



Дж. Силвер

ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ

ПУТЕВОДИТЕЛЬ

НИИ
БЕЗ ТАЙН

Handwritten signature

Поднимется ли
уровень
Мирового
океана?

Вся правда
о парниковом
эффекте



Самое
интересное
об изменениях
климата



Jerry Silver

GLOBAL WARMING AND CLIMATE CHANGE

A SELF-TEACHING GUIDE

DEMYSTIFIED

McGraw-Hill



Дж. Силвер

ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ

ПУТЕВОДИТЕЛЬ

БЕЗОТТАЙН



ЭКСМО
МОСКВА
2009

УДК 551
ББК 28.080.1
С 36

709-52145
005
ГНТБ РОССИИ
ЭКЗЕМПЛЯР
ЧИТАЛЬНОГО ЗАЛА

709-089
39850

Перевод с английского и редакция Е. Г. Петровой

Силвер Дж.

С 36 Глобальное потепление без тайн / Джерри Силвер ; [пер. с англ. и ред. Е. Г. Петровой]. — М. : Эксмо, 2009. — 336 с. : ил. — (Без тайн).

ISBN 978-0-07-150240-5
ISBN 978-5-699-35701-7

Ученые уже много лет отчаянно спорят о глобальном потеплении и связанных с ним катастрофических изменениях. Что же в действительности произойдет с нами в ближайшем будущем? Затопит ли океан Голландию и Нью-Йорк? Не превратится ли средняя полоса России в пустыню? Станет ли Земля планетой-океаном? В этой книге вы найдете ответы на многочисленные вопросы — от самых простых до самых сложных и интересных. Задания для самопроверки помогут читателю протестировать полученные знания.

**УДК 551
ББК 28.080.1**

Никакая часть настоящего издания ни в каких целях не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, если на это нет письменного разрешения ООО «Издательство «Эксмо».

ISBN 978-0-07-150240-5 (англ.)
ISBN 978-5-699-35701-7 (рус.)

© 2008 by The McGraw-Hill Companies,
Inc. All rights reserved.
© ООО «Издательство «Эксмо», 2009

Оглавление

Об авторе 9

ГЛАВА 1. Глобальная перспектива — размышления о Земле 10

ЧАСТЬ 1 ЧТО МЫ ЗНАЕМ И ОТКУДА МЫ ЭТО ЗНАЕМ

ГЛАВА 2. Измеряя температуру Земли 15

Измерение глобальной температуры — основы 15

Как меняется температура на Земле? 18

В глубь веков — что еще можно использовать
вместо термометра 25

Разные районы, разные изменения температуры 33

О чем нам говорят факты 39

Причины и результаты 40

Основные моменты 40

Контрольные вопросы 41

ГЛАВА 3. Симптомы глобального потепления 44

Океаны 44

Что приводит к повышению уровня моря? 53

Таяние льда и снега 54

Воздействие на живую природу — некоторые примеры 70

Погода со странностями 73

Основные моменты 79

Контрольные вопросы 81



ЧАСТЬ 2 ПОЧЕМУ МЕНЯЕТСЯ КЛИМАТ

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ГЛАВА 4. Термостат Земли — сохраняя тепло Земли | 85 |
| Орбита Земли. | 85 |
| Как Солнце согревает Землю | 87 |
| Природные климатические циклы. | 110 |
| Другие климатические колебания | 122 |
| Основные моменты. | 127 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 128 |
| | |
| ГЛАВА 5. Парниковая химия | 131 |
| Газы в атмосфере | 132 |
| Производство углекислого газа | 132 |
| Производство бетона — рай для мостовых | 134 |
| Поглощение света газами в атмосфере. | 135 |
| Незначительные газовые примеси с большим потенциальным воздействием | 138 |
| Углеродный сток | 141 |
| Изотопы — определение возраста различных материалов | 147 |
| Основные моменты. | 149 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 150 |
| | |
| ГЛАВА 6. Происхождение и воздействие парниковых газов | 153 |
| Что люди добавляют в природный парник | 153 |
| Как мы узнаем, откуда поступают парниковые газы? | |
| Человеческий след против следов природы | 163 |
| Как парниковые газы воздействуют на атмосферу. | 165 |
| Откуда берутся парниковые газы антропогенного происхождения. | 170 |
| Мировое потребление энергии. | 174 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 176 |



