с. : ілюстр.

Фундаментальная монография подготовлена в соответствии с задачами Климатической программы Украины и рекомендациями Всемирной Метеорологической Организации. В ее создании принимал участие большой коллектив научных сотрудников Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института, Украинского гидрометеорологического центра, Центральной геофизической обсерватории, Института географии НАНУ, Министерства чрезвычайных ситуаций, Киевского национального университета имени Т.Шевченко, Одесского государственного экологического университета. Ученые обобщили результаты многолетних исследований климата Украины, его региональных и местных особенностей, проанализировали факторы и условия, приведшие к его изменениям. Значительное внимание они уделили разработке сценариев возможных изменений климата Украины в XXI веке в связи с глобальным потеплением. Монография дает возможность эффективнее использовать разнообразную климатологическую информацию для решения прикладных задач. Ее можно считать значительным интеллектуальным вкладом в выполнение Украиной обязательств по выполнению Рамочной конвенции и Киотского протокола.

95. Клімат Києва / под ред. Л.И.Сакали ; Гос. ком. СССР по гидрометеорологии и контролю природ. среды ; Укр. респ. упр. природной средой ; Укр. науч.-исслед. гидрометеорол. ин-т. – Л. : Гидрометеоиздат, 1980. – 287,[1] с. : рис., табл., карт.

96. Клімат Луцка / под ред. В.Н.Бабіченко, Ф.В.Зузука ; Гос. ком. по гидрометеорологии ; Укр. регионал. науч.-исслед. гидрометеорол. ин-т ; М-во нар. образования УССР ; Луцкий гос. пед. ин-т им. Леси Украинки. – Л. : Гидрометеоиздат, 1988. – 177,[1] с. : рис., табл., карт.

97. Климат Одессы / под ред. Л.К.Смекаловой, Ц.А.Швер ; Гос. ком. СССР по гидрометеорологии и контролю природ. среды ; Укр. респ. упр. по гидрометеорологии и контролю природ. среды ; Одес. гидрометеорол. ин-т. – Л. : Гидрометеоиздат, 1986. – 173,[1] с. : рис., табл., карт.

98. Климат Полтавы / под ред. В.Н.Бабиченко ; Гос. ком. СССР по гидрометеорологии и контролю природ. среды ; Укр. респ. упр. по гидрометеорологии и контролю природ. среды ; Укр. регионал. науч.-исслед. ин-т. – Л. : Гидрометеоиздат, 1983. – 207,[1] с. : рис., табл., карт.

99. Климат Ужгорода / под ред. В.Н.Бабиченко ; Гос. ком. СССР по гидрометеорологии ; Укр. респ. упр. по гидрометеорологии ; Укр. регионал. науч.-исслед. гидрометеорол. ин-т. – Л. : Гидрометеоиздат, 1991. – 190,[1] с. : рис., табл., карт.

100. Климат Харькова / под ред. В.Н.Бабиченко ; Гос. ком. СССР по гидрометеорологии и контролю природ. среды ; Укр. респ. упр. по гидрометеорологии и контролю природ. среды ; Укр. регионал. науч.-исслед. ин-т. – Л. : Гидрометеоиздат, 1983. – 216,[1] с. : рис., табл., карт.

Монографии содержат результаты многолетних исследований климата Киева, Луцка, Одессы, Полтавы, Ужгорода и Харькова. Создать научную монографию, полезную специалистам и доступную широкому кругу читателей, – задача трудная, но она была блестяще решена коллективами украинских ученых. Обработка материала и форма его подачи выполнены согласно методическим рекомендациям отдела прикладной климатологии Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова, составленным с участием Украинского регионального научно-исследовательского института.

101. Дідух Я. Екологічні аспекти глобальних змін клімату : причини, наслідки, дії // Вісн. НАНУ. – 2009. – № 2. – С. 34-44.

За годы, прошедшие с момента публикации предыдущей статьи, комплексная программа исследования изменений климата в Украине и их возможных последствий так и не была принята. Правда, постановлением Кабинета Министров Украины от 5 декабря 2007 года № 1376 утверждена Государственная целевая эколо-

гическая программа проведения мониторинга окружающей природной среды на 2008-2012 гг. За проведение государственного мониторинга отвечает Министерство экологии и природных ресурсов, однако среди привлеченных к выполнению программы учреждений и ведомств нет Национальной академии наук Украины. Автор статьи, член-корреспондент НАНУ, заведующий отделом экологии фитосистем Института ботаники им. Н.Г.Холодного, считает такое положение неправильным. Он приводит подробный перечень мер, которые необходимо предпринять, чтобы избежать необратимых последствий изменения климата в Украине. В реализации этих мер необходимо широкое участие украинских ученых.

102. Ситник К. Біосфера і клімат : минуле, сьогодні і майбутнє / К.Ситник, В.Багнюк // Вісн. НАНУ. – 2006. – № 9. – С. 3-20 : ілюстр.

В статье, написанной академиком К.М.Сытником, почетным директором Института ботаники им. Н.Г.Холодного, и сотрудником того же института, читатель найдет сведения о палеоклимате Украины, два крайних сценария изменения климата Украины: аридизации и гумидификации, а также перечень мероприятий, которые необходимо предпринять для минимизации негативных последствий глобального потепления. Интересно, что по оценкам ФАО, Украина может прокормить не менее 300 млн человек. Эта цифра в ближайшем будущем может резко уменьшиться, если не будет разработана и принята комплексная программа исследования, моделирования и прогноза климата нашей державы.

103. Подільський З. «Парниковий ефект» і глобальні зміни клімату на Землі // Наука і суспільство. – 2001. – № 9-10. – С. 30-32.

Заместитель начальника Департамента гидрометеорологической службы и мониторинга Министерства экологии и природных ресурсов Украины Олег Величко в своем интервью делится опасениями относительно негативных последствий антропогенного из-

менения климата для Украины. Нас может ждать рост частоты экстремальных явлений погоды, уменьшение и перераспределение по сезонам стока рек, общее снижение влажности грунтов и уменьшение их плодородия, истощение ресурсов пресной воды в южных регионах, деградация экологических систем Черного и Азовского морей.

104. Просунко В. Вплив глобальних змін клімату на погоду в Україні // Наука і суспільство. – 1999. – № 10-12. – С. 60-61 : ілюстр.

Климат Украины адекватно реагирует на глобальные изменения теплового режима. Приведенная в статье динамика среднегодовой температуры воздуха в разных регионах страны за период 1945-1995 гг. имеет стойкую динамику к повышению. Зима стала мягче, а весна – более ранней и теплой, лето – более прохладным, а тепловой режим осенних месяцев почти не изменился. Изменение климатических условий приводит к изменениям в земледелии. Например, снижение летних температур влечет за собой увеличение срока вегетации кукурузы. Приходится высевать более скороспелые сорта, которые имеют более низкую продуктивность.

105. Бойченко С.Г. Глобальне потепління та його наслідки на території України / С.Г.Бойченко, В.М.Волощук, Г.А.Дорошенко // Укр. геогр. журн. – 2000. – № 2. – С. 59-68 : ілюстр.

В статье рассмотрено, как отреагировали температурный режим Украины и интенсивность атмосферных осадков на глобальное потепление. Приведенные результаты получены путем статистического анализа материалов инструментальных наблюдений на метеостанциях Украины за период 1900-1990 гг. Кроме того, показано, как реагируют на глобальное потепление уровни Черного и Азовского морей. Оценки колебаний уровней Азовского и Черного морей получены путем обработки результатов непосредственных измерений, проведенных с середины 80-х годов XIX века до 1985 года. Уровни морей неуклонно повышаются,

что может привести к катастрофическим последствиям.

106. Мартазинова В.Ф. Изменения крупномасштабной атмосферной циркуляции воздуха на протяжении XX века и ее влияние на погодные условия и региональную циркуляцию воздуха в Украине / В.Ф.Мартазинова, Е.К.Иванова, Д.Ю.Чайка // Геофиз. журн. – 2006. – Т. 28, № 1. – С. 51-60 : ил.

107. Мартазинова В.Ф. Влияние глобального потепления на изменение крупномасштабной атмосферной циркуляции и формирование аномальных погодных условий на Украине // Доп. НАН України. – 2006. – № 2. – С. 105-110.

Годовая температура воздуха на большей части Украины к началу XX века изменялась в соответствии с изменением глобальной температуры. Однако глобальное потепление сказывается на изменении сезонной температуры в Украине по-разному. В большинстве областей зимой температура воздуха повышается на 1-2°C, а летом – понижается на 1°C в южных и западных областях. Основной вклад в повышение среднегодовой температуры воздуха вносит температура января. Если до 70-х годов XX века очень важную роль для сельского хозяйства играли оттепели зимой, то в последние зимы важное значение придается резким похолоданиям. К началу XXI века на территории Украины годовая сумма осадков увеличилась на 30% относительно месячной нормы в центральных районах и уменьшилась до 30% месячной нормы на севере страны, юге Крымского полуострова и в Карпатах. Увеличение количества осадков за год происходит зимой, а уменьшение – летом. Это определяется изменением крупномасштабной атмосферной циркуляции на территории Украины и окружающих ее регионов. Именно новой атмосферной циркуляцией можно объяснить увеличение в последние десятилетия количества стихийных и опасных метеорологических явлений в Украине, а также резкую неустойчивость температурного режима. К наиболее аномальной относятся синоптическая ситуация с ливневыми дождями, именно она отвечает за большинство экономических ущербов и че-

ловеческих жертв от погодных условий в Украине. Авторы статей, сотрудники Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института, проиллюстрировали их многочисленными рисунками, которые наглядно показывают изменения климата Украины.

108. Коломієць П. Вік снігу не бачити? // Науковий світ. – 2005. – № 7. – С. 29-30.

Научно-популярная статья, написанная на основе бесед с ведущими украинскими учеными, рисует общую картину долгосрочных климатических изменений в нашей державе: опустынивание на юге, переувлажненность на севере, повышение зимних температур, распространение растительности средиземноморского типа до широты Киева. Одна из собеседниц, автор двух предыдущих статей В.Мартазинова, начальник отдела климата и прогнозов Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института, уверена, что вскоре снижение температуры зимой днем до минус 10, а ночью до минус 15 станет большой редкостью. Профессор В.Мартазинова заслужила среди метеорологов славу живой легенды. Ее прогнозы отличаются большой точностью. Интересно, что при ее участии в институте создана методика прогнозирования за сорок дней стихийных бедствий в Украине.

109. Шевчук В.Я. Проблеми і стратегія виконання Україною Рамкової конвенції ООН про зміну клімату / В.Я.Шевчук [та ін.] ; за ред. В.Я.Шевчука. – К. : УІНСіР, 2001. – 96 с. : ілюстр. – (Рада національної безпеки і оборони України, Укр. ін-т досліджень навколишнього середовища і ресурсів).

Монография знакомит с действиями Украины, направленными на выполнение обязательств по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. В ней проанализированы проблемы и намечены стратегические направления снижения выбросов парниковых газов в целом по экономике страны и по ее главным секторам: топливно-энергетическому, промышленному, строительному, агропромышленному, жилищному и комму-

нально-бытовому, лесному, транспортному. Приведены также результаты первого комплексного исследования зависимости экономики и экосистемы Украины от изменений климата, намечены пути адаптации к возможным негативным последствиям.

110. Деякі аспекти глобальної зміни клімату в Україні : зб. ст. / проект «Ініціатива з питань зміни клімату». – К. : ФАДА, ЛТД, 2002. – 279 с. – Текст укр., англ.

Организационная структура по вопросам изменения климата и выполнению требований Рамочной конвенции ООН об изменении климата находится в Украине на стадии развития. Статьи, помещенные в сборнике, знакомят с рекомендациями по усовершенствованию этой структуры, с подобными структурами, существующими в других странах, с международной помощью, которая оказывается Украине, не имеющей средств, достаточных для выполнения своих обязательств по Конвенции.

111. Волошин Д.В. Економіко-екологічні аспекти запобігання небезпечним змінам клімату : методологія, завдання, механізми / Д.В.Волошин. – К. : Наук. думка, 2005. – 276,[1] с.

Книга посвящена исследованию методологических и прикладных основ разработки системы экономико-экологических механизмов решения проблем предотвращения негативных последствий глобального изменения климата для Украины. Формируя национальную стратегию развития комплексных экономико-экологических исследований и реализации научно обоснованных программ реагирования на изменения климата, следует учитывать сложности развития Украины, в частности, зависимость экономики страны от ископаемых видов, технологическое отставание в области экологизации промышленного производства, дефицит материальных и финансовых ресурсов. Автор считает, что Украина не может своими силами решить масштабную задачу эффективного реагирования на изменение климата, поэтому необходимо осмыслить и использовать опыт развитых стран, интегрироваться в международные инвестиционные

структуры и программы, активизировать участие в международных проектах. Украина стоит перед необходимостью разработки новой стратегии промышленного развития и экономического роста, которая должна предусматривать снижение выбросов парниковых газов путем постепенного перехода на энергосберегающие технологии.

Приложения к книге содержат следующие документы: Рамочную конвенцию ООН об изменении климата, Киотский протокол, Постановление Совета Министров Украины от 28 июня 1997 г. № 650 «О Климатической программе Украины», Монреальский протокол о веществах, разрушающих озоновый слой, основные документы МГЭИК, а также базу данных проектов по снижению выбросов углекислого газа в разных отраслях экономики Украины.

112. Джерела викидів парникових газів та заходи з пом'якшення зміни клімату в інфраструктурі міст України. Пілотний проект у м. Рівному / М.В.Рапцун [та ін.]. – К., 2003. – 148 с.

Монографія підготовлена по результатам проекту, розробанного Агентством по раціональному використанню енергії та екології та Українським інститутом досліджень оточуючої середовища та ресурсів в рамках Канадсько-української програми екологічного співробітництва. На прикладі Рівного (як типового середнього за кількістю населення міста України) визначені пріоритетні напрямки скорочення викидів парникових газів як головного фактора зміни клімату, перешкоди на шляху їх впровадження та шляхи подолання цих перешкод. Отримані результати можна використовувати при розробці плану дій в інших містах України.

113. Стихийные метеорологические явления на Украине и в Молдавии : климатич. пособие / под ред. В.Н.Бабиченко. – Л. : Гидрометеоиздат, 1991. – 224 с.

Для України, що займає територію з складними фізико-географічними умовами, особливості її місцезнаходження обумовлюють значительную по-

вторяемость опасных и особо опасных метеорологических явлений. К стихийным метеорологическим явлениям относятся явления, которые по своей интенсивности, району распространения (1/3 территории) и продолжительности имеют следующие критерии:

- *Сильный дождь – количество осадков 50 мм и более в течение 12 ч и менее, а в горных селевых и ливнеопасных районах – 30 мм и более за 12 ч и менее.*
- *Крупный град – диаметр градин 20 мм и более.*
- *Ветер, шквалы и смерчи – максимальная скорость 25 м/с и более.*
- *Сильные пылевые (песчаные) бури – преобладающая скорость ветра 15 м/с и более.*
- *Сильные метели – в течение дня или преобладающая скорость ветра 15 м/с и более.*
- *Сильные снегопады – количество осадков 20 мм и более за 12 ч и менее.*
- *Сильные туманы – видимость 100 м и менее.*
- *Сильный гололед – диаметр отложений на проводах 20 мм и более.*
- *Сильный мороз – для южных областей (Запорожская, Одесская, Николаевская, Херсонская, АР Крым) опасной считается температура, когда абсолютный минимум понижается до -25°C и ниже, особо опасной – до -30°C и ниже. Для остальных областей к опасной относится абсолютный минимум -30°C и ниже, к особо опасной – до -35°C и ниже.*
- *Сильная жара – для северных, северо-восточных и западных областей (Волынская, Ровенская, Житомирская, Киевская, Черниговская, Сумская, Львовская, Закарпатская, Ивано-Франковская, Черновицкая, Тернопольская, Хмельницкая, Винницкая) опасной является температура, когда абсолютный максимум достигает 30°C и выше, особо опасной – когда он повышается до 35°C и выше. На остальной территории опасной температурой принято считать абсолютный максимум 35°C и выше, особо опасной – 40°C и выше.*
- *Суховой – сохранение в течение 3-5 дней высокой температуры (более 25°C) и низкой (днем 30% и ме-*

нее) относительной влажности воздуха при ветре 5 м/с.

- Заморозки – понижение температуры воздуха (на поверхности почвы) до 0°C и ниже.

Книга является первым наиболее подробным описанием стихийных метеорологических явлений, наблюдавшихся в Украине и Молдавии. Было выполнено районирование территории по степени подверженности стихийным явлениям. В крупных районах по каждому явлению выделялись подрайоны, в которых его образование и повторяемость зависят от местных факторов.

ПОЧЕМУ МЕНЯЕТСЯ КЛИМАТ?

На протяжении существования Земли ее климат неоднократно менялся. Существует множество гипотез, объясняющих изменения климата. Они делятся на две группы: астрономо-физическую и геолого-географическую. К первой относятся гипотезы, привлекающие для объяснений изменений климата космические процессы, а ко второй – гипотезы, признающие в качестве основной причины изменений климата планетарные земные процессы. Однако ни одна из гипотез не может до конца объяснить причины изменений климата.

Космические факторы изменений климата

Огромный массив новых экспериментальных данных о процессах в атмосфере, полученный за годы космической эры, доказывает, что космические факторы существенно влияют на формирование климата Земли.

Все начинается в активных областях Солнца. После хромосферной вспышки происходит выброс заряженных частиц, которые движутся от Солнца и достигают орбиты Земли. Кроме высокоэнергичных частиц (главным образом, протонов и, в меньшей мере, других легких химических элементов), с поверхности Солнца непрерывно исходит солнечный ветер, состоящий из малоэнергичных заряженных частиц.

Измерения показали, что во время вторжения в атмосферу высоких широт высокоэнергичных протонов количество озона в стратосфере уменьшается примерно на 20%. Такой эффект наблюдается в высоких широтах, с понижением широты он постепенно уменьшается.

Заряженные частицы, приходящие от Солнца, также нарушают электрический потенциал атмосферы и тем самым влияют на грозообразование.

Под их действием атмосфера высоких широт нагревается, образуя источники планетарных и гравитационных волн. Экспериментально доказано, что эти волны, возникнув в областях вторжения заряженных частиц, затем распространяются на огромные расстояния, перенося с собой энергию, пришедшую от Солнца.