ЧАСТЬ 3

ЧЕГО МЫ МОЖЕМ ОЖИДАТЬ И ЧТО МЫ МОЖЕМ СДЕЛАТЬ

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| ГЛАВА 7. Последствия глобального потепления | 181 |
| Климатические модели | 181 |
| Как сильно и как быстро изменится климат? | 188 |
| Последствия изменения климата | 197 |
| Региональные климатические изменения | 200 |
| Назад в будущее — повторится ли прошлое? | 204 |
| Результаты климатических моделей — уровни достоверности | 208 |
| Основные моменты | 216 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 217 |
| ГЛАВА 8. Возвращая термостат Земли в исходное положение — решения. | 221 |
| Электрическая энергия: проблема с углем | 221 |
| Транспорт — проблема с нефтью | 245 |
| Приступая к делу — предпринимаемые действия | 257 |
| Конференция ООН по изменению климата, Бали, Индонезия | 261 |
| Торговля квотами на выброс парниковых газов — система «Cap and trade» | 265 |
| Как сделать ваши деньги «экологически чистыми» | 266 |
| Адаптация — глобальные средства помощи | 267 |
| Что вы можете сделать — личные действия | 272 |
| Заключительные размышления | 275 |
| <i>Контрольные вопросы</i> | 277 |
| Заключительный экзамен | 281 |
| Ответы | 296 |



Оглавление

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Приложение А. Толковый словарь специальных терминов (Глоссарий) | 298 |
| Приложение В. Важные вехи в истории климатических изменений. | 303 |
| Приложение С. Спутники, осуществляющие мониторинг погоды и климата. | 307 |
| Приложение Д. Единицы измерения, применяемые при исследовании климатических изменений | 310 |
| Приложение Е. Библиография и некоторые ресурсы Интернета | 312 |
| Приложение F. Сводные таблицы ключевых климатических показателей. | 314 |
| Приложение G. Какие сомнения остаются? | 317 |
| Предметный указатель | 321 |



греватель и подсоединенная к нему труба имеют теплозащитное покрытие.

- При стирке белья по возможности использовать холодную воду вместо теплой и теплую воду вместо горячей.
- Снижать объем и утилизировать бытовой мусор. Использовать минимальную и подвергающуюся повторной переработке упаковку. Использовать полотняные сумки вместо бумажных или пластиковых пакетов. Средняя семья в США использует, согласно оценкам, 1500 пакетов, для изготовления которых расходуются как древесина, так и нефть.

Заключительные размышления

Все написанное в этой книге посвящено будущему нашей планеты, потому что, как бы там ни было, происходящие изменения затрагивают всю нашу Землю — весь земной шар целиком. Вероятно, наиболее убедительным образом почувствовать эту перспективу можно, взглянув на Землю из космоса. На рисунке 8.12 видно, как жадно наша планета расходует энергию.



Рис. 8.12. Огни населенных территорий

Население Земли растет, и потребности планеты в энергии увеличиваются в три раза быстрее, чем население. Проблема заключается в том, чтобы найти лучший способ получения этой энергии (рис. 8.13).