В атмосферу Земли вторгаются не только заряженные солнечные частицы, но и приходящие из глубокого космоса космиче-

ские лучи, которые исходят от газопылевых облаков и умирающих звезд. Суммарное действие космического излучения влияет на образование, трансформацию и распад разных типов облаков. Причем солнечный ветер способствует образованию тонких облаков на больших высотах, а космические лучи – плотных на малых высотах. Влияние этих облаков на климат прямо противоположное: первые способствуют потеплению, вторые – похолоданию.

К изменениям климата приводят также астрономические факторы, которые связаны с количеством поступающего на Землю от Солнца излучения: его светимость и наклон оси вращения Земли относительно плоскости эклиптики. На климат влияет не только тепло, поступающее от Солнца, но и непосредственное гравитационное воздействие Солнца и планет Солнечной системы на земную атмосферу. Под воздействием этих сил в атмосфере и Мировом океане возникают приливы, меняется скорость вращения Земли, а также характер ее движения по орбите. В результате меняется и то количество энергии, которое приходит от Солнца к Земле.

114. Мизун Ю.Г. Космос и погода / Ю.Г.Мизун. – М. : Наука, 1986. – 144 с. : ил. – (Сер. «Человек и окружающая среда»).

В книге приведены сведения о связи климата с процессами на Солнце, а также в межпланетном пространстве и магнитосфере Земли. В качестве главного фактора, приводящего к изменениям климата, рассматривается корпускулярное излучение Солнца. Материал изложен в форме популярных очерков, что позволило широко охватить физику рассматриваемых явлений и их причинно-следственные связи.

115. Дмитриев А.А. Солнечная активность, погода и климат / А.А.Дмитриев. – М. : Знание, 1987. – 48 с. – (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Науки о Земле» ; № 8).

Автор много лет посвятил изучению механизмов воздействия солнечной активности на климат Земли. В своей брошюре он рассказывает не только о собственных экспериментах, но и об исследованиях, теориях и гипотезах многочисленных ученых, благодаря которым сформировались современные представления о природе солнечно-земных связей.

116. Глобальное потепление и космические лучи // Знание – сила. – 2007. – № 7. – С. 11.

Группа ученых, которую возглавляет Хенрик Свенсмарк, климатолог из Датского национального космического центра, на основе пятилетних исследований влияния космических лучей на облачный покров сделала вывод, что изменение климата на Земле более всего связано с изменением количества космических лучей, попадающих в атмосферу. Сейчас планета переживает период, когда облачный покров уменьшился из-за недостатка космических лучей. Именно это является основной причиной глобального потепления. При большом количестве облаков Земля отражает излучение Солнца обратно в космос, благодаря чему планета охлаждается. Как полагают ученые, при попадании в атмосферу космических лучей заряженные частицы притягивают молекулы воды, которые конденсируются, образуя облака. И если прежде считалось, что климатические изменения влияют на появление облаков, то на самом деле имеет место обратный процесс. Количество же космических лучей связано с магнитной активностью Солнца: в периоды высокой магнитной активности на Землю попадает меньше космических лучей. Сейчас солнечная активность наиболее высокая за последнюю тысячу лет. Правы или нет датские ученые, поможет установить масштабный эксперимент (с использованием женеvского ускорителя частиц), воспроизводящий эффект попадания космических лучей в атмосферу. Эксперимент готовят 60 исследователей со всего мира.

117. Макарова Л.Н. Ветер от Солнца меняет климат Земли // Химия и жизнь – XXI век. – 2005. – № 12. – С. 20-21.

В отделе геофизики Арктического и Антарктического научно-исследовательского института РАН был предложен механизм, объясняющий, каким образом солнечный ветер воздействует на температурный режим атмосферы Земли. Модельные расчеты показали, что при возмущениях солнечного ветра через стратосферу могут протекать интенсивные элек-

трические токи, вызывая изменения температурного режима атмосферы. Предлагаемый механизм позволяет говорить о глобальном, постоянном характере его воздействия на околоземные процессы, включая циклоническую активность, образование ураганов, провоцирование землетрясений и биологическую устойчивость человеческого организма.

118. Бухбиндер А. Солнце – виновник глобального потепления // Знание – сила. – 2005. – № 10. – С. 85-87 : ил.

Цикл солнечной активности (рост и спад магнитного поля, сопровождающийся появлением и исчезновением пятен) составляет примерно 11 лет, между тем как уже много десятилетий подряд температура на Земле нарастает не циклически, а непрерывно. Было выдвинуто предположение, что существует более длительный цикл активности Солнца: на протяжении десятилетий или столетий размах 11-летних изменений становится то больше, то меньше, причем в несколько раз. Видимо, в последние десятилетия мы попали как раз в период увеличения этого размаха. Недавно эта гипотеза была подтверждена экспериментально. Ученые из Германии и Финляндии исследовали солнечную активность за последнюю тысячу лет. Сначала были собраны данные о солнечных пятнах, полученные в результате прямых наблюдений, которые ведутся с конца XVII века. Затем были подвергнуты анализу пробы льда из Гренландии и Антарктики. Этот лед хранит осевшие из воздуха частицы, в частности ионы радиоактивного бериллия, образованные ударами космических частиц. Построив график изменения концентрации бериллия, ученые получили представление об активности потока космических частиц, которая, как мы уже знаем, обратно пропорционально связана с активностью солнечного магнитного поля. На втором этапе ученые исследовали остатки древних деревьев, хранящих следы другого радиоактивного вещества – изотопа углерода, который тоже образуется в атмосфере под влиянием космических лучей. Был построен график солнечной активности за целых 11 тысяч лет.

Полученные результаты позволили сделать вывод, что действительно существует более длительный цикл солнечной активности, причем он длится не десятилетия или столетия, а тысячелетия. За время с конца последнего ледникового периода пики солнечной активности несколько раз становились то больше, то меньше обычного, и это влияло на земные температуры.

119. Абдусаматов Х. Солнце определяет климат // Наука и жизнь. – 2009. – № 1. – С. 34-42 : ил.

Наиболее существенным событием XX века в жизни Солнца стал необычайно высокий и длительный рост интенсивности излучаемой Солнцем энергии. Подобного увеличения потока солнечного излучения не наблюдалось по меньшей мере 700 лет и его следствием является глобальное потепление климата. Однако интенсивность излучаемого Солнцем потока энергии с начала 90-х годов прошлого века медленно идет на спад, поэтому автор считает, что «нам следует опасаться глубокого похолодания, а не катастрофического глобального потепления». Понижение температуры в наименьшей степени затронет экваториальную часть Земли, сильно повлияет на зоны умеренного климата и в целом приведет к очень серьезным последствиям. К ним необходимо начать готовиться уже сейчас. Нет необходимости ограничивать выброс парниковых газов промышленно развитыми странами, поэтому действия Киотского протокола по спасению планеты от парникового эффекта следует отложить по крайней мере лет на 150.

120. Вартбург М. Что подать к столу: жару или холод? // Знание – сила. – 2005. – № 10. – С. 82-84.

121. Волков А. Льды, зной и числа Миланковича // Знание – сила. – 2006. – № 8. – С. 75-81.

Статьи в занимательной и доходчивой форме знакомят с астрономической теорией колебания климата, разработанной в первой половине прошлого века выдающимся сербским ученым Милутином Миланковичем. Он связывал чередование похолоданий и потеплений с

изменениями наклона земной оси к плоскости земной орбиты, а также с изменениями элементов орбиты планеты. От наклона земной оси зависит, под каким углом падают солнечные лучи на Землю и, стало быть, как они её согревают. А при растяжении или сжатии орбиты Земля оказывается идущей вокруг Солнца на более далеком или более близком расстоянии, что опять-таки сказывается на количестве получаемого ею солнечного тепла. Последние палеоклиматические исследования показали, что переход от потепления к новым, более суровым ледниковым периодам происходил тогда, когда земная орбита была наиболее близка по форме к окружности. Сейчас форма орбиты опять близка к окружности. Иными словами, астрономическая ситуация повторяется, и ученые не исключают, что могут повториться и её последствия, то есть может начаться очередное оледенение. В этом случае парниковый эффект является положительным фактором. Человечество оказалось как бы между Сциллой и Харибдой. Если оно умерит выброс парниковых газов в атмосферу, ему грозит смерть от холода, если будет продолжать – гибель от жары.

122. Монин А.С. Вращение Земли и климат / А.С.Монин. – Л. : Гидрометеоздат, 1972. – 110,[2] с. : ил.

Мы уже знаем, что слово «климат» означает «наклон», причем имеется в виду наклон оси вращения Земли к плоскости её орбиты в Солнечной системе. Это наименование представляется автору книги весьма удачным, ведь состояние вращения планеты влияет самым решительным образом на глобальные процессы в её атмосфере, а следовательно, и на климат. А какие явления влияют на вращение Земли? К ним относятся гравитационные воздействия планет и приливные взаимодействия Земли и Луны. В них рассматриваются также палеоклиматические свидетельства о движении полюсов. В разные геологические эпохи полюса (и экватор) находились отнюдь не на привычных нам местах. Например, Северный полюс в нижнем палеозое находился в центральном районе

Тихого океана, откуда и перемещался в сторону Арктики.

Книга будет полезна тем, кто хочет более глубоко разобраться в том, как климат и вращение Земли связаны между собой. В частности, читатель найдет в ней подробное изложение теории колебания климата Миланковича.

123. Величко М. Зміна клімату на Землі / М.Величко, В.Величко // Наук. світ. – 2006. – № 3. – С. 4.

Авторы статьи также связывают глобальные изменения климата с изменением вращения Земли. Они считают, что происходит ускорение вращения, причем обусловлено оно не приливами, а сложными физическими процессами в ядре Земли. Неприливное ускорение вращения Земли повышает тепловую мощность Гольфстрима. Увеличение поступления теплой воды в северные моря приводит к таянию льдов Северного Ледовитого океана и повышению температуры воздуха в полярных областях.

124. Биелло Д. Космический фактор климата // В мире науки. – 2007. – № 2. – С. 14.

Ученые из Национального центра океанографии в Саутгемптоне (Англия) нашли еще одно палеоклиматическое доказательство того, что большинство климатических изменений ледникового и межледникового периодов связано с орбитальными циклами. Они извлекли из керна, добытого со дна экваториальной части Тихого океана, ракушки морских микроорганизмов и с помощью масс-спектрометра точно установили их элементный состав. Это позволило им определить соотношение легких и тяжелых изотопов таких элементов, как углерод и кислород. Сопоставляя временное соотношение изотопов с астрономическим циклом изменения орбиты Земли, исследователи нашли, что картина ледниковых периодов с ними вполне согласуется.

Океаны и климат

В прошлом данные о температуре океана собирались немногочисленными метеостанциями и проходящими судами, их обработка занимала долгие годы и при всем её значении для понимания происходившего оказывалась бесполезной для предсказания погодных возмущений. Однако за последние десятилетия в океанах были установлены многочисленные буйковые датчики температуры и солености, которые сразу передают собранную информацию на спутники, и эти данные обрабатываются в режиме реального времени. Такая система вместе с компьютерным моделированием позволяет заранее, за 3-4 месяца, прогнозировать развитие событий. Изменения физических параметров океана, выявленные аномалии свидетельствуют, что климатическая неустойчивость возрастает.

125. Федоров К.Н. Климатически значащие физические параметры океана / К.Н.Федоров, А.Г.Островский. – Л. : Гидрометеопиздат, 1986. – 40,[2] с. : ил.

Небольшая по объему, но емкая по содержанию брошюра представляет собой обзор результатов долговременных (30-100 лет) изменений физических параметров океана и анализ их климатической значимости. В качестве климатически значащих параметров рассмотрены следующие: температура поверхности океана, вертикальные распределения солености, изменения уровня, скорости и расходов течений. Отдельная глава посвящена морским льдам Арктического бассейна, Северной Атлантики и Тихого океана, их общему количеству и границам распространения. Авторы, известные океанологи, уверены, что, «не исследуя климат океана и его изменчивость, а также влияние этой изменчивости на климат всей Земли, нельзя всерьез думать о постановке глобальных климатологических задач».

126. Шерстюков Б.Г. Тепловая инерция океана и парниковый эффект в современных изменениях климата // Метеорология и гидрология. – 2006. – № 7. – С. 66-72.

Статья знакомит с результатами исследований, которые показывают, что до 1970-х годов температура океана играла решающую роль в изменениях климата. Затем произошло ослабление интенсивности взаимодействия океана и атмосферы, часть тепла от парникового эффекта, которая ранее уходила в океан, больше стала оставаться в атмосфере, и глобальное потепление ускорилось. Если в последующие годы связь океана с континентальной атмосферой будет усиливаться, то скорость глобального потепления может существенно замедлиться. Теплємость океана и его возможности по усвоению тепла безграничны. Ослабление взаимодействия океана и атмосферы в последние десятилетия XX века позволило увидеть проблему накапливающихся антропогенных изменений климата.

127. Тренберт К. Чем теплее океаны, тем сильнее ураганы // В мире науки. – 2007. – № 10. – С. 52-59 : ил.

Начало XXI века ознаменовалось многочисленными стихийными бедствиями. В 2004 году на Флориду обрушились четыре небывалых урагана, десять тайфунов ринулись на Японию – в четыре раза больше, чем за все предыдущие годы. В 2005 году ураган «Катрина» нанес ущерб более чем в 100 миллиардов долларов. Интересно, что метеорологи присваивают урагану имя, когда скорость ветра превышает 63 км/ч. После затишья 2006 года интенсивность тропических циклонов опять возросла. Автор статьи – Кевин Тренберт, руководитель отдела климатического анализа в Национальном центре атмосферных исследований в Боулдере (штат Колорадо, США), координатор отчета 2007 г. МГЭИК. Он считает, что глобальное потепление способствует повышению температуры поверхности океана, а также испарению, усиливая таким образом потенциальные возможности конвекции, следовательно, способствуя и образованию ураганов.

Внимательно изучив прекрасные цветные иллюстрации, можно уяснить, в каких районах бушуют циклоны (кстати, тропический циклон называется ураганом в Атлантическом океане и на северо-востоке и юге Тихого океана, тайфуном – на северо-западе Тихого океана, циклоном – в Индийском океане и у берегов Австралии), как образуются ураганы и почему 2006 год был таким спокойным.

128. Пудов В.Д. Рождественские игры течений и ветров // Химия и жизнь – XXI век. – 2007. – № 1. – С. 62-65 : ил.

Испанское слово El-Nino (Эль-Ниньо) означает «младенец». Такое название получило одно из природных явлений на Земле, которое проявляет себя во всей мощи именно на католическое Рождество, почему его так и назвали. Эль-Ниньо представляет собой резкое, на несколько градусов, повышение температуры поверхностных вод экваториальной и тропической зоны Тихого океана. Эль-Ниньо охватывает площади в миллионы квадратных километров и длится несколько зимних месяцев. Наиболее мощные Эль-Ниньо прошлого столетия случились зимой 1972-1973, 1982-1983 и 1997-1998 годов. Повышение температуры поверхности океана на таких гигантских площадях приводит к перестройке динамики всей атмосферы Земли. В 1982-1983 гг. в Колумбии и Эквадоре количество осадков превысило норму в десятки, а в Перу – даже в сотни раз. В это же время жестокая засуха поразила многие районы Африки. Погодные катаклизмы стоили жизни тысячам человек и принесли материальные убытки на 3 млрд долларов. Спустя 14 лет прямые экономические потери составили уже 34 млрд. За время Эль-Ниньо 1997-1998 годов суммарные объемы осадков изменились на четверти поверхности Земли. Температуру океана, а также изменение уровня его поверхности легко измерять из космоса. Накоплено уже довольно много изображений Эль-Ниньо, благодаря которым можно изучать развитие этого явления. Ученые установили связь между числом тайфунов и Эль-Ниньо. Перед его возникновением на северо-западе Тихого океа-

на зарождается больше мощных тайфунов, чем в другие годы. В годы же окончания Эль-Ниньо резко уменьшается общее количество тропических циклонов, а мощные тайфуны зарождаются исключительно редко. Именно Эль-Ниньо является причиной затишья 2006 г. Долгосрочный прогноз интенсивности образования тропических циклонов и времени формирования Эль-Ниньо дает возможность подготовиться к ударам стихии и сберечь жизни сотен, а то и тысяч людей.

129. Тиванова К. Как процессы, происходящие в океане, влияют на климат Земли? // В мире науки. – 2007. – № 3. – С. 82-83.

В 1970-е годы в Северной Атлантике, которую называют «кухней погоды», были обнаружены соленосные аномалии. Таяние вынесенного из Гренландии большого количества льда привело к сильному опреснению воды и нарушило циркуляцию в глубинах океана. Последствием природного дисбаланса стал контраст холодных вод с северной стороны субполярного фронта и теплых – с южной. Это привело к увеличению числа образующихся над Северной Атлантикой циклонов и количества переносимой ими влаги.

130. Волков А. Ждать у моря погоды // Знание – сила. – 2002. – № 5. – С. 4-7 : ил.

Как и на суше, в Мировом океане существуют своеобразные реки-течения. Самое известное из них – теплое течение Гольфстрим в Атлантике. Оно берет начало в Мексиканском заливе и течет на север, обогревая берега США и Европы. Постепенно часть теплой воды испаряется. Оставшаяся вода становится соленее и холоднее, плотность ее растет. Наконец, на широте Лабрадорской котловины вода делается так тяжела, что «водопадом» стремится в глубь океана. На глубине двух километров Гольфстрим поворачивает на юг. Лет через тридцать пять он достигает окрестности Южного полюса, огибает Антарктиду и поворачивает на север. Совершив кругосветное путешествие, длившееся почти сто лет, поток вновь впадает в Мексиканский залив. По разным прогнозам в XXI веке мощь Гольфстрима уменьшится. В случае его

полной остановки в Северной и Центральной Европе разразится новый ледниковый период.

131. Тривога через різке ослаблення Гольфстріму // Наук. світ. – 2006. – № 5. – С. 11.

К сожалению, опасения ученых относительно Гольф-стрима начинают сбываться. Участники океанографической научной экспедиции измеряли силу течения и установили, что за 12 лет после предыдущей экспедиции, течение замедлилось на 30%, его мощность уменьшилась на шесть миллионов тонн воды в секунду. Глобальное потепление ведет к повышению температуры атлантических вод, к их опреснению вследствие таяния льдов Гренландии и Арктики, а следовательно – к уменьшению их плотности. Это затрудняет опускание вниз холодной воды и, в конце концов, замедляет работу механизма, приводящего Гольфстрим в движение. Так остановится ли Гольфстрим? Пока в климатических моделях он исправно течет на север. Время резких перемен может настать лет через сто, но это не повод, чтобы пренебречь исследованиями и прогнозами.

Вулканы и климат

Первым, кто обратил внимание на возможное влияние на климат газов и пыли от извержения вулканов, был Бенджамин Франклин. Он высказал мнение, что именно крупное извержение двух исландских вулканов – Геклы и Лаки в 1783 году было причиной резкого похолодания в Европе. Самой крупной вулканической катастрофой новейшего времени стало извержение в 1815 г. вулкана Тамбора, расположенного на индонезийском острове Сумбава. В воздух было выброшено 120-150 кубических километров пепла, в течение трех лет после извержения планету обволакивала пелена из частичек пыли и пепла, отражая часть солнечных лучей и охлаждая планету. Начался голод, вспыхнули эпидемии. Пострадали обширные районы Азии, Европы и Северной Америки.

Данные о сильных извержениях, произошедших в более отдаленном прошлом, можно получить с помощью различных методов

палеоклиматологии. Так, в слоях льда крупных ледников сохраняются соединения серы, осажденные из атмосферы после взрывных вулканических извержений. Использование таких данных позволило установить, что сильное извержение произошло в 536 г. Записи историков позднеантичного времени подтвердили образование в том году в атмосфере малопрозрачной пелены, которая сохранялась более года, вследствие чего яркость Солнца снизилась до яркости Луны. Извержение произошло в тропических широтах, и образовавшееся облако было примерно вдвое более плотным по сравнению с аэрозольным слоем, возникшим после извержения вулкана Тамбора.

Возможно, что еще более значительным было колебание климата после извержения вулкана на острове Санторин в восточной части Средиземного моря. Это произошло приблизительно в 1500 году до нашей эры. Вследствие этой катастрофы погибла высокоразвитая крито-микенская цивилизация.

Логично предположить, что для гораздо более продолжительных интервалов времени, сравнимых с длительностью геологических эпох и периодов, воздействие извержений вулканов на климат было намного сильнее по сравнению с воздействием извержений, происходивших на протяжении последних нескольких тысяч лет.

132. Биелло Д. Вулкан – климатическая лаборатория // В мире науки. – 2007. – № 2. – С. 11.

Во время извержения вулкана Пинатубо на Филиппинах в июне 1991 года в атмосферу было выброшено 10 кубических километра пепла и газа. Ученые изучили реакцию атмосферы на это извержение. Она оказалась очень скорой. Закрывающие Землю от Солнца аэрозоли сульфатов, выброшенные вулканом, оказывали охлаждающее действие в течение четырех месяцев. Планета излучала в пространство меньше тепла, в результате постепенно начала снижаться влажность, и атмосфера вновь достигла равновесия.

133. Волков А. Когда меркнет Солнце // Знание – сила. – 2007. – № 6. – С. 32-38 : ил.

Статья не только рассказывает о климатических катастрофах прошлого, вызванных извержениями вулканов, но и знакомит с супервулканами, извержение ко-

торых может поставить на край гибели нашу цивилизацию. Супервулкан – это не гора, уходящая ввысь, это – гигантская магматическая камера, в которой медленно прибывает лава и нагнетается давление. Чем она больше, тем реже взрывается. По оценкам экспертов, дремлющий вулкан на территории Йеллоустонского национального парка (его размеры 80×65 километров) взрывается раз в 600 тысяч лет. Последний раз это произошло 630 тысяч лет назад. Так что пришла пора просыпаться этому гиганту. В самом деле, почва в его окрестностях сейчас понемногу приподнимается – почти по сантиметру в год. Вопрос лишь в том, как долго будет распирает эту «пороховую бочку». Несколько тысяч лет? Несколько столетий? Или...

Озон и климат

В 1985 году специалисты по исследованию атмосферы из Британской антарктической службы сообщили о совершенно неожиданном факте: весеннее содержание озона в атмосфере над станцией Халли-Бей в Антарктиде уменьшилось за период с 1977 по 1984 год на 40%. Вскоре этот вывод подтвердили и другие исследователи, показавшие также, что область пониженного содержания озона простирается за пределы Антарктиды и по высоте охватывает слой от 12 до 24 км, т.е. значительную часть нижней стратосферы. Фактически это означает, что в полярной атмосфере имеется озоновая «дыра».

Открытие обескуражило как ученых, так и широкую общественность, поскольку из него следует, что слой озона, окружающий нашу планету, находится в большей опасности, чем предсказывали модели атмосферы. Утончение этого слоя может привести к серьезным последствиям для человечества. Содержание озона в атмосфере не достигает и одной миллионной доли от содержания остальных газов, однако именно озон поглощает большую часть солнечной ультрафиолетовой радиации, не давая ей достигнуть земной поверхности. Ультрафиолет обладает достаточной энергией, чтобы разрушать многие органические молекулы, включая ДНК. Он может вызывать рак кожи, катаракту и иммунную

недостаточность, а также повреждать посевы и морские экосистемы.

Учитывая столь серьезный характер этих эффектов, ученые ведут многолетние систематические исследования озонового слоя нашей планеты.

134. Кароль И.Л. Озон в атмосфере Земли / И.Л.Кароль, С.Б.Перов // Земля и Вселенная. – 1988. – № 2. – С. 10-16 : ил.

С озоном связано немало предрассудков. Так, например, существует мнение, что после грозы воздух «чист и пахнет озоном». Действительно, этот газ имеет характерный резкий запах (само его название происходит от греческого слова «пахучий»), но человек способен ощутить его, только если концентрация озона превышает предельно допустимую норму не менее чем в 10 раз. Так что, если в воздухе запахло озоном, то тут и до беды недалеко. Как же образуется озон? Почему он разрушается? Является ли человеческая деятельность причиной уменьшения озонового слоя? Влияет ли озон на усиление парникового эффекта? Какие меры следует предпринять для защиты людей от глобальной опасности – утраты озонового щита? Ответы на эти вопросы читатель найдет в статье, написанной по результатам многочисленных исследований, проведенных в 80-е годы прошлого века.

135. Столарски Р.С. Озоновая дыра над Антарктикой // В мире науки. – 1988. – № 3. – С. 6-13 : ил.

Эксперименты, проведенные после обнаружения озоновой дыры над Антарктикой, опирались на две гипотезы. Согласно одной из них, причиной дыры является выброс в атмосферу химических веществ антропогенной природы (поллютантов). Другая теория возлагает вину за образование дыры на естественные изменения в циркуляции воздушных масс. Обеспокоенность последствиями выброса поллютантов возникла еще до обнаружения озоновой дыры. В 1970-е, когда сверхзвуковые лайнеры, казалось, вот-вот начнут регулярные полеты, появились опасения, что выбросы водяного пара и оксидов азота могут оказать разрушительное воздействие на атмосферу на больших

высотах. Сверхзвуковой воздушный транспорт так и не стал реальностью, однако в последующие годы выбрасывание в окружающую среду оксида азота в результате сжигания все в больших количествах ископаемого топлива и массового применения азотных удобрений привело к таким же опасениям. Но и они отошли на второй план, когда в 1974 г. ученые из Калифорнийского университета забили тревогу по поводу все возрастающего использования соединений, известных под названием хлорфторуглеродов (фреоны). Эти газы служили хладагентами в холодильниках и кондиционерах, распылителями для аэрозольных смесей, пенообразующими агентами и очистителями для электронных приборов. Сущность хлорфторуглеродной проблемы заключается в том, что небольшого количества хлора достаточно для разрушения значительного количества озона.

136. Корсак К.В. Озоновая дыра – сигнал небезопасности / К.В.Корсак, М.Я.Коцаренко. – К. : Т-во «Знання» УРСР, 1990. – 48 с. – (Сер. 5 «Вдумливим, допитливим, кмітливим» ; № 7).

Брошюра знакомит с шагами, предпринятыми мировым сообществом для спасения озонового слоя нашей планеты. Почти 10 лет Программа ООН по вопросам охраны окружающей среды анализировала ситуацию с озоном, чтобы выработать международные соглашения по его охране. Наконец, в 1985 г. была подписана Венская конвенция, в которой указаны две возможные причины изменений озонового слоя: естественная и антропогенная. В 1987 г. был принят Монреальский протокол, в котором основная ответственность за изменения озонового слоя была возложена на увеличивающуюся концентрацию фреонов. Монреальский протокол обязал страны мира поэтапно снизить производство фреонов. Через два года представители 81 страны мира единогласно приняли Хельсинкскую декларацию о защите озонового слоя, тем самым дав согласие на полное прекращение производства фреонов.

137. Звягинцев А.М. Судьба озоносферы Земли // Земля и Вселенная. – 2003. – № 6. – С. 26-35 : ил.

Выполнение международных соглашений о прекращении производства фреонов потребовало перестройки химической и связанных с ней отраслей промышленности, что очень дорого обошлось мировому сообществу. Оправданны ли эти затраты? Большинство ученых считают, что оправданны. Они по-прежнему объясняют истощение озонового слоя воздействием продуктов разложения соединений, содержащих хлор. Однако не все специалисты с этим согласны. Автор статьи аргументировано доказывает, что возникновение и развитие озоновой дыры над Антарктидой определяется, в первую очередь, не накоплением антропогенных фреонов. Главную роль всегда играют метеорологические процессы, определяющие температуру и концентрацию озоноразрушающих веществ. В заключение статьи сделан прогноз о постепенном возвращении озонового слоя к состоянию, существовавшему до 80-х годов XX века.

138. Звягинцев А.М. Проблема приземного озона / А.М.Звягинцев, Г.М.Крученицкий // Земля и Вселенная. – 1998. – № 2. – С. 27-31 : ил.

Помимо уменьшения общего содержания озона, идет другой процесс – увеличение концентрации озона в приземном слое воздуха, т.е. в том воздухе, которым мы дышим. Озон – сильнейший окислитель, он отнесен к веществам наивысшего класса опасности (достаточно сказать, что по токсичности он превосходит даже цианистую кислоту). Практически во всех цивилизованных странах озон включают в первую пятерку веществ, содержание которых в воздухе подлежит контролю. В Европе имеется более 200 станций, проводящих регулярные наблюдения приземного озона, не меньше их и в США. К сожалению, в Украине мониторинг приземного озона не проводится.

Изменения климата и человек

Тот факт, что газы, задерживающие тепловое излучение Земли, накапливаются в атмосфере, можно считать установленным с достаточной степенью надежности. Начиная с середины XIX века количество углекислого газа (диоксид углерода, CO₂) в атмосфере возросло примерно на 25%. Причиной этого служит хозяйственная деятельность человека (в особенности сжигание угля и нефти в качестве топлива и вырубка лесов), ведущая к выделению большого количества CO₂, который в естественных условиях удаляется из атмосферы в результате поглощения его водой в океанах и растениями, использующими его для фотосинтеза.

В воздухе содержится 0,03% углекислого газа, однако, несмотря на столь малую концентрацию, он и некоторые другие газы, присутствующие в воздухе в еще меньших количествах, играют важную роль в поддержании определенной температуры на Земле. В отличие от азота и кислорода, на которые приходится 99% объема атмосферного воздуха, эти газы поглощают инфракрасную радиацию (тепловое излучение). Поскольку в этом отношении они подобны стеклянной крыше парника, их называют парниковыми газами.

Увеличение концентрации этих газов приводит к тому, что в атмосфере начинает задерживаться больше тепла и в результате повышается температура. Потепление климата, вызываемое накоплением в атмосфере парниковых газов, было предсказано в начале прошлого века шведским ученым Сванте Аррениусом.

139. Раддиман У. Когда люди впервые начали влиять на климат Земли? // В мире науки. – 2005. – № 6. – С. 30-37 : ил.

Принято считать, что деятельность человека начала существенно влиять на климат Земли в начале прошлого столетия. Но сейчас появилась гипотеза о том, что еще наши древние предки много тысячелетий назад неосознанно изменяли климат Земли, занимаясь земледелием, сопровождавшимся выбросами в воздух двуокиси углерода и других парниковых газов. Статья, написанная автором гипотезы, подробно рассказывает, как именно уничтожение лесов с целью освобождения земли под посевы зерновых культур способствовало росту концентрации углекислого газа, а

ирригация полей для выращивания риса способствовала увеличению эмиссии метана. Свою гипотезу ученый проверил с помощью специальной климатической модели. Моделирование показало, что если бы деятельность человека не сопровождалась выбросами парниковых газов, температура на нашей планете была бы почти на 2°С ниже, чем сейчас. Этого вполне достаточно, чтобы ледниковый период продолжался.

140. Антропогенные изменения климата / под ред. М.И.Будыко, Ю.А.Израэля. – Л. : Гидрометеоиздат, 1987. – 405,[1] с. : ил.

В работах по проблеме антропогенного изменения климата принимали участие ученые, представляющие многие научные направления. Необходимость такого широкого подхода объясняется междисциплинарным характером проблемы. На основании палеоклиматических данных, материалов инструментальных метеорологических наблюдений и моделей изменения климата был сделан вывод о неизбежности развития в конце XX – начале XXI вв. значительного глобального потепления вследствие изменения химического состава атмосферы. Книга, в которой подведены итоги выполненных в 1960-1980-х гг. исследований, снабжена предметным указателем и обширной библиографией.

141. Парниковый эффект, изменение климата и экосистемы / под ред. Б.Болина [и др.] ; пер. с англ. под ред. М.Я.Антоновского [и др.] ; предисл. М.И.Будыко. – Л. : Гидрометеоиздат, 1989. – 556,[1] с. : ил.

Книга представляет собой отчет, подготовленный коллективом авторов для научного комитета по проблемам окружающей среды Международного совета научных союзов. Она состоит из трех частей: в первой рассматривается взаимосвязь между энергопотреблением, экономической деятельностью и поступлением в атмосферу углекислого газа, малых газовых составляющих и аэрозолей, во второй – грядущее потепление климата за счет парникового эффекта, в третьей – влияние роста концентрации CO₂ на мировое сельское хозяйство и глобальные лесные экосистемы. Еще двадцать лет назад ученые считали, что

главной целью исследования изменений атмосферных парниковых газов в будущем является не только прогноз их концентраций, но и получение ответа на вопрос: до какой степени и как можно ограничить будущие изменения и регулировать их воздействие на окружающую среду?

142. Зміна клімату та міста: оглядовий документ № 30 : підготовлено для Британської Ради Центром дослідження кліматичних змін Тиндаль. – [Б.м., б.р.]. – 56 с.

По данным ООН, около 50% населения мира проживает в городах, при этом они потребляют 75% общего объема использованной энергии. В будущем количество городских жителей и доля потребляемой ими энергии будет возрастать. Поэтому судьба климата Земли непосредственно связана с тем, как будут развиваться города в следующие десятилетия. Города чрезвычайно уязвимы к изменениям климата. Многие из них расположены на берегах морей и, следовательно, зависят от роста уровня воды, увеличения количества и силы штормов. Большие города также создают эффект, известный как «городской остров жары». В центре города температура может быть на несколько градусов выше, чем на окраинах. Это означает, что городское население будет больше страдать от смертей вследствие высокотемпературного стресса и низкого качества воздуха. Приведенные в публикации данные о влиянии изменения климата на города взяты из третьего отчета МГЭИК. Проблемы, с которыми сталкиваются города, освещены на примере таких городов, как Лондон, Шанхай, Лагос и Торонто. Интересны сведения о том, как города реагируют на изменения климата, какие усилия предпринимают для уменьшения выбросов парниковых газов, для развития новых технологий энергообеспечения и транспорта.

143. Изменение климата, 2001. Обобщенный доклад. Оценка Межправительственной группы экспертов по изменению климата / под ред. Т. Уотсона. – Женева : ВМО, 2003. – 220 с.

Книга содержит обобщенный доклад МГЭИК, резюме для лиц, определяющих политику, и технические резюме трех докладов рабочих групп МГЭИК, а также вспомогательные приложения. В оценках МГЭИК сделана попытка дать ответ на следующие вопросы: изменился ли климат Земли в результате деятельности человека? Каковы прогнозируемые изменения климата в будущем? Насколько уязвимы сельское хозяйство, водоснабжение, экосистемы и здоровье человека при различных уровнях изменения климата? Каков технический, экономический и рыночный потенциал вариантов адаптации к изменению климата?

144. Григорьев Р. Потепление вокруг потепления // Знание – сила. – 2007. – № 7. – С. 28-30.

Статья рассказывает о четвертом отчете Межправительственной группы по изменению климата при ООН (МГЭИК), в составлении которого участвовало около шестисот ведущих специалистов в самых разных областях климатологии. В выводах отчета, которые были утверждены единогласно, подчеркнута их научная обоснованность. «С вероятностью более чем 90% можно утверждать, что нынешнее глобальное потепление вызвано, в основном, деятельностью людей». Называя эту цифру, составители отчета надеялись, что она раз и навсегда положит конец возражениям скептиков. Однако скептики считают, что раз 10% неопределенности все еще остаются, то в эту брешь вполне может ворваться какой-нибудь новый Галилей или Эйнштейн с совершенно иным объяснением.

145. Изменение климата : опасность растет / У. Коллинз, Р. Колмэн, Ф. Моут, М. Мэннинг, Дж. Хейвуд // В мире науки. – 2007. – № 11. – С. 68-75 : ил.

Авторы статьи, основанной на четвертом докладе МГЭИК, были членами ее Рабочей группы I, готовившей оценку изменения климата, опираясь на многочис-

ленные новые или уточненные данные с использованием моделей. По прогнозам, составленным на основе этих моделей, в ближайшие 20 лет глобальная температура будет в среднем увеличиваться примерно на 0,2°С в десятилетие. Однако на долгосрочное потепление в течение XXI в. будут сильно влиять масштабы выбросов парниковых газов в будущем, и здесь прогнозы предусматривают множество различных сценариев в зависимости от темпов экономического роста и потребления ископаемого топлива. В статье весьма наглядно проиллюстрированы прогнозируемые изменения температуры на основе трех сценариев: с низким, умеренным и высоким выбросами парниковых газов.

146. Последствия происходящего потепления // В мире науки. – 2007. – № 11. – С. 76.

Создает ли глобальное потепление реальные проблемы для человечества? Решать этот вопрос пришлось Рабочей группе II МГЭИК. В докладе за 2007 г. она сделала вывод, что потепление в результате человеческой деятельности оказало заметное влияние на физические и биологические системы и в будущем оно может негативно повлиять на здоровье и благополучие миллионов людей во всем мире. В качестве иллюстрации приведена карта земного шара с указанием наиболее вероятных и внушающих опасения последствий глобального потепления в различных регионах.

147. Зимина Т. Нобелевские премии 2007 года // Наука и жизнь. – 2008. – № 2. – С. 16-17 : ил.

Нобелевскую премию мира за 2007 года поделили между собой Межправительственная группа по изменению климата при ООН (МГЭИК) и бывший вице-президент США Альберт Гор. Как сказано в официальном сообщении Нобелевского комитета, столь высокой награды МГЭИК была удостоена «за усилия и работу по распространению знаний об изменениях климата и принятию мер в целях пресечения распространения негативных процессов». Впервые в истории Нобелевских премий награда присуждена за исследования крупно-

масштабных процессов. И получить ее было непросто: на премию претендовали 140 частных лиц и 46 организаций. Размер премии составляет 1,542 млн долларов США, и ее поделили пополам между МГЭИК и А.Гором. МГЭИК свою премию, скорее всего, направит на новые научные исследования.

148. Гор А. Неудобная правда. Глобальное потепление. Как остановить планетарную катастрофу / А.Гор. – М. : Амфора, 2007. – 328 с. : ил. – (Новая эврика).

149. Гор А. Неудобная правда. Кризис глобального потепления / А.Гор. – М. : Амфора, 2008. – 191 с. : ил.

Книга Альберта Гора стала мировым бестселлером. По ней был снят документальный фильм, с которым, а также с чтением лекций, Гор объездил многие страны. В предисловии к книге он пишет: «Иногда кажется, что наш климатический кризис протекает медленно, но на самом деле он происходит очень быстро, став воистину планетарной опасностью. И для победы над этой угрозой мы сначала должны признать факт ее существования. Почему наши лидеры, как нам кажется, не слышат такие громкие предупреждения об опасности? Они сопротивляются правде, потому что в момент признания окажутся перед своим моральным долгом – действовать. Просто гораздо удобнее игнорировать предупреждения об опасности? Возможно, но неудобная правда не исчезает только потому, что она не замечена».

Углекислый газ и климат

150. Углекислый газ в атмосфере / пер. с англ. С.Г.Звенигородского ; под ред. В.Баха [и др.]. – М. : Мир, 1987. – 534 с. : ил.

151. Борисенков Е.П. Круговорот углерода и климат / Е.П.Борисенков, К.Я.Кондратьев. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 319 с. : ил.

Познакомившись с рекомендуемыми книгами, читатель получит полную картину состояния исследова-

ний роста содержания углекислого газа в атмосфере, связанного с хозяйственной деятельностью человека, и последствий этого роста для климата Земли, которая сложилась к концу 80-х годов прошлого века.

Книги, первая из которых написана специалистами из США и Западной Европы, а вторая – советскими исследователями, сохранили свою ценность и актуальность.

152. Хайтон Р.А. Глобальные изменения климата / Р.А.Хаутон, Дж.М.Вудвелл // В мире науки. – 1989. – № 6. – С. 6-15 : ил.

Хорошо иллюстрированная, обстоятельная статья поможет читателю составить представление о круговороте углерода в природе. На фотосинтез, происходящий в растениях, ежегодно расходуется около 100 млрд тонн атмосферного углерода. При дыхании растения и почва выделяют по 50 млрд тонн углерода. Сжигание ископаемого топлива и сведение лесов дают соответственно 5 и 2 млрд тонн. В результате физико-химических процессов, идущих на поверхности моря, 100 млрд тонн углерода выделяется в атмосферу и 104 поглощается океаном. Таким образом, в атмосфере ежегодно накапливается около 3 млрд тонн углерода. Систематические исследования накопления в атмосфере диоксида углерода начались в 1958 г. Более ранние данные ученые получают в результате анализа воздуха, сохранившегося в виде пузырьков в глетчерном льду в различных районах земного шара. Приведенные в статье графики демонстрируют замечательное совпадение кривых температуры с кривыми содержания углекислого газа в атмосфере.

153. Лосев К.С. Проблема эмиссии парниковых газов / К.С.Лосев, М.Д.Ананичева // Земля и Вселенная. – 2000. – № 4. – С. 11-20.

Суммарная для Земли эмиссия CO₂ в атмосферу вследствие сжигания ископаемого топлива увеличилась за 1950-1995 гг. в 3,6 раза. Первое место по величине выбросов занимают США, второе – Китай, третье – Россия. В развитых государствах Европы и в Японии выбросы углекислого газа снижаются, а в странах с

переходной экономикой они резко сократились в связи со спадом производства (в Украине – на 43,5%). Исторический опыт показывает: после спада неизменно следует рост. Поэтому на территории бывшего СССР выбросы углерода увеличатся. Для компенсации эмиссии углерода, возникающей в результате разрушения естественных экосистем, необходимо сохранить примерно 2/3 территории в нетронutom состоянии в государствах, расположенных в зоне умеренного климата. Экосистемы, преимущественно лесные, поглощают углерод, обеспечивая устойчивость окружающей среды. К сожалению, на территории Украины естественные экосистемы практически полностью разрушены.

154. Красилов В.А. Климатические изменения : предотвратить или приспособиться? // Природа. – 1992. – № 5. – С. 66-70 : ил.

Ученые обнаружили несомненную связь между содержанием двуокиси углерода в атмосфере и Эль-Ниньо. Оказалось, что в начале Эль-Ниньо концентрация CO_2 уменьшается, а затем увеличивается, превышая техногенную добавку. Ряд исследований подтверждает, что основным регулятором CO_2 в атмосфере является океаническая циркуляция. Становится все более очевидным, что в системе « CO_2 –температура» ведущий фактор – температура, а не CO_2 и что происходящее увеличение концентрации CO_2 (включая техногенное) объясняется потеплением, а не наоборот.

155. Вартбург М. Новая напасть // Знание – сила. – 2002. – № 7. – С. 63-64.

Большинство ученых считают, что накопление углекислого газа в атмосфере будет вести к неуклонному, но медленному потеплению. Глава американского Национального исследовательского совета выдвинул новую гипотезу. По его мнению, теперь стала очевидной и другая возможность: постепенные изменения могут достичь такого уровня, при котором произойдет мгновенное потепление климата. Слово «мгновенное» здесь не следует понимать в геологическом смысле.

Речь идет о резких изменениях, могущих произойти в течение считанных лет.

156. Ньюэлл Р.Э. Моноксид углерода в атмосфере : неожиданные источники / Р.Э.Ньюэлл, Г.Дж.Рейхль, В.Зайлер // В мире науки. – 1989. – № 12. – С. 44-51 : ил.

Прибор, который разработали авторы статьи и который дважды побывал в космосе на борту космического корабля «Чэлленджер», позволил построить карту распределения монооксида углерода (СО) над обширной территорией земного шара. Эти исследования, а также данные измерений с самолетов и наземных станций ясно показали, что сжигание тропических дождевых лесов и растительности в саваннах приводит к выбросам в атмосферу не меньшего количества монооксида углерода, чем сжигание ископаемого топлива. Возрастание содержания в атмосфере монооксида углерода способствует накоплению газовых примесей, таких как озон, который ядовит для растений, и метан, который способствует усилению парникового эффекта и тем самым повышению температуры на Земле.

Метан и климат

В последние годы становится все более очевидным, что, помимо CO_2 , в атмосфере растет содержание многих малых газовых составляющих, в частности метана (CH_4). О присутствии метана в атмосфере стало известно начиная с 40-х годов прошлого века. Ученые тщательно исследовали его происхождение и пришли к выводу, что он выделяется при разработке нефтяных месторождений (100 млн тонн ежегодно) и возделывании риса (50 млн); метановыми пузырьками бурлят сточные воды (20 млн); он улетучивается при сжигании отходов (30 млн) и хранении их на свалках (30 млн). Наконец, до 80 млн тонн метана ежегодно выделяют в атмосферу стада коров. Около 160 млн тонн образуется в результате естественных процессов, протекающих в природе, в основном в болотных топях (недаром этот газ называют «болотным»). Итак, две трети метана, поступающего в атмосферу, антропогенного происхождения.

Метан, в пересчете на одну молекулу, почти вчетверо более действенный парниковый газ, чем углекислый. При насыщении атмосферы метаном выход отраженных солнечных лучей затрудняется, и планета под этой шубой нагревается. В свою очередь потепление может вызвать быстрый и мощный выброс метана в атмосферу, подобный тому, который произошел в конце минувшего ледникового периода. Его избыток вызовет уже не постепенное, а резкое потепление с катастрофическими последствиями.

157. Ясаманов Н.А. Метан и климат // Экология и жизнь. – 2003. – № 5. – С. 51-54.

Автор высказывает предположение, что в глобальном потеплении в основном «повинен» метан. Мало того, что он сам активно участвует в парниковом эффекте, на высоте 15-20 км (этот легкий газ быстро попадает на границу тропосферы и стратосферы) под действием солнечных лучей он разлагается на водород и углерод, который, соединяясь с кислородом, образует углекислый газ. Следовательно, чем больше метана попадает в атмосферу, тем больше в ней образуется CO_2 и тем сильнее парниковый эффект.

158. Волков А. Метановое море, метановое небо // Знание – сила. – 2002. – № 12. – С. 4-8 : ил.

Особое внимание в последние годы ученые обращают на еще один важный природный источник метана – Мировой океан. Долгое время считалось, что пузырьки метана, поднимаясь со дна океанов, не успевают всплыть к поверхности и либо растворяются в воде, либо поглощаются бактериями. Однако наблюдения показали, что во многих районах океана эти пузырьки достигают атмосферы. Откуда же в океанах берется метан? Может ли он вызвать глобальное потепление? Или глобальное потепление, наступившее в силу антропогенных причин, приведет к огромному выбросу метана из океанов в атмосферу? В последнем случае пелена метана окутает планету, как парниковая пленка, и далеко не все земные организмы смогут к этому приспособиться.

159. Бухбиндер А. Судьбы метана // Знание – сила. – 2003. – № 10. – С. 9-11 : ил.

Бактерии, живущие на дне океана, в процессе своей жизнедеятельности непрерывно разлагают имеющиеся там органические вещества, выделяя метан. При низких температурах, господствующих на дне, вода, насыщенная метаном, образует огромные снежно-метановые глыбы. До недавнего времени они изучались простукиванием ультразвуком, идущим с поверхности воды. Статья знакомит с исследованиями американских гидрологов, которые резко улучшили методику изучения, опустив источники и приемники ультразвука под воду, вплотную к океаническому дну. Оказалось, что даже без особо резких изменений температуры воды снежно-метановые глыбы могут распасться с бурным выделением метана в атмосферу.

160. Планету подогрел выброс метана? // Природа. – 1998. – № 2. – С. 113.

161. Потепление пахнет метаном // Химия и жизнь. XXI век. – 2007. – № 10. – С. 16.

Сибирь начала понемногу оттаивать. Древнее органическое вещество, захороненное в мерзлых грунтах, поступает в реки и Северный Ледовитый океан, в том числе в виде метана. Специалисты из Тихоокеанского океанологического института им. В.И.Ильичева ДВО РАН (Владивосток) совместно с американскими коллегами измерили содержание метана в устьях Оби, Енисея, Лены, а также в озерах в районах сплошной мерзлоты. Выяснилось, что поверхностный слой воды перенасыщен метаном от 20 до 200 раз в сравнении с нормой.

162. Биелло Д. Метан : хорошие новости // В мире науки. – 2007. – № 1. – С. 9.

Химики Калифорнийского университета отслеживают состояние атмосферы с 1978 г. Они отбирают пробы воздуха в 40 точках нашей планеты – от Аляски до Новой Зеландии – и определяют уровень содержания метана в нижних слоях атмосферы. Оказалось, что концентрация метана, которая последние 20 лет постоянно увеличивалась, в 2005 г. стабилизировалась. Основные гипотезы таковы:

уменьшение энергопотребления в результате распада СССР и понижения уровня промышленного производства в бывших союзных республиках; уменьшение эмиссии метана из шахт при добыче угля; частые засухи, которые способствуют понижению выделения газа в заболоченных местностях; сокращение производства риса. Однако у ученых нет причин полагать, что уровень метана останется неизменным. Таяние арктических льдов и вечной мерзлоты могут высвободить большое количество метана.

163. Кепплер Ф. Метан и изменение климата / Ф.Кепплер, Т.Рекманн // В мире науки. – 2007. – № 5. – С. 64-69 : ил.

Согласно общепринятой точке зрения, метан вырабатывается микробами, размножающимися в отсутствие кислорода. Однако эксперименты, проведенные группой ученых, в которую входили авторы статьи, неожиданно показали, что этот природный газ выделяют растения. Интенсивное освещение в СМИ привело к неверной интерпретации результатов. Появились даже такие заголовки: «Глобальное потепление – вините леса». Авторы считают необходимым заявить, что растения выделяют в атмосферу метан уже сотни миллионов лет. Эти выбросы способствовали природному парниковому эффекту, без которого жизнь в том виде, в каком она есть, была бы невозможна. Однако зеленые насаждения не могут быть источником значительного увеличения концентрации CH_4 с момента начала индустриализации: это стало следствием человеческой деятельности. Открытие привело также к спекуляциям на тему, что выделение метана растениями может уменьшить или даже перевесить пользу от восстановления лесов для улавливания углекислого газа. В пылу полемики люди забыли, что леса – зеленые легкие планеты, они выделяют кислород, благодаря которому возможна жизнь, а также формируют природную среду, поддерживающую биологическое разнообразие. Изменение климата связано прежде всего с широкомасштабным сжиганием ископаемого топлива.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛИМАТА

Каким будет климат будущего? Процессы, определяющие глобальный климат, слишком значительны по масштабам и слишком сложны, чтобы допускать физическое моделирование в лабораторных условиях. Чтобы заглянуть в будущее, ученые используют математические модели климата. В основе всех моделей климата лежит математическое описание физических процессов. Структура модели и степень ее сложности зависят от той проблемы, для решения которой она предназначена. Модель, разработанная для расчета изменений, происходящих на протяжении миллионов лет, должна учитывать такие процессы, влияющие на климат, как наступление и отступление ледников и лесов, движение литосферных плит, перенос тепла с поверхности океана в его глубины и целый ряд других параметров. В то же время модель, предназначенная для предсказания погоды на ближайшую неделю, этими переменными пренебрегает и описывает лишь те изменения, которые происходят в атмосфере.

Для того, чтобы исследовать эффект, оказываемый накоплением парниковых газов, в модель «вводят» дополнительные параметры и результат работы модели сравнивают с контрольным расчетом климата, соответствующего реальному составу атмосферы. Результаты расчетов по последним моделям глобальной циркуляции согласуются друг с другом: они показывают, что удвоение количества атмосферного диоксида углерода или эквивалентное увеличение содержания других парниковых газов приведет к повышению температуры на Земле на 3-5,5 градусов Цельсия. Такое потепление в истории нашей планеты не имеет аналогов; оно близко к величине потепления, происшедшего 18 тысяч лет назад вслед за последним оледенением, но займет от 10 до 100 раз меньше времени.

164. Шнайдер С.Г. Моделирование климата // В мире науки. – 1987. – № 7. – С. 32-41 : ил.

Автор статьи, сотрудник Национального центра атмосферных исследований (США), доступно и логично излагает основные понятия, связанные с моделированием климата. Пока что основная цель моделирования климата – надежное предсказание основных характеристик, таких как температура и распределение

осадков – остается нереализуемой. В чем способны помочь модели, так это в определении чувствительности климата к различным неопределенным переменным. Если речь идет об углекислом газе, можно разработать ряд экономических, технологических и демографических сценариев и создать модель для оценки климатических изменений, соответствующих каждому сценарию. Автор знакомит с конкретными моделями, разработанными американскими учеными, одни из которых моделируют возможные климатические последствия парникового эффекта, другие моделируют палеоклимат, третьи прогнозируют изменения климата, которые могут произойти в случае ядерной войны.

165. Пархоменко В.П. Математическое моделирование климата / В.П.Пархоменко, Г.Л.Стенчиков. – М. : Знание, 1986. – 32 с. – (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Математика, кибернетика» ; № 4).

Создание математических моделей климата было начато в СССР в середине 70-х годов прошлого века по инициативе академика Н.Н.Моисеева. Брошюра знакомит с климатической моделью, разработанной в Вычислительном центре АН СССР, и с результатами расчетов климатических сдвигов, вызванных изменениями оптических свойств атмосферы при двух различных режимах воздействия: медленном и сравнительно равномерном загрязнении воздуха промышленными выбросами углекислого газа и пыли, а также быстром катастрофическом загрязнении атмосферы в Северном полушарии пылью и дымом в результате ядерных бомбардировок и вызванных ими пожаров в горах, на промышленных объектах, в лесах и т.д.

166. Бернер Р.А. Моделирование геохимического цикла углерода / Р.А.Бернер, А.С.Ласага // В мире науки. – 1989. – № 5. – С. 44-53 : ил.

Многие аспекты геохимического цикла углерода – выветривание, осадкообразование и дегазацию – можно описать количественно, пользуясь компьютерным моделированием. В статье описана модель, которая позволила ученым лучше понять особенности геохими-

ческого цикла углерода, а также вычислить содержание диоксида углерода на нашей планете в отдаленном прошлом. Полученные результаты убеждают в том, что климатические изменения были обусловлены, главным образом, изменением содержания углекислого газа в атмосфере. Само же содержание диоксида углерода, а соответственно и глобальный климат, контролируются в основном тектоническими процессами, идущими в недрах Земли. Лучше разобраться и в самих геохимических процессах, и в их моделировании помогут прекрасные цветные иллюстрации.

167. Мелешко В.П. Потепление климата : причины и последствия // Химия и жизнь. – 2007. – № 4. – С. 6-11 : ил.

Сегодня в научных центрах промышленно развитых стран расчет возможных изменений климата в будущем происходит с помощью моделей нового поколения. Глобальные модели общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) требуют огромных вычислительных ресурсов, однако альтернативы им не существует. В России исследования изменений климата, основанные на применении сложных физико-математических моделей, ведутся в Институте вычислительной математики РАН, Институте физики атмосферы РАН и в Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова. Оценки будущих изменений климата России, изложенные в статье, выполнены коллективом обсерватории. В XXI веке на территории России, прежде всего в арктических и субарктических регионах, потепление будет заметно больше по сравнению с глобальным, среднегодовое количество осадков в восточных и северных регионах возрастет, а в южных регионах возможны засухи.

168. Спорышев П.В. Пространственно-временные особенности глобального потепления / П.В.Спорышев, В.М.Катцов // Докл. АН. – 2006. – Т. 410, № 4. – С. 532-537 : ил.

В Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова исследуют возможные изменения климата не только России, но и всего мира. С помощью ансамбля климатических моделей была получена гло-

бальная картина ожидаемых в будущем изменений средней многолетней температуры воздуха у поверхности Земли в результате роста концентрации парниковых газов в атмосфере. В некоторых регионах, таких как Арктика и Антарктида, устойчивое повышение температуры уже произошло, затем оно наступит в нижних широтах и в Южном полушарии, особенно в Атлантическом и Индийском океанах, а также в Юго-Восточной Азии и Океании. Существенно позднее устойчивое потепление достигнет в северной части Тихого океана.

169. Мохов И.И. Моделирование климата XXI века для всех // Земля и Вселенная. – 2004. – № 2. – С. 29-30 : ил.

12 сентября 2003 г. – дата начала необычного эксперимента: одновременно во многих странах мира взял старт глобальный общедоступный проект по моделированию климата. В нем может принять участие любой житель планеты Земля, имеющий компьютер. – Каждый участник проекта получает доступ через Интернет к одной из лучших в мире моделей глобального климата HadCM3, разработанной в центре Хэдли метеорологической службы Великобритании. В рамках проекта проводятся численные эксперименты при различных возможных сценариях антропогенного воздействия на климат и разных характеристиках конкретных процессов, недостаточно хорошо известным в настоящее время. Проект задействовал возможности огромного количества персональных компьютеров по всему миру и продемонстрировал значительно более широкие возможности воспроизведения вероятных модельных режимов, чем при использовании самых мощных отдельных вычислительных комплексов.

170. Уиггинс А. Пять нерешенных проблем науки / А. Уиггинс, Ч. Уинн ; пер с англ. А. Гарькавого. – М. : ФАИР-ПРЕСС, 2005. – 304 с. : ил. – (Наука & Жизнь).

Гл. 5 : Геология. Возможен ли точный долговременный прогноз погоды? – С. 140-174 : ил.

Выбирая нерешенные проблемы науки, авторы руководствовались степенью их значимости, трудности,

широты охвата и масштабом последствий. В число этих задач они включили и создание модели долгосрочного (климат) и краткосрочного (погода) поведения атмосферы. Читатель познакомится с историей использования математического моделирования в метеорологии и с путями достижения более точного долгосрочного прогноза погоды. Оживляют и поясняют затрагиваемые идеи полные юмора рисунки Сидни Харриса, одного из лучших американских иллюстраторов научных изданий.

КЛИМАТ И ЗДОРОВЬЕ

Климат включает все изменения атмосферы, которые заметно раздражают наши органы чувств.
Александр Гумбольдт

Организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен.
И.М. Сеченов

Еще первобытный человек стал осмысливать связь между солнечным светом, сменой дня и ночи, тепла и холода, возникновением грозы и других явлений природы и своим самочувствием.

Гиппократ, выдающийся греческий врач и естествоиспытатель, один из основоположников античной медицины, живший около 460-377 лет до нашей эры, уже ясно представлял себе влияние на человека климата, погоды. В своих «Афоризмах» он писал, что «организмы людей ведут себя различно в отношении времен года; одни расположены больше к лету, другие – к зиме, и болезни протекают различно – хорошо или плохо – в разные времена года, в разных странах и условиях жизни. Что касается влияния различных условий погоды, то всегда сухие времена здоровее и менее опасны, чем дождливые. Болезни могут возникать в любое время года, однако есть такие, которые в определенные сезоны встречаются чаще или ухудшаются».

Рекомендации об использовании природно-климатических факторов для лечения некоторых болезней приведены в трудах А.Цельса (I в.) и К.Галена (II в.). Ученый-медик эпохи Возрождения Ф.Парацельс (XVI в.) придавал большое значение роли природных факторов в возникновении и лечении болезней.

Успехи естественных наук в XVIII–XIX вв. и развитие метеорологии послужили важной предпосылкой для выявления взаимоотношений организма человека с внешней средой, позволили начать изучение реакций организма на воздействие климата. Это привело к возникновению новой отрасли медицинской науки – медицинской климатологии, изучающей влияние на организм человека климатических и погодных факторов, разрабатывающей методы их использования в лечебных и оздоровительных целях.

Воздействие климата на живой организм складывается из отдельных факторов: температура, циркуляция и влажность воздуха, атмосферное давление, облачность, интенсивность солнеч-

ной радиации и пр. Каждый из этих факторов в отдельности может оказывать влияние на различные функции организма человека, например, ветер усиливает теплоотдачу, затрудняет дыхание, нарушая координацию дыхательных движений и их нормальный ритм. Но обычно отдельные функции организма зависят от совокупности нескольких погодных факторов, например, на процесс терморегуляции воздействуют температура, влажность и скорость движения воздуха, солнечная радиация и др.

Часто интенсивность климатических воздействий на организм зависит от скорости изменений того или иного фактора: чем быстрее происходят количественные изменения, тем меньше времени у организма на адаптацию и тем острее его ответная реакция.

Начавшееся глобальное потепление оказывает отрицательное влияние на здоровье человека. Так, например, повышение периодичности и силы аномальной жары будет множить количество летальных исходов, количество страдающих от тепловых стрессов, теплового инсульта. В 2004 году летняя жара послужила причиной смерти 44 тысяч человек.

Ухудшение качества атмосферы увеличит число больных астмой, респираторными заболеваниями, аллергией. Уже сейчас диарея каждый год уносит 1,9 млн жизней. Количество страдающих кишечными инфекциями непосредственно зависит от качества воды, от степени инфицированности продуктов. В холодном климате возбудители заразы, попадая из организма человека во внешнюю среду, не могут в ней существовать. В теплых условиях ситуация меняется кардинально.

Ожидающиеся в результате потепления климата рост количества осадков, расширение площадей заболоченных земель, подтопленных населенных пунктов могут заметно приумножить площади водоемов, зараженных личинками малярийных комаров. Ежегодно от малярии погибают 0,9 млн человек. По мнению экспертов Всемирной организации здравоохранения, повышение температуры на 2-3°C ведет к увеличению на 3-5% заболевших малярией.

Недаром в 2008 году Всемирный день здоровья, отмечаемый 7 апреля, проводился под девизом «Защитим здоровье от изменения климата».

171. Агаджанян Н.А. Человеку жить всюду / Н.А.Агаджанян. – М. : Сов. Россия, 1982. – 304 с. : ил.

В поисках новых сырьевых и энергетических ресурсов современный человек необычайно расширил границы своего обитания. В связи с этим перед наукой встает ряд вопросов: какова специфика жизни и деятельности человека в различных климатических зонах; каковы пределы возможностей человеческого организма; безразличны ли для человека изменения среды обитания. Автор пытается ответить на эти вопросы, опираясь на самые разные отрасли знаний, привлекая результаты исследований множества ученых. Книга изобилует именами не только ученых, но и философов и писателей, их высказываниями, она рисует оптимистические перспективы развития человечества.

172. Афанасьева В.Д. Климат и здоровье / В.Д.Афанасьева. – М. : Знание, 1976. – 64 с. – (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Медицина» ; № 12).

Познакомившись с брошюрой, читатель узнает о влиянии различных типов погоды и климата на организм человека, о его колоссальных возможностях приспособиться к изменениям основных физических компонентов, формирующих климат (температура, влажность и движение воздуха, солнечная радиация, атмосферное давление). Медицинская климатология, которая занимается этими проблемами, включает следующие основные разделы: климатофизиологию, изучающую физиологические изменения, которые происходят в организме человека в результате перемещения из одной климатической зоны в другую, а также вследствие сезонных и суточных изменений; климатопатологию, изучающую патологические сдвиги в организме, происходящие под влиянием неблагоприятных климатических воздействий; климатопрофилактику, рассматривающую условия, которые благоприятствуют наиболее быстрому и устойчивому приспособлению человека при переходе из одних климатических или погодных условий в другие, разрабатывающую наиболее рациональные условия приспособления организма к

изменениям внешней среды; климатотерапию, исследующую влияние тех или иных климатических факторов на течение различных заболеваний, разрабатывающую методы климатического лечения больных.

173. Григорьев И.И. Погода и здоровье / И.И.Григорьев. – М. : Авиценна, ЮНИТИ, 1996. – 96 с. – (Семейный доктор).

Автор, профессор медицины, особое внимание в книге уделяет климатопатологии. Большинство людей реагируют на действие погодных факторов. Даже у здоровых людей реакции могут проявляться головной болью, головокружением, повышением или понижением нервной возбудимости, нарушениями сна, болями в сердце, мышцах и суставах, ощущением скованности в груди и конечностях, снижением работоспособности. У больных выделяют до десяти типичных метеопатологических симптомокомплексов: ревматоидный, церебральный, вегетососудистый, кардиореспираторный, диспепсический, иммунологический, кожно-аллергический, геморрагический и др. Автор не только подробно описывает эти симптомы, но и дает конкретные советы метеочувствительным больным с различными заболеваниями.

174. Трошин В.Д. Погода и здоровье : научите себя не зависеть от погоды / В.Д.Трошин. – М. : ЗАО Центрполиграф, 2004. – 191 с.

Книга, также написанная медиком, посвящена борьбе с «плохой» погодой – климатопрофилактике. Общеизвестные меры укрепления здоровья изложены в ней с учетом влияния погодных факторов. Любая погода может стать другом, если не забывать о ней, своевременно и правильно выполнять предписания врача, разумно организовать труд и отдых, соблюдать личную гигиену, заниматься физической культурой, рационально и правильно питаться, бережно относиться к своей нервной системе, систематически закаливать организм. В заключение книги приведена комплексная система самооздоровления, которая поможет повысить защитные силы организма.

175. Бокша В.Г. Климат лечит : справочник / В.Г.Бокша, Я.М.Бершицкий. – 3-е изд., доп. – Симферополь : Таврия, 1990. – 56 с.

В небольшом, но емком справочнике, написанном заслуженным деятелем науки УССР В.Г.Бокшей и заслуженным врачом УССР Я.М.Бершицким, собраны сведения по истории климатолечения и о методах климатотерапии: аэротерапии, гелиотерапии и талассотерапии. Пользоваться природными факторами для укрепления здоровья надо уметь, и авторы учат этому на примере использования целебного климата Южного берега Крыма.

176. Ягодинский В.Н. Незримые связи // Человек и климат. – М., 1984. – С. 20-75 : ил. – (Нар. ун-т. Фак. «Человек и природа» ; № 1).

Основное внимание автор уделил влиянию температуры воздуха на самочувствие человека. Оно резко ухудшается при высоких температурах окружающей среды. Особенно неблагоприятно сочетание высокой температуры и повышенной влажности воздуха. Интересны также сведения о связи строения тела и физиологических функций человека с климатическими факторами. Считается, что темный цвет кожи появился в результате защитной реакции на интенсивное и продолжительное облучение ультрафиолетом. Пигментация кожи снижается, например, у жителей Европы с юга на север. Желтые и коричневые оттенки кожи связываются с влиянием сухого климата степей и пустынь. Климатом в определенной мере обусловлено изменение размеров тела. Например, среди населения Африки и Юго-Восточной Азии часто можно наблюдать либо малые размеры тела, либо астенический тип телосложения с уменьшением подкожного жирового слоя. Напротив, в холодных регионах взрослое население, как правило, имеет большую массу тела, развитую подкожную жировую прослойку. Увеличение размеров грудной клетки и носа связывают с жизнью в разреженной атмосфере гор. Таким образом, в строении тела отражается действие таких ведущих

климатических факторов, как температура, влажность, давление воздуха, и эти особенности являются результатом длительной адаптации к тем или иным климатическим условиям.

177. Алексеева Т.И. Человек и климат. Эволюция приспособления // Человек и климат. – М., 1984. – С. 3-18 : ил. – (Нар. ун-т. Фак. «Человек и природа» ; № 1).

В статье дана историческая картина развития климатической адаптации человека в ходе его расселения по земному шару. Колыбелью адаптивных возможностей человечества является тропическая зона, тропический адаптивный тип представляется наиболее древним, по отношению к нему остальные (высокогорный, умеренный, континентальный, аридный, арктический) могут рассматриваться как дочерние. Формирование большинства из них началось в эпоху нижнего палеолита и продолжалось по мере освоения различных климатических зон. Культурная адаптация современного человека значительно нейтрализует воздействие на него климата, но она не может заменить полностью адаптивной реакции биологического характера. Сложившиеся адаптивные черты и сейчас работают на приспособление человека к климату.

178. Кліматичні зміни і здоров'я : де приховані загрози? // Наук. світ. – 2006. – № 7. – С. 11 ; № 12. – С. 5.

Ученых все больше и больше беспокоят угрозы, которые таит в себе глобальное потепление для здоровья человека. Список таких угроз был составлен во время работы коллоквиума собравшихся в Швейцарии климатологов, медиков, эпидемиологов, биологов. Перечислены следующие факторы, негативно влияющие на здоровье: загрязнение воздуха и нарушение дыхания; пыль и аллергия; погодные катаклизмы; ухудшение качества воды; паразиты и инфекционные заболевания.

179. Изменения климата : влияние на здоровье и экономику // Экология и жизнь. – 2007. – № 8. – С. 22.

Различные аспекты влияния изменений климата на здоровье обсуждались на конференции «Будущее наших

детей», которая состоялась 13-15 июня 2007 г. в Вене под эгидой Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). В конференции приняли участие министры здравоохранения и окружающей среды так называемого европейского региона ВОЗ (по традиции к нему относятся и все бывшие республики СССР). ВОЗ обнародовала данные о смертности от загрязнения окружающей среды в разных странах региона. Одно из первых мест в этом бесславном рейтинге занимает Украина. В последний день работы конференции вступили в силу новые Международные нормативы по вопросам здоровья. Особое внимание в них уделено ответственности ВОЗ и отдельных государств в предотвращении распространения эпидемий и других масштабных угроз здоровью населения. Новые центры стратегического управления борьбой с эпидемиями создаются в штаб-квартире ВОЗ в Женеве, а также в региональных офисах организации. Информационное обеспечение этой деятельности возложено на глобальную сеть быстрого оповещения и реагирования.

180. Шалимов Н.А. Краткая биоклиматическая характеристика Одесской области / Н.А.Шалимов, Г.Н.Девярых // Научно-методичні проблеми покращення довкілля Одеського регіону : зб. наук. ст. – О., 2006. – С. 300-305.

Статья посвящена влиянию климатических условий Одесской области на здоровье ее жителей. Среди большого количества биоклиматических индексов авторами выбран индекс патогенности метеорологической ситуации. Данный индекс указывает не на характер изменения погоды, а на степень ее раздражающего действия на организм. Результаты исследования подтверждают, что в холодный период года, когда режим циркуляции атмосферы над территорией Одесской области отличается неустойчивостью, создаются наиболее дискомфортные условия для населения региона. Однако условия погоды осенью по значению индекса патогенности приближаются к оптимальным. Это свидетельствует о достаточно высоких климатолечебных ресурсах Одесской области.

КЛИМАТ И ИСТОРИЯ

Климат есть предпосылка
всякой человеческой истории.
К.Маркс

О влиянии климата на поведение человека писали многие авторы, в том числе Геродот, первый историк. Затем по мере развития экономической, политической и конфессиональной структур общества естественнонаучные взгляды на историю на долгие столетия были преданы забвению, уступив место представлениям, в центре которых стояло божественное провидение либо свободное творчество человеческого разума. Лишь к середине XVIII века, в эпоху Просвещения, когда границы тогдашнего мира значительно раздвинулись, вместили обширные тропические, полярные и горные области, а также материки Нового Света, идеи о влиянии природы, и в частности климата, на историю получили свое фундаментальное обоснование. Однако споры вокруг климатической гипотезы истории не ослабевали, и лишь сейчас появилась реальная возможность проверить, насколько в действительности велико влияние колебаний климата на историю. Ученые сумели восстановить детальную картину колебаний среднеглобальной температуры воздуха в течение последних 11 тысяч лет. Это дает возможность совместить в единой хронологической шкале события климатической и человеческой истории и попытаться с помощью новой фактологической базы установить действительную роль изменений климата в истории человечества.

181. Гумилев Л.Н. Истоки ритма кочевой культуры Средней Азии : (опыт историко-географического синтеза) // Народы Азии и Африки. – 1966. – № 4. – С. 85-94.

182. Гумилев Л.Н. Роль климатических колебаний в истории народов степной зоны Евразии // История СССР. – 1967. – № 1. – С. 53-66.

183. Гумилев Л.Н. Изменения климата и миграции кочевников // Природа. – 1972. – № 4. – С. 44-52 : ил.

184. Гумилев Л.Н. Древняя Русь и Великая степь / Л.Н.Гумилев. – М. : Айрис-пресс, 2003. – 768 с. : ил. – (Б-ка истории и культуры).

*Изучая великие переселения кочевых народов,
Л.Н.Гумилев объяснял их колебаниями климатических*

условий – степени увлажненности и средних температур. Для него осадки – не просто физико-географический признак, не только хозяйственно важный фактор. Дожди, выпав в заветный час, оказывают внутреннее, скрытое воздействие на народы. Не прямо, а меняя ландшафт. Осадки таким путем могут произвести духовный переворот в целой нации. Возбудится психическая энергия такой силы, что обуянный ею народ ринется навстречу своей судьбе и впишет свою страницу в мировую историю. В советской исторической науке такое объяснение крупных исторических событий не социальными, а естественнонаучными причинами казалось сомнительным. После крушения советских идеологических догм многие идеи Гумилева были приняты и получили дальнейшее развитие.

185. Клименко В.В. Климат и история человека от неолитической революции до царя Мина // Вестн. Моск. энергет. ин-та. – 1996. – № 2. – С. 93-98.

186. Клименко В.В. Климат и история в эпоху первых высоких культур (3500-500 гг. до н.э.) // Восток (Oriens). – 1998. – № 4. – С. 5-24.

187. Клименко В.В. Изменение климата в Северном полушарии в конце III – начале II тыс. до н.э. и второй социально-экологический кризис в Древнем Египте / В.В.Клименко, Д.Б.Прусаков // Восток (Oriens). – 1999. – № 1. – С. 5-19.

188. Клименко В.В. Климат и история России в IX–XVI вв. / В.В.Клименко, А.М.Слепцов // Вестн. Моск. энергет. ин-та. – 1999. – № 2. – С. 85-93.

189. Клименко В.В. Климат и история от Конфуция до Мухаммада // Восток (Oriens). – 2000. – № 1. – С. 5-31.

190. Клименко В.В. Климат и история в средние века // Восток (Oriens). – 2003. – № 1. – С. 5-41.

191. Клименко В. Климат – двигатель истории / беседу записал А.Никонов // Огонек. – 2006. – № 4. – С. 46-48 : ил., портр.

В статьях представлены результаты многолетних исследований по сравнительной хронологии климатических и исторических событий руководителя лаборатории глобальных проблем энергетики Московского энергетического института В.В.Клименко. Они уста-

навливают поразительную синхронность климатических и исторических событий, начиная с эпохи неолитической революции и вплоть до конца средневековья. На протяжении многих тысячелетий человеческой истории периоды ухудшения климата, связанные с локальными похолоданиями или иссушениями, совпадают с эпохами массовых переселений, грандиозных военных кампаний, образованием мощных государств или целых империй. В эти же эпохи происходит необычайное обострение человеческого интеллекта, осуществляются невиданные духовные свершения – достаточно сказать, что все ныне существующие мировые религии, равно как и даосизм, индуизм, иудаизм, зороастризм и манихейство, несомненно, зародились в регионах, испытывавших в соответствующее время сильнейший климатический стресс. Эпохи улучшения климата составляют в истории совсем другие следы – им обычно сопутствуют периоды ослабления централизованной власти, внезапного обострения внутренних противоречий, часто приводивших к распаду веками существовавших государств и империй. Тысячелетняя история неопровержимо доказывает, что улучшение климата и сопутствующее ему уменьшение «нужды и напастей» способны не только замедлить, но и обратить вспять интеллектуальный прогресс.

Наступившая эпоха является эпохой потепления, самого сильного с тех пор, как на Земле появился человек. Особый драматизм ситуации заключается в том, что потепление обусловлено в основном антропогенными факторами. Это значит, что современный человек неосознанно конструирует в большинстве районов земного шара обстоятельства, благоприятные для совершенствования материальной стороны жизни и освобождения от пут духовности. Однако глобальное потепление приведет одновременно к иссушению огромных пространств, и в Передней Азии, Восточной Европе, Сибири и Северной Америке условия жизни ухудшатся. Следуя логике тысячелетней истории, именно эти территории могут принять на себя глобальную духовную и интеллектуальную миссию. Учи-

тывая масштаб и продолжительность наступающего потепления, можно предположить, что борьба духовного и материального достигнет в ближайшем будущем необыкновенного накала. Таков стратегический прогноз, сделанный путем перенесения установленных в статьях закономерностей на современное общество.

192. Александровский Г. Как климат писал предысторию народов // Наука и жизнь. – 1998. – № 9. – С. 45-47 : ил.

Самым существенным, поистине революционным шагом человечества в древности стал переход от собирательства и охоты к земледелию и скотоводству. Такой поворот событий совершился на Ближнем Востоке, в так называемом «плодородном полумесяце» – землях, протянувшихся от Египта через Палестину, Северную Сирию до берегов Евфрата. Здесь были реки и грунтовые воды, здесь шли дожди (хотя и нерегулярно) и простирались плодородные степи. Но в иные годы эти места посещала засуха. Именно неустойчивость климата в этом районе земного шара сыграла заметную роль в историческом развитии Ближнего Востока.

193. Грудинкин А. Судьба по прогнозу погоды // Знание – сила. – 2007. – № 6. – С. 21-28 : ил.

Обозревая историю человечества от неолита до наших дней, автор рассказывает о том, как изменения климата влияли на судьбы людей, живших в Передней Азии, Древнем Египте и Римской империи, приводит примеры того, как тот или иной климатический феномен оказывал решающее влияние на ход истории. Так, неожиданно разразившиеся бури спасли от неминуемого поражения Японию в 1281 году и Британию в 1588-м, уничтожив «непобедимые армады»: одну, снаряженную монголами и вторую – испанцами. Читателю будет интересно узнать, как дождь привел Робеспьера на гильотину и способствовал массовой эмиграции ирландцев в Америку, а также каким образом господствующие в Северном полушарии западные ветры спасли человечество от ядерной войны.

194. Тарасов П. Неужели эпоха Возрождения наступила из-за потепления климата? // Знание – сила. – 2002. – № 6. – С. 41-46 : ил.

В 2001 году в Киото состоялась международная конференция «Изменения окружающей среды и их роль в рождении и гибели цивилизаций». Автор, участник конференции, знакомит с наиболее интересными выступлениями, посвященными влиянию климата на историю Ближнего Востока и Передней Азии, Египта, Финляндии и Японии. Так, например, результаты анализа цветочной пыльцы, законсервированной в отложениях озер и болот, позволили автору реконструировать изменения климата Центральной Японии за последние 40 тысяч лет. Оказалось, что в окрестностях Киото, известного своей хурмой и бамбуковыми рощами, 18-20 тысяч лет назад летние температуры были ниже современных на 7-8 градусов, зимние – на 12-13 градусов, а осадков выпадало на 1000-1200 миллиметров меньше, чем теперь. Именно в ледниковый период, когда Японские острова были частью Евразии, а Японское море было озером, в Японию пришли люди.

ОБУЗДАЕМ ЛИ МЫ КЛИМАТ?

Род человеческий может реагировать на изменение климата двумя способами: либо адаптироваться к нему, либо изменить положение к лучшему. Адаптация означает, что надо научиться выживать в мире с более теплым климатом. Изменение положения к лучшему означает ограничение масштабов будущего потепления путем сокращения суммарного выброса парниковых газов в атмосферу. Решение этой задачи потребует концентрации всех научных, производственных, материальных и финансовых ресурсов планеты.

Изменение климата требует глобальной реструктуризации всей энергетики. О запасах ископаемого топлива всерьез задумались только после того, как возникла опасность изменения климата. Даже если добыча нефти вскоре прекратится, Земля сможет «продержаться» на угле еще около 100 лет. Однако любое использование ископаемого топлива, которое сейчас дает 80% потребляемой энергии, станет проблемой, если не будет принято международное соглашение об уровне выбросов углерода.

Киотский протокол может считаться первым необходимым шагом, наметившим путь, по которому нам предстоит идти. Для стабилизации уровня вредных выбросов нужен более конкретный план, предусматривающий необходимость создания «безуглеродной» энергетической инфраструктуры. Понадобится развитие альтернативных технологий, основанных на использовании «биологического топлива», энергии приливов и отливов, ядерной энергии, водородного топлива и т.д.

Неопределенность в оценках степени и скорости потепления несомненно существует. Но последствия бездействия будут гораздо серьезнее, чем тот урон, который может понести экономика вследствие принятия превентивных мер. Если мы будем ждать, пока растают ледяные щиты у полюсов Земли, то вскоре сделать что-либо окажется невозможным.

195. Яншин А.Л. Глобальное потепление и его последствия : стратегия принимаемых мер / А.Л.Яншин, М.И.Будыко, Ю.А.Израэль // Глобальные проблемы биосферы. – М., 2003. – С. 10-24 : ил.

То или другое решение вопроса об оптимальной стратегии хозяйственной деятельности в условиях гло-

бального потепления климата может иметь очень большие экономические, социальные и политические последствия. Авторы считают, что можно выделить три основные задачи рациональной стратегии. Во-первых, необходимо повысить научный уровень исследований всех проблем, связанных с глобальным потеплением. Эти исследования должны охватывать гораздо более широкий круг вопросов по сравнению с их современным состоянием и должны координироваться наиболее компетентными специалистами (хотя и сейчас МГЭИК охватывает значительное число квалифицированных специалистов). Во-вторых, необходимо обосновать наиболее безопасные и экономически доступные пути приспособления хозяйственной деятельности к глобальному потеплению. В-третьих, необходимо развивать научные основания для изменения существующих тенденций развития глобальной энергетики.

196. Что надо делать // В мире науки. – 2007. – № 11. – С. 76.

Рабочая группа III МГЭИК в своем докладе за 2007 год детально рассмотрела самые перспективные технологии и политику, направленные на стабилизацию выбросов парниковых газов. В докладе подчеркивается важность повышения эффективности использования электроэнергии, перехода на возобновляемые источники энергии и спасения лесов как «ловушек» для углерода. Политика включает установление уровней для глобальных выбросов, схем торговли лицензиями на выбросы, ограничений, налогов и стимулов.

197. Стикс Г. Руководство по улучшению климата // В мире науки. – 2007. – № 1. – С. 16-19 : ил.

Январский номер одного из самых авторитетных в мире научно-популярных журналов является спецвыпуском, полностью посвященным теме «Светлое будущее: энергетика без углерода». Автор вводной статьи уверен, что борьба с глобальным потеплением потребует как внедрения новых технологий в энергетике, так и выработки новой энергетической политики. Без доброй воли всех промышленно развитых го-

сударств, а также развивающихся стран с высокими темпами экономического роста перспективы эффективных действий в глобальном масштабе начнут таять вместе с арктическими и антарктическими ледниками.

198. Пакала С. Секторы газа / С.Пакала, Р.Соколов // В мире науки. – 2007. – № 1. – С. 20-27 : ил.

Авторы возглавляют программу «Инициатива по сокращению выброса углерода» в Принстонском университете (США). Они считают, что человечество в силах ограничивать выбросы углекислого газа, не сдерживая при этом экономический рост. Чтобы нагляднее представить себе поставленную задачу и пути ее решения, ученые предложили разбить весь объем подлежащего сокращению выброса на сектора, отражающие направления действий, соответствующих уже существующим технологиям. Каждая из планомерно осуществляемых в течение 50 лет методик предотвратит выброс 25 млрд тонн углерода. Например, если сократить на 25% потребление электричества в домах, офисах и магазинах, то заполнится один сектор; если обеспечить улавливание и хранение углерода на 800 крупных электростанциях, работающих на угле, то заполнится еще один; увеличение использования солнечной энергии в 700 раз также может обеспечить сектор. Использование атомной энергии – вероятно, самая спорная из всех «секторных стратегий». Если к 2056 г. число атомных электростанций увеличится в 5 раз и они вытеснят угольные, то будут заполнены 2 сектора. Если же существующие атомные объекты будут закрыты и заменены угольными, да еще не оснащены системой улавливания и хранения углерода, результатом будет потеря половины сектора. Цветные графики и диаграммы помогут читателю разобраться в «секторных стратегиях».

199. Хэйвуд Дж. Горючее будущего // В мире науки. – 2007. – № 1. – С. 28-31 : ил.

Вследствие использования транспортного горючего на основе нефти в атмосферу попадает 25% совокуп-

ного мирового выброса углекислого газа. Как уменьшить эти выбросы? Автор считает, что для этого необходимо усовершенствование технологий производства машин, уменьшение их габаритов, переход на альтернативные виды горючего. Все более широкое распространение получает топливо из биомассы – этиловый спирт и биодизель. В Бразилии этиловый спирт, произведенный из сахарного тростника, составляет около 40% горючего для автомобилей. Исследователи изучают возможность производства новых видов силовых установок и горючего с небольшим выбросом углекислого газа. Разрабатываются автомобили с топливными элементами на водороде, батареях и электромотором. Кроме того, чтобы сократить использование углеродсодержащего горючего, необходима комплексная финансовая и правовая база. Следует стимулировать производителей, выпускающих небольшие экономичные машины, и покупателей, выбирающих менее мощное и «прожорливое» транспортное средство. Чтобы добиться успеха, требуется комплексный подход.

200. Йохем Э. Эффективное решение // В мире науки. – 2007. – № 1. – С. 32-35 : ил.

Самый быстрый и дешевый способ уменьшения концентрации углекислого газа в атмосфере – повышение эффективности использования энергии. Примерно в четырех тысячах жилых и административных зданий в Германии, Швейцарии, Австрии и скандинавских странах расход энергии на отопление удалось сократить в 6 раз благодаря улучшению теплоизоляции, применению герметичных окон и использованию энергосберегающих конструкций. Новые холодильники потребляют вчетверо меньше энергии, чем старые. Переход на компактные люминесцентные лампы позволил резко сократить расходы на освещение: при равной интенсивности света их мощность в 4-5 раз меньше, а срок эксплуатации в 10 раз дольше, чем у простых ламп накаливания. Не следует думать, что экономия энергии означает снижение уровня комфор-

та. Концепция эффективного энергосбережения подразумевает, что при меньших затратах энергии люди будут получать те же самые услуги (например, комфортабельное жилье или удобный проезд от дома до работы). Япония и страны ЕС уже принимают решительные меры по экономии энергии. Но чтобы избежать роста ее стоимости и воспрепятствовать драматическим изменениям климата, политику энергосбережения нужно сделать всемирной.

201. Лашоф Д. Что делать с углем? / Д.Лашоф, Р.Уильямс, Д.Хокинс // В мире науки. – 2007. – № 1. – С. 36-43 : ил.

Изменения климата очень сильно зависят от работы угольных электростанций. Если человечество не примет срочные меры по жесткому ограничению выбросов углекислого газа при сжигании каменного угля при получении электроэнергии, то остановить глобальное потепление не удастся. Совокупность методов, которые можно использовать в энергетике для предотвращения попадания углекислого газа в атмосферу, называют улавливанием и удержанием CO₂. Производители электроэнергии должны строить станции с комбинированным циклом, с внутренней газификацией угля и системами улавливания и удержания CO₂. В статье подробно изложено, как именно работают подобные электростанции, весь технологический цикл изображен на цветной иллюстрации. Сейчас разрабатывается проект первой в мире коммерческой электростанции нового типа с подземным захоронением CO₂, которая должна быть построена в Лонг-Бич (Калифорния, США). Однако будет ли она построена – неизвестно. Производители энергии не торопятся внедрять новые технологии на практике. Авторы считают, что необходимо как можно скорее ввести в действие законодательные нормы и рыночные стимулы, чтобы перевести инвестиции в энергетические технологии, менее загрязняющие атмосферу.

202. Дойч Дж. Ядерный вариант / Дж.Дойч, Э.Мониц // В мире науки. – 2007. – № 1. – С. 44-51 : ил.

Ядерная энергия обеспечивает одну шестую часть всемирного потребления электричества и представляет собой один из важнейших источников безуглеродной энергии. Образ атомной энергетики омрачен воспоминаниями о Чернобыле, однако современные атомные электростанции демонстрируют высочайшую надежность и эффективность. Мировых запасов урана вполне достаточно, чтобы обеспечить топливом намного больше реакторов, чем их существует сегодня. Трехкратное увеличение производства ядерной энергии позволит сократить ежегодный выброс углерода в атмосферу почти на 2 млрд тонн. Однако сооружение новых ядерных установок сопряжено с большими капитальными затратами, и при этом до сих пор никто точно не знает, что делать с ядерными отходами. Кроме того, повсеместное распространение атомной энергетики может привести к появлению ядерного оружия в странах, руководство которых питает нездоровые амбиции. Судьба «мирного атома» пока остается под вопросом.

203. Камен Д. Чистая энергетика // В мире науки. – 2007. – № 1. – С. 58-67 : ил.

Автор статьи, основатель Лаборатории возобновляемых источников энергии, член совета директоров Института окружающей среды Калифорнийского университета в Беркли (США), уверенно заявляет: «Чтобы избежать неблагоприятных последствий загрязнения атмосферы, мир должен перейти на возобновляемые источники энергии – солнечные батареи, ветровые турбины, биологическое топливо и т.д.». Он подробно рассказывает о достоинствах и недостатках альтернативных источников энергии, о проблемах, которые следует решить для того, чтобы эти источники смогли успешно конкурировать с традиционной энергетикой. Прекрасные цветные иллюстрации делают рассказ более увлекательным и доходчивым.

204. Гиббс У. Энергетика будущего // В мире науки. – 2007. – № 1. – С. 76-85 : ил.

В конце XXI в. в качестве источников энергии будут использоваться термоядерные реакторы, генетически модифицированные микроорганизмы, производящие водород, высотные ветровые и орбитальные солнечные электростанции, а также приливные и волновые генераторы. Все они будут связаны глобальной сверхпроводящей суперсетью. Новые технологии позволят получать электроэнергию, не выбрасывая в атмосферу ни одной тонны углекислого газа. В статье подробно рассмотрен каждый из перечисленных источников энергии, и, прочитав ее, читатель поймет, какие проекты являются наиболее перспективными, а какие идеи весьма заманчивы, но пока, к сожалению, фантастичны.

205. Фишетти М. Тепло Земли // В мире науки. – 2008. – № 1. – С. 82-83 : ил.

Геотермальные электростанции есть в 24 странах мира, и их суммарная мощность составляет 8900 МВт. Наибольшая доля этой мощности, 2850 МВт, приходится на США (в том числе 2490 МВт на Калифорнию), но это составляет лишь 0,36% всего производства электроэнергии в стране. С 2000 г. производство геотермальной электроэнергии во Франции, Кении и России утроилось. Для освоения геотермальной энергии требуются большие первоначальные затраты, однако введенные в эксплуатацию геотермальные станции не потребляют топлива и практически не дают выбросов. Статья проиллюстрирована схемами геотермальных электростанций разных типов.

206. Новая энергетика – без углерода и кислорода // Наука и жизнь. – 2001. – № 2. – С. 48-49.

Как выяснил немецкий химик Н. Аунер, кремний способен весьма энергично соединяться с азотом. Стартовая температура для начала реакции – 500 градусов; второе условие: кремний должен быть очень тонко измельчен. Роль катализатора играет окисел меди.

Ценность этого открытия не подлежит сомнению. Если кремний так легко горит (а он – составная часть песка), не станет ли этот элемент главным топливом человечества в будущем? Во-первых, наша планета богата песками, а во-вторых, горение в азоте не сопровождается выделением в атмосферу парниковых газов, прежде всего – двуокиси углерода. Конечно, надо преодолеть множество технологических проблем, однако идея новой энергетики уже высказана и через десять–двадцать лет технические аспекты созреют и воплотятся в проекты.

207. Соколов Р. Похороны глобального потепления // В мире науки. – 2005. – № 10. – С. 34-41 : ил.

208. Благутина В.В. Охота на CO₂ // Химия и жизнь – XXI век. – 2006. – № 8. – С. 18-23 : ил.

Улавливание и хранение углекислого газа может сыграть важную роль в борьбе с потеплением климата. Какие технологии улавливания CO₂ существуют сейчас и какие ожидать в будущем? Как транспортировать углекислый газ? Где его хранить? Последний вопрос особенно важен. Первая статья посвящена подземному хранению, которое уже осуществляется в ряде районов земного шара. Например, на алжирском газодобывающем предприятии в пустыне Сахара CO₂ химически отделяют от природного газа, направляемого на европейские рынки, а затем закачивают в выработанные газовые пласты на глубину 2 км. Во второй статье, кроме этого способа, рассмотрена возможность хранения в океане, когда CO₂ закачивается под воду на глубину более 1000 м. Хотя этой разработкой занимаются около 25 лет, выполнить ее на практике еще никто не пробовал, пока она находится на этапе лабораторных исследований и моделирования. Существуют опасения, что складирование CO₂ в океане приведет к его закислению, а при большой кислотности перестают размножаться и погибают флора и фауна. Технологии улавливания и хранения углекислого газа пока весьма дорогостоящи, однако с их совершенствованием есть шанс, что они рано или

поздно смогут конкурировать с другими вариантами крупномасштабного смягчения антропогенных воздействий, такими, как атомная энергия и технологии возобновляемой энергии.

209. Огден Дж. Большие надежды // В мире науки. – 2007. – № 1. – С. 68-75.

Одной из наиболее актуальных и сложных задач, стоящих перед учеными в ближайшие годы, остается создание двигателей для транспортных средств, использующих в качестве топлива водород. Использование водородного топлива приведет к сокращению объемов потребления нефти и выбросов соединений углерода в атмосферу. Производство автомобилей на водородном топливе станет коммерчески выгодным, как только автомобильные компании создадут безопасные и недорогие модели с большим пробегом на одной заправке. Сегодня производство такого автомобиля подразумевает использование ручной сборки и обходится в один миллион долларов США. Кроме того, энергетические компании должны наладить производство водородного топлива, сопоставимого по цене с бензином. По мнению специалистов Всемирного энергетического совета, переход к водородной экономике в ближайшие 30 лет обойдется США в огромную сумму – 1,3 триллиона долларов США.

210. Железный холодильник для Земли? // Знание – сила. – 1996. – № 8. – С. 39.

211. Шаров Г. Обуздаем ли мы климат? // Наука и жизнь. – 2001. – № 2. – С. 46-50 : ил.

Американский ученый Джон Мартин предложил простую и остроумную идею: с помощью железа вызвать бурный рост фитопланктона – одноклеточных морских водорослей, извлекающих CO₂ из атмосферы, и тем самым остановить глобальное потепление. Он провел вычисления, согласно которым, если сбросить в воды, окружающие Антарктику, триста тысяч тонн железа, то это позволит фитопланктону превратить два миллиарда тонн углерода в органическое вещество. Мартин считает, что выиграют все: чем больше

планктона, тем больше криля, тем больше тюленей, пингвинов, китов. Ученые сомневаются в точности вычислений Мартина. К тому же такое сильное вторжение может привести к чрезмерному развитию одних видов в ущерб другим и нарушит экологическое равновесие в океанах. Тем не мене идею Дж.Мартина было решено проверить экспериментально. Вторая статья рассказывает об экспедиции германского научно-исследовательского судна «Полярная звезда», в ходе которой в океан был вылит раствор сульфата железа. Как прореагирует природа на столь кардинальное вмешательство – покажет время.

212. Исаев П.И. Инструменты управления климатом // Химия и жизнь. – 2007. – № 4. – С. 12-15 : ил.

Статья знакомит с интересными изобретениями, реализация которых позволит управлять климатом. Используя солнечную энергию, различные установки смогут добывать воду из воздуха, формировать весьма приличные осадки, которые смогут тушить крупные лесные и торфяные пожары, орошать поля и возродить жизнь в пустынях, которые все больше расширяют свои границы. «Преобразовать наш мир и даже создать на всей Земле райские условия жизни для людей за счет правильного распоряжения энергией Солнца – не такая уж сложная задача», – уверен изобретатель.

213. Израэль Ю.А. Эффективный путь сохранения климата на современном уровне – основная цель решения климатической проблемы // Метеорология и гидрология. – 2005. – № 10. – С. 5-9.

214. Израэль Ю.А. Роль стратосферных аэрозолей в сохранении современного климата / Ю.А.Израэль, И.И.Борзенкова, Д.А.Северов // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 1. – С. 5-14 : ил.

Еще в 1974 году академик М.И.Будыко предложил, казалось бы, фантастический способ регулирования климата путем введения в стратосферу сернистых соединений. Это можно сделать либо путем специального заброса серы и ее сжигания в стратосфере, либо при использовании в высотных самолетах высокосер-

нистого топлива. Академик Ю.А.Израэль стал убежденным приверженцем этой идеи, он неоднократно выступал на научных форумах, пропагандируя ее как эффективный путь сохранения климата на современном уровне. Группа климатологов, которую возглавил ученый, выполнила расчеты, доказывающие, что этот способ вполне реален, более того, он существенно дешевле и, главное, действует быстрее методов регулирования выбросов парниковых газов. Ю.А.Израэль уверен, что регулирование солнечной радиации, поступающей на земную поверхность, с помощью искусственного стратосферного аэрозоля не представляет опасности для планеты и всего живого, населяющего ее.

215. Григорьев Р. А не вышибить ли клин клином? // Знание – сила. – 2007. – № 6. – С. 39-41.

Ту же самую идею – распылить в атмосфере сернистые соединения, чтобы они «затенили» планету, высказал и нобелевский лауреат, немецкий химик П.Грютцен. В 1991 году природа сама проверила эффективность этой идеи – после взрыва вулкана Пинатубо, который привел к образованию огромного множества водных капель на выброшенных взрывом частицах серы (вулкан выбросил тогда 10 миллионов тонн серы). В результате Земля на протяжении двух последующих лет охладилась примерно на 0,5 градуса. Но как только сера осела, нагрев планеты возобновился. Это означает, что для длительного эффекта человечеству придется выбрасывать в атмосферу миллионы тонн серы каждый год на протяжении столетий. Уже подсчитано, что для нейтрализации последствий нынешнего роста концентрации парниковых газов достаточно будет «взрывать» по одному Пинатубо каждые два года. Многие ученые считают, что это означает вышибать клин клином, что наука еще не имеет ответа на вопрос, как повлияет такое затемнение на другие климатические процессы.

216. Лукьянов А.В. Экран для предотвращения перегрева Земли и планет // Земля и Вселенная. – 1991. – № 2. – С. 69-72 : ил.

Автор предлагает радикальное решение проблемы глобального потепления. Следует создать в космосе большой экран, слегка закрывающий Солнце. Затеняющий эффект можно будет быстро изменять от нуля до расчетного значения. Такой экран позволит также исследовать влияние небольших изменений глобальной температуры на природу и управлять погодой. Ученый предлагает различные варианты размещения экрана, он также продумал его конструкцию, производство и управление. Строить экран придется из внеземных материалов. Проще всего будет использовать материал ближайших астероидов или Луны.

217. Волков А. С климатом борются не только бонзы // Знание – сила. – 2008. – № 11. – С. 4-13 : ил.

В статье собрана коллекция инженерных проектов, призванных спасти Землю от последствий глобального потепления. Некоторые требуют вложения громадных средств, принятие некоторых все откладывается, некоторые кажутся совершенно абсурдными. Мячи для гольфа, сброшенные в океанские тропические воды, отражают солнечные лучи в космос, по барханам Сахары следует расстелить то пластиковые пленки, то ли расставить параболические зеркала, есть предложение «выкрасить Землю в белый свет» – искусственным путем увеличить альбедо облаков. Недаром американский ученый Рональд Принн иронично сравнил изыски инженеров с намерением человека, нечаянно проглотившего муху, съесть еще и паука, чтобы тот расправился с ней. И все же, какими бы фантастическими не были идеи ученых, возможно, одна из них сумеет спасти климат Земли.

218. Кунциг Р. Зонтик для Земли // В мире науки. – 2009. – № 2. – С. 22-33 : ил.

Сегодня все больше ученых занято разработкой различных геопроектов регулирования климата. Среди них наиболее недорогим и приемлемым считается уже знакомый читателю план внесения в стратосферу не-

скольких миллионов тонн в год сернистого ангидрида. Еще один проект охлаждения нашей планеты предложил английский ученый Джон Латхэм, специалист по физике облаков. Суть его состоит в распылении микроскопических капель морской воды прямо в небо. Впрыснутая в воздух вода будет испаряться по мере подъема, и на высоте 300 м останутся легкие кристаллы соли, облака побелеют и будут отражать больше солнечного света в космическое пространство. Не менее интересен проект разработчика зеркал для телескопов, американца Роджера Энджела. По его замыслу солнцезащитная завеса должна состоять из триллионов летательных аппаратов, каждый из которых представляет собой диск из нитрида кремния шириной 60 см, снабженный компьютером и навигационной системой, при этом весящий не более грамма. Эти аппараты будут запускаться партиями, миллион в каждой, с интервалом в минуту, чуть более 30 лет с помощью электромагнитных пушек более 1,5 км длиной, большая часть которых будет находиться под землей. Прекрасные цветные иллюстрации помогут читателю разобраться в сути предлагаемых геопроектов, а также уяснить их обратную сторону. Способен ли человек обуздать климат? Ответа на этот вопрос пока что нет.



219. Белоус В. Оружие XXI века // Междунар. жизнь. – 2009. – № 1. – С. 104-129.

К сожалению, по мере развития естественных наук появляются новые идеи, которые можно использовать не только для сохранения жизни на Земле, но и для создания новых видов оружия. В ближайшие десятилетия можно ожидать появления геофизического оружия, в основе действия которого предполагается использование средств, вызывающих стихийные бедствия (землетрясения, ливни, цунами и т.д.), разрушение озонового слоя атмосферы. Особый интерес представляют состояния неустойчивого равновесия, когда от-

носителем небольшой толчок может вызвать катастрофические последствия, обрушив на противника огромные разрушительные силы природы. По характеру воздействия геофизическое оружие подразделяют на метеорологическое, климатическое и озонное. Статья знакомит с этими видами оружия, и если последние два еще гипотетичны, то работа над климатическим оружием уже ведется. Известно, что в 1961 году американские ученые провели эксперимент по забрасыванию в атмосферу более 350 тысяч медных двухсантиметровых игл, которые изменили тепловой баланс ионосферы. Полагают, что именно вследствие этого на Аляске произошло землетрясение силой в 8,5 баллов, а часть побережья Чили сползла в океан. На севере Аляски стоит целый лес 24-метровых антенн, которые привлекли к себе внимание экологов. Согласно официальным заявлениям, они предназначены для изучения способов улучшения радиосвязи. Однако многие видные ученые полагают, что там ведутся работы в военных целях, что с помощью направленных антенн «выстреливаются» в ионосферу направленные пучки высокочастотных радиоволн, которые разогревают ионосферу на больших высотах, вплоть до образования плазмы. Это вызывает энергетическую неустойчивость ионосферы, которая изменяет розу ветров, создает трудно предсказуемые катаклизмы: цунами, грозы, наводнения, снегопады. Во время войны во Вьетнаме США использовали рассеивание в дождевых облаках йодистого серебра для создания наводнений, затопления обширных территорий, прорыва защитных дамб. Перед мировым сообществом стоит весьма сложная, но крайне актуальная задача по предотвращению разработки и производства новых систем оружия массового поражения, в том числе и геофизического.

ФАНТАСТИКА ПРЕДОСТЕРЕГАЕТ И ВСЕЛЯЕТ НАДЕЖДУ

Будет ласковый дождь, будет запах земли,
Щебет юрких стрижей от зари до зари,
И ночные рулады лягушек в прудах,
И цветение слив в белопенных садах,
Огнегрудый комочек слетит на забор,
И малиновки трель выткет звонкий узор.
И ни птица, ни ива слезы не прольет,
Если сгинет с Земли человеческий род.
И Весна... и Весна встретит новый рассвет,
Не заметив, что нас уже нет.

Сара Тисдэйл



...Не существует катастрофы, которой невозможно избежать, не существует ничего такого, что грозило бы нам неминуемым уничтожением до такой степени, чтобы с этим невозможно было ничего сделать. Если действовать рационально и по-человечески, если мы поймем, что нашими врагами являются совсем не соседи, а нищета, невежество и холодное безразличие к законам природы, все стоящие перед нами проблемы можно решить. Можно обдуманно сделать выбор и в итоге избежать катастроф.

Айзек Азимов

220. Абэ Кобо. Четвертый ледниковый период // Четвертый ледниковый период. Тоталоскоп / Абэ Кобо. – М., 1965. – С. 9-214. – (Б-ка современной фантастики : в 15 т. ; т. 2).

Что делать человечеству, если ученые предрекают громадную катастрофу – повышение уровня океанов и морей на тысячу метров (причем такое изменение уровня океанов соответственно скажется и на изменении глобального климата Земли)? Прежде чем читатель узнает, какой вариант будущего родила фантазия выдающегося японского писателя, он будет с увлечением следовать за мастерски закрученным сюжетом, фантастическими ситуациями и психологическими коллизиями. И не только следовать, но и думать, сопереживать, решать для себя, нравится ли ему нарисованный автором облик грядущего.

221. Адамов Г.Б. Изгнание владыки / Г.Адамов. – М. : Правда, 1987. – 464 с.

Вдохновленный успехами Советского Союза по освоению Северного морского пути, известный фантаст посвятил свой роман грандиозному проекту – изменению климата Арктики. Министерство Великих Арктических Работ возглавило постройку огромных шахт, пропуская через которые воды Гольфстрима, можно будет поднять их температуру. Правда, скептики-климатологи высказывают обоснованные опасения, но они тонут в океане всенародного энтузиазма. Жаль, что эти опасения почти слово в слово совпадают с описанием современных климатических изменений, происходящих в Арктике вследствие глобального потепления. И шахты рыть не пришлось!

222. Адамов Г.Б. Тайна двух океанов / Г.Б.Адамов. – М. : Правда, 1986. – 512 с.

Впервые идея об изменении климата путем осуществления грандиозных технических проектов была высказана писателем в его самом известном романе «Тайна двух океанов». В нем приведены проекты отклонения от своего пути сразу трех течений: Гольфстрима, Лабрадорского и холодного течения Охотского моря.

223. Аткинсон О. Столкновение с Землей / О.Аткинсон. – М. : Амфора, 2001. – 399 с.

Автор рисует весьма впечатляющие картины изменения климата в результате столкновения Земли с астероидом и высказывает предположение, что именно такие столкновения были причиной изменений климата в прошлом.

224. Беляев А.Р. Продавец воздуха // Продавец воздуха. Властелин мира : науч.-фантаст. романы / А.Р.Беляев. – М., 1995. – С. 3-130.

В основе романа классика советской фантастики лежит идея превращения обыкновенного воздуха в жидкий. Злодей – капиталист создает в Якутии подземный завод, поглощающий воздух из атмосферы, и это приводит к катастрофическим изменениям климата.

«...Наступили сильные холода, сопровождаемые бурями, причем бури эти носили странный характер. Как будто чья-то злая рука спешила лишить Землю ее атмосферы, сворачивала воздушные струи в “жгуты” и бросала их за облака. А оттуда, с надзвездных высот, спускались на Землю ледяные потоки холода. Земля остывала». Коварные замыслы мистера Бейли разрушил главный герой романа – метеоролог Клименко.

225. Бова Б. Властелины погоды // Властелины погоды : пер. с англ. / Б.Бова. – М., 1981. – С. 17-213.

Действие романа американского писателя-фантаста происходит практически в наше время. Его герои только учатся управлять погодой, но их успехи настолько впечатляют мировое сообщество, что принимается решение создать комитет Организации Объединенных Наций по управлению погодой всей планеты. Возможно, и в реальной жизни создание подобного комитета не за горами.

226. Буль П. Эра мудрецов // Рай земной : зарубежная проза на экол. темы : сборник. – М., 1990. – С. 112-128.

Саркастический рассказ – предостережение о далеком будущем, когда правящие миром ученые решили устанавить на всей планете температуру в двадцать градусов. «Эра вечной весны» продлилась несколько секунд, после чего в экваториальных областях воцарился холод, а в полярных – жара. «Земля избавилась от нескольких миллионов жителей, игравших, разумеется, самую незначительную роль в научной жизни».

227. Вейс Я. На здоровье! // Рай земной : зарубежная проза на экол. темы : сборник. – М., 1990. – С. 129-136.

Печальный рассказ о мире будущего, когда уровень выбросов настолько возрос, что родители предпочитают отдавать детей в специальные интернаты. Детей там замораживают и выдают родителям только на время отпусков.

228. Гранин Д. Иду на грозу / Д.Гранин. – М. : Молодая гвардия, 1965. – 428,[2] с. : портр.

«Писательски представляется увлекательным и, может быть, наиболее благодарным исследовать работу ученого, технологию творчества. В ней, внешне монотонной, бедной событиями, вроде бессюжетной, есть все – удивление, обман, отчаяние, наивысшее счастье, она требует мужества, хитрости, терпения, самопожертвования» – такую задачу поставил перед собой и блестяще решил в своем самом популярном романе Даниил Гранин. И хотя роман не научно-фантастический, но ученые пока что так и не выяснили механизм грозы, не разобрались в «бесконечной сложности процессов, творящихся в этом кипящем котле погоды», не научились предсказывать грозы и управлять ими.

229. Казанцев А. Лды возвращаются : науч.-фантаст. роман : в 3 кн. / А.Казанцев. – М. : Молодая гвардия, 1981. – 542 с. : ил.

Американские империалисты посылают на Солнце ракеты с некоей Б-субстанцией, которая делает невозможной термоядерную реакцию. Солнце начинает гаснуть, наступает новый ледниковый период. Советский Союз и Америка, забыв о «холодной» войне, объединяют усилия, используют ядерные запасы, зажигают над Землей искусственные светила, а затем вновь «запускают» Солнце. В «идеологически выдержанном» и политизированном романе нам интересны описания климатических изменений, происходящих на замерзающей Земле.

230. Казанцев А. Подводное Солнце (Мол Северный) : роман-мечта // Собрание сочинений : [в 3 т.] / А.Казанцев. – М., 1977. – [Т. 1]. – С. 11-436.

Идея, на которой построен роман, совершенно такая же, как и в романе Г.Адамова «Изгнание владыки», – изменение климата Арктики с помощью теплых вод Гольфстрима. Только здесь не роют шахты, а строят ледяной мол. А.Казанцев высказывает также мысль об уравнивании климата северного полушария с помощью атомной энергии.

231. Одоевский В.Ф. 338-й год : петербургские письма // Повести и рассказы / В.Ф.Одоевский. – М., 1959. – С. 416-448.

Неоконченная утопия писателя, философа и общественного деятеля В.Ф.Одоевского рисует общество будущего, в котором люди научатся управлять климатом. «Нельзя сомневаться, чтобы люди не нашли средства превращать климаты или, по крайней мере, улучшать их. Может быть, огнедышащие горы в холодной Камчатке (на южной стороне этого полуострова) будут употреблены как постоянные горны для нагревания сей страны», – эти слова свидетельствуют о том, что образованные люди уже в XIX веке задумывались о проблемах климата.

232. Паустовский К.Г. Черное море : повесть // Собрание сочинений / К.Г.Паустовский. – М., 1981. – Т. 2 : Роман и повести. – С. 5-170.

Один из героев повести, метеоролог Юнге, предлагает фантастический способ обуздания бора – жестокого норд-оста, который систематически обрушивается на Новороссийскую бухту. Суть способа состоит в следующем. Надо прорыть у подошвы хребта Варада, замыкающем бухту, два-три туннеля. «Они дадут постоянный и незаметный сток холодного воздуха из долины в бухту, и бора кончится на вечные времена... Мы добьемся, что туннели пророят». Проект так и остался на страницах повести, а «самый проклятый ветер на Черном море» по-прежнему является причиной ураганов.

233. Риз Дж. Дождеолог // Сборник научной фантастики. – М., 1983. – Вып. 27. – С. 170-182.

Ученые научились засеивать облака крупинками сухого льда, заставляя их отдавать влагу в виде искусственно вызванного дождя. Герой рассказа, пилот-дождеолог, работает в Калифорнийской службе осадков. Теперь ни засуха, ни пожары не угрожают Южной Калифорнии, в небе над которой он творит погоду. Похоже, что автор тоже неоднократно летал над этими местами, уж очень точно и любовно описан вид с высоты.

234. Романовский Б. Город, в котором не бывает дождей : рассказ // Белый камень эрдени : сб. фантастики. – Л., 1982. – С. 247-262.

Специальность героя этого рассказа такая же, как у героя предыдущего, но называется она менее романтично: метеоролог-эксплуатационник. Он тоже работает в центре по управлению погодой, поливая дождем пашни и огороды. В городах дожди идут только ранним утром, когда люди спят. Но по просьбе любимой женщины ливень может пойти и днем...

235. Сафронов Ю. Внуки наших внуков / Ю.Сафронов, С.Сафронова. – М. : Мол. гвардия, 1959. – 256 с. : ил.

Действие романа происходит в 2017 году, в коммунистическом будущем Земли. В Сибири, после того, как перегородили плотиной Берингов пролив, изменился климат, началось таяние арктических полярных льдов. Были созданы два искусственных моря – в Африке, в Сахаре, и в Австралии. Главный герой, попавший в будущее из 1965 года, начинает работать в группе своей праправнучки над созданием микросолнца, которое должно растопить льды Антарктиды. Преодолев множество препятствий и пережив множество приключений, герои романа добиваются успеха: над Антарктидой засияло искусственное солнце, шестой континент постепенно очистился ото льда и героические люди будущего начали освоение новых земель.

236. Силверберг Р. Ветер и дождь // Сборник научной фантастики. – М., 1990. – Вып. 34. – С. 216-224.

Человечество исчезло с лица Земли в результате антропогенной экологической катастрофы. Причины, среди которых и выбросы парниковых газов в атмосферу, описаны на хорошем научно-популярном уровне. Но не это главное в рассказе известного американского фантаста. Он пронизан горькой иронией, насмешкой над людьми, которые проявили «столько энергии и единодушия, участвуя в собственном удушении».

237. Стругацкий А. Гадкие лебеди / А.Стругацкий, Б.Стругацкий
// Сборник научной фантастики. – М., 1990. – Вып. 34. – С. 10-165.

Провинциальный тихий городок в неназванной стране, где уже который год, не переставая, идет дождь, а на окраине, в резервации, именуемой лепрозорием, живут странные люди – «мокрецы» или «очкарики». Это мутанты-интеллектуалы, цели их грандиозны, но начали они с экспериментов с климатом...

Повесть во многом автобиографична, некоторые черты главного героя взяты у Владимира Высоцкого. Посвящена она судьбе творца в тоталитарном государстве и была запрещена советской цензурой.

ОСНОВНЫЕ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ, ПОСВЯЩЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА

- <http://www.unfccc.int> – сайт Рамочной конвенции ООН об изменении климата
- http://www.businesseco.ru/Bpravo/Documshow_Docum/D_40482.html – Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата [Текст]
- http://zakon.nau.ua/doc/?code=995_044.html – Рамочная конвенция ООН об изменении климата (укр. язык)
- <http://www.igrunov.ru/vin/vchk-vin-discipl/ecology/liter/kioto-protokol.html> – Киотский протокол к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата [Текст]
- <http://www.ipcc.ch/languages/russian.ru> – русскоязычный вариант сайта МГЭИК, содержит информацию о МГЭИК, публикации МГЭИК, глоссарии
- <http://www.un.org/russian/climatechange/> – русскоязычный вариант сайта ООН, посвященного деятельности системы ООН в области изменения климата
- <http://www.cdmbazaar.net> – англоязычный сайт ООН, посвященный изменениям климата
- <http://ru.cop15.dk/> – русскоязычный вариант сайта Климатического консорциума Дании, на котором размещены материалы о подготовке Конференции ООН по изменениям климата (Копенгаген, 7-18 дек. 2009 г.)
- <http://uk.wikipedia.org/wiki>; <http://ru.wikipedia.org/wiki> – интернет-энциклопедия Википедия, содержит целый ряд материалов, посвященных климату и его изменениям
- <http://www.climatechange.ru> – сайт, посвященный изменениям климата
- <http://www.poteplenie.ru> – сайт, на котором собраны материалы, охватывающие широкий круг вопросов, связанных с изменениями климата
- <http://www.wwf.ru> – русскоязычный вариант сайта Всемирного фонда дикой природы, на котором содержатся многочисленные материалы о влиянии изменений климата на экосистемы
- <http://www.realclimate.org> – ведущий мировой сайт для научных дискуссий по проблеме изменений климата (англ.)

- <http://www.worldwarming.info/> – сайт, посвященный проблеме глобального потепления (англ.)
- <http://www.greenpeace.org/russian/ru> – сайт независимой всемирной экологической организации Greenpeace Россия, содержащий многочисленные материалы об изменении климата
- <http://greenpack.rec.org/ru> – интер-активная «Зеленая книга», учебный материал для школьников и учителей с наглядным изложением сути проблемы изменения климата и путей ее решения, методические материалы по проведению уроков
- <http://www.rusges.ru> – сайт Российского регионального экологического центра, содержащий материалы об изменении климата
- <http://climate.mecom.ru> – сайт информационной системы об изменении климата и влиянии на него антропогенных факторов (ИСИКАФ)
- <http://greenword.ru/climate> – страница интернет-журнала Greenword (Зеленое слово), посвященная изменениям климата
- <http://science.compulenta.ru/earth/climate> – страница интернет-журнала «Компьюлента», посвященная изменениям климата
- <http://www.newsplaneta.com/globaltemp.hhp> – страница сайта «Планета новостей», на которой выкладываются факты о глобальном потеплении
- http://www.climate.org.ua/int_agr/kyoto/kp_001ua.html – сайт информационного центра «Инициатива по вопросам изменения климата» (Киев), деятельность которого направлена на помощь правительству Украины по выполнению обязательств по Рамочной конвенции ООН по изменению климата
- <http://mail.menr.gov.ua/publ/kyev2003/klimatpro.htm> – электронный доклад об изменении экологического состояния Киева под влиянием глобальных изменений климата
- <http://www.nesu.org.ua/climate> – страница сайта Национального экологического центра Украины, посвященная изменению климата

<http://climategroup.org.ua/> – сайт Рабочей группы неправительственных экологических организаций по вопросам изменения климата (Украина)

http://www.greenparty.ua/news/changes_of_climate/ – страница сайта Партии зеленых Украины, посвященная изменениям климата

<http://shlapak.org.ua/2008/09/zmina-klimatu-10/> – страница блока об охране окружающей среды, посвященная изменениям климата

<http://atom.org.ua/&p=290> – страница сайта «Атомная энергетика в Украине», посвященная изменениям климата

http://www.achem.univ.kiev.ua/books/cl_cover.htm – электронная книга «Хімічні аспекти глобального потепління» (М.Ф.Зуй, В.М.Зайцев, Л.С.Костенко), в которой освещена ситуация с выбросами парниковых газов в Украине и деятельность правительства Украины по выполнению международных соглашений об изменении климата

<http://www.climatetech.net> – сайт, посвященный новым климато-оберегающим технологиям (англ.)

<http://www.cgc.uaf.edu> – сайт Центра исследований глобальных изменений и изменений арктических систем (англ.)

<http://www.newscientist.com> – электронный вариант журнала новостей науки «New Scientist», содержащий материалы об изменении климата

<http://www.pewclimate.org/> – сайт неправительственной организации «Центр глобального изменения климата Pew» (США), посвященный международной политике в сфере изменения климата

<http://www.tyndal.ac.uk> – сайт научно-исследовательского центра изменения климата Тиндаль (Великобритания)

<http://www.climatechangesolutions.com> – сайт, посвященный проблемам уменьшения выбросов парниковых газов (англ.)

<http://www.ihdp.uni-bonn.de> – сайт международной научно-исследовательской программы «Человеческое измерение глобальных экологических изменений» – International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change (IHDP)

<http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange> – страница сайта Департамента по вопросам окружающей среды, про-

дуктов питания и сельского хозяйства (Великобритания), посвященная изменениям климата

<http://www.climateprediction.net/versions/ru/index.php> – сайт, который предлагает каждому желающему принять участие в крупномасштабном глобальном эксперименте, загрузив климатическую модель, рассчитывающую возможные изменения климата в XXI столетии

<http://www.princeton.edu/sites/pei/> – сайт Института окружающей среды Принстонского университета (США), содержащий материалы об изменении климата

<http://googl-latlong.blogspot.com/2008/05/climate-change-in-our-world.html> – сервис Google, позволяющий пользователям Google Earth просматривать прогнозируемые изменения климата

<http://www.eco-lab.ru/> – экологический портал «Экологическая лаборатория», содержащий материалы об изменении климата

УКАЗАТЕЛЬ ИМЕН

- Абдусаматов Х. 119
Абрамова Т.А. 44
Абэ Кобо 220
Агаджанян Н.А. 171
Агассис Л. 25
Адамов Г.Б. 221, 222, 230
Азимов А. 92
Александровский Г. 192
Алексеева Т.И. 177
Ананичева М.Д. 153
Антоновский М.Я. 141
Арутюнов В.С. 78
Астапенко П.Д. 7
Аткинсон О. 223
Аунер Н. 206
Афанасьева 172
Бабиченко В.Н. 94, 96, 98-100, 113
Багнюк В. 102
Бах В. 150
Белл Р. 83
Белоус В. 219
Беляев А.Р. 224
Берг Л.С. 9, 10
Берестов А.А. 17
Бернер Р.А. 40, 166
Бершицкий Я.М. 175
Беттен Л. 6
Биелло Д. 124, 132, 162
Битвинкас Т.Т. 44
Благутина В.В. 208
Бова Б. 225
Боголепов М.А. 11, 47
Бойченко С.Г. 105
Бокша В.Г. 175
Болин Б. 141
Борзенкова И.И. 214
Борисенков Е.П. 12, 44, 48-56, 151
Борисова О.К. 42
Браздил Р. 45
Брукс К. 21
Брум Дж. 93
Будыко М.И. 62, 63, 140, 141, 195, 213, 214
Буль П. 226
Бухбиндер А. 118, 159
Вартбург М. 120, 155
Вейс Я. 227
Веклич М.Ф. 23
Величко А.А. 42, 77
Величко В. 123
Величко М. 123
Величко О. 103
Волков А. 121, 130, 133, 158, 217
Волошин Д.В. 111
Волощук В.М. 105
Вудвелл Дж.М. 152
Гарькавый А. 170
Геллер С.Ю. 16
Гиббс У. 204
Гор А. 147-149
Гранин Д. 228
Григорьев И.И. 173
Григорьев Р. 83, 144, 215
Гройсман П. 87, 88
Гросвальд М.Г. 3
Грудинкин А. 84, 193
Груза Г.В. 66-68
Грютцен П. 215
Губарев В. 65
Губин О. 76
Гумилев Л.Н. 181-184
Девель А. 92
Девель Л. 92
Девярых Г.Н. 180
Джоунс Ф.Д. 57

Дідух Я. 101
Дмитриев А.А. 115
Дойч Дж. 202
Дорошенко Г.А. 105
Дячук В.А. 94
Елдышев Ю.Н. 85
Жаков С.И. 4
Жуков Б. 25
Зайлер В. 156
Звенигородский С.Г. 150
Звягинцев А.М. 137, 138
Зими́на Т. 147
Зубрева М.Ю. 41
Зузук Ф.В. 96
Иванова Е.К. 106
Израэль Ю.А. 63, 65, 140, 195,
213, 214
Исаев П.И. 212
Йохем Э. 200
Казанцев А. 229, 230
Камен Д. 203
Кароль И.Л. 18, 134
Катцов В.М. 168
Кепплер Ф. 163
Киселев А.А. 18
Клименко В.В. 58, 185-191
Козгроув Б. 5
Кокнаева В. 87, 88
Коллинз У. 145
Колмэн Р. 145
Коломієць П. 108
Комов Т.П. 22
Кондратьев К.Я. 13, 14, 151
Корнелий Тацит 55, 56
Корсак К.В. 136
Котляков В.М. 3, 33
Коцаренко М.Я. 136
Красилов В.А. 154
Кременецкий К.В. 42
Кренке А.Н. 3, 45
Крученицкий Г.М. 138
Кунциг Р. 218
Куцбах Дж.Е. 32
Ласага А.С. 166
Латхэм Дж. 218
Лашоф Д. 201
Левинсон В.Г. 21
Ліпінський В.М. 94
Логинов В.Ф. 15
Ломберг Б. 91
Лосев К.С. 153
Лукьянов А.В. 216
Лучков Б. 80
Лысцов В. 82
Макарова Л.Н. 117
Маккракен М.С. 63
Максимов Н. 89
Мартазинова В.Ф. 106-108
Мартин Дж. 210, 211
Медведев Ю.Э. 8
Мелешко В.П. 167
Мизун Ю.Г. 114
Миланкович М. 120, 121
Моисеев Н.Н. 165
Монин А.С. 17, 20, 59, 122
Мониц Э. 202
Моут Ф. 145
Мохов И.И. 169
Мэннинг М. 145
Николаев Г. 87, 88
Никонов А. 191
Ньюэлл Р.Э. 156
Огден Дж. 209
Одоевский В.Ф. 231
Островский А.Г. 125
Пакала С. 198
Пархоменко В.П. 165
Пасецкий В.М. 48-56
Паустовский К.Г. 232
Перов С.Б. 134
Перович Д. 81
Плиний Младший 55, 56
Плиний Старший 55, 56
Подільський З. 103

Полозова Л.Г. 61
Принн Р. 217
Просунко В. 104
Прусаков Д.Б. 187
Пудов В.Д. 128
Раддиман У. 139
Раддимен У.Ф. 32
Ранькова Э.Я. 66-68
Рапцун М.В. 112
Рейхль Г.Дж. 156
Рекманн Т. 163
Риз Дж. 233
Романовский Б. 234
Рубинштейн Е.С. 60, 61
Сакали Л.И. 95
Сафронов Ю. 235
Сафронова С. 235
Свенсмарк Х. 116
Северов Д.А. 214
Сергеев А. 72
Сериз М. 81
Силверберг Р. 236
Синицын В.М. 19
Ситник К. 102
Слепцов А.М. 188
Смекалова Л.К. 97
Соколов Р. 198, 207
Соломина О.Н. 46
Сорохтин О.Г. 27-30, 89, 90
Спорышев П.В. 168
Стенчиков Г.Л. 165
Степанов С. 92
Стерм М. 81
Стикс Г. 197
Столарски Р.С. 135
Стругацкий А. 237
Стругацкий Б. 237
Талалай П.Г. 35-38
Тарасов П. 194
Тиванова К. 129
Тит Ливий 55, 56
Томас Д. 84
Тренберт К. 127
Трошин В.Д. 174
Уайт Р.М. 70
Уиггинс А. 170
Уигли Т.М.Л. 57
Уильямс Р. 201
Уинн Ч. 170
Уотсон Т. 143
Усейнова И. 26
Ушаков С.А. 31, 89
Федоров К.Н. 125
Фишетти М. 205
Хайтон Р.А. 152
Хассельманн К. 87, 88
Хейвуд Дж. 145
Хект А.Д. 63
Хокинс Д. 201
Хотон Дж.Т. 64
Хэйвуд Дж. 199
Чайка Д.Ю. 106
Чернавская М.М. 45
Черный Э. 86
Чумаков Н.М. 24
Шалимов Н.А. 180
Шаров Г. 211
Шварцбах М. 22
Швер Ц.А. 97
Шевчук В.Я. 109
Шейнис И.М. 16
Шепли Х. 16
Шер К. 84
Шерстюков Б.Г. 126
Шишков Ю.А. 20, 59
Шнайдер С.Г. 69, 164
Шполянская Н. 71
Элли Р. 34, 79
Энджел Р. 218
Ягодинский В.Н. 176
Яншин А.Л. 73-75, 195
Ясаманов Н.А. 1, 31, 157

СОДЕРЖАНИЕ

<i>От автора-составителя</i>	5
ГЛОБАЛЬНЫЙ КЛИМАТ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ	6
Климаты геологического прошлого	13
Климаты исторического прошлого	24
Современные изменения климата	31
<i>Изменения климата Украины</i>	46
ПОЧЕМУ МЕНЯЕТСЯ КЛИМАТ?	57
Космические факторы изменений климата	57
Океаны и климат	64
Вулканы и климат	68
Озон и климат	70
Изменения климата и человек	74
<i>Углекислый газ и климат</i>	80
<i>Метан и климат</i>	82
МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛИМАТА	86
КЛИМАТ И ЗДОРОВЬЕ	91
КЛИМАТ И ИСТОРИЯ	98
ОБУЗДАЕМ ЛИ МЫ КЛИМАТ?	103
ФАНТАСТИКА ПРЕДОСТЕРЕГАЕТ И ВСЕЛЯЕТ НАДЕЖДУ	117
Основные интернет-ресурсы, посвященные изменениям климата	124
Указатель имен	128

Науково-довідкове видання

**ГЛОБАЛЬНІ ЗМІНИ КЛІМАТУ ЗЕМЛІ:
ФАКТОРИ, ФАКТИ, ПРОГНОЗИ**

Рекомендаційний
показчик літератури

Серія
«Проблеми. Гіпотези. Відкриття»
Випуск 52

Автор-упорядник
*Інна Емільвна
Рікун*

Комп'ютерний набір і верстка
Т.В.Іванової

Редакційний відділ
Одеської державної наукової
бібліотеки імені М.Горького
65026 Одеса-26, вул. Пастера, 13

Підписано до друку _____
Формат паперу 60×84 1/16
Друк офсетний
Обл.-вид. арк. _____
Тираж 100 прим.
Замовлення № _____

Ротапринт ОДНБ імені М.Горького
65026 Одеса-26, вул. Пастера, 13