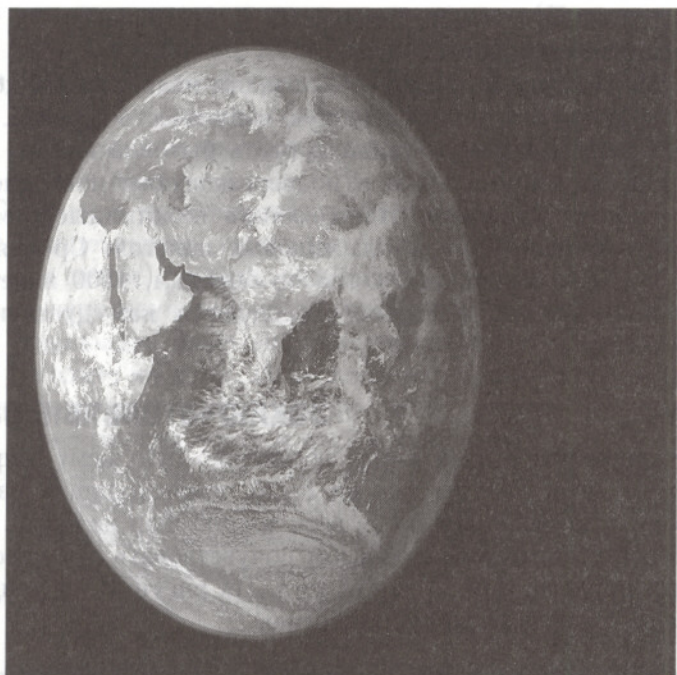


Рис. 8.13. Подобно космическому кораблю, Земля имеет автономную систему терморегулирования, и мы только начали учиться ее использовать

ОСНОВНЫЕ МОМЕНТЫ

- Выбросы парниковых газов могут либо продолжать расти, либо удерживаться на каком-то определенном уровне, или могут быть уменьшены до более низкого уровня.
- Некоторые последствия наличия парниковых газов в атмосфере неизбежны.
- Адаптация к климатическим изменениям может потребовать обеспечения альтернативных источников воды и совершенствования систем контроля наводнений, таких как защитные дамбы.
- Существуют две основные возможности сокращения парниковых газов: (1) уменьшение количества угля, используемого для выработки электроэнергии, и (2) уменьшение количества нефти, сжигаемой в транспортных системах.
- Выбросы от сжигания угля могут быть уменьшены за счет снижения потребностей в электроэнергии путем ее экономии.



- Выбросы от сжигания угля могут быть снижены за короткое время путем использования более производительных электростанций комбинированного цикла с внутренней газификацией угля (IGCC).
- Выбросы от сжигания угля могут улавливаться и складироваться в выработанных нефтяных месторождениях, угольных шахтах или океанах.
- Не производящие загрязняющих выбросов, альтернативные электростанциям на угле источники энергии включают гидроэлектроэнергию, ветровую, солнечную и атомную энергию.
- Хотя источники топлива из биомассы, такие как этанол, этанол из целлюлозы и биодизель, удаляют двуокись углерода из воздуха в процессе своего роста, эта двуокись углерода выбрасывается в атмосферу, когда топливо сжигается. При некоторых, но не всех способах применения, суммарные выбросы от биотоплива могут быть сокращены, если учитывать общий жизненный цикл топлива.
- Дизельные двигатели более эффективны и производят меньше выбросов парниковых газов, чем обычные двигатели внутреннего сгорания на искровом зажигании.
- Выбросы автомобилей можно уменьшить при использовании более производительных моделей двигателей, включая газодизельные гибриды, сменные гибриды и двигатели на водородном топливе или на водородных топливных элементах. Сокращение выбросов двуокиси углерода будет значительным только в том случае, если используемый источник электроэнергии выбрасывает минимальное количество двуокиси углерода.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как часто в среднем в Китае вводится в эксплуатацию новая крупная ТЭС на угле?
 - (а) раз в неделю;
 - (б) раз в месяц;
 - (в) раз в квартал;
 - (г) раз в год.



ЧАСТЬ 3 Чего мы можем ожидать и что мы можем сделать

2. Что из нижеперечисленного является примером секвестрации углерода?
 - (а) превращение угля в более эффективный сингаз;
 - (б) замена электростанции, работающей на угле, альтернативными источниками энергии;
 - (в) улавливание двуокиси углерода из выбросов электростанции, работающей на угле, и отправка в заброшенную угольную шахту;
 - (г) использование природного газа вместо угля.
3. Что из нижеперечисленного *не* производит парниковых газов?
 - (а) атомная энергия;
 - (б) этанол;
 - (в) биодизель;
 - (г) природный газ.
4. Что из нижеперечисленного недавно потребовало решения Верховного Суда США для официального признания его загрязняющим выбросом?
 - (а) галоидоуглероды;
 - (б) окись углерода;
 - (в) озон;
 - (г) двуокись углерода.
5. Какой процент электроэнергии в мире производится на основе технологии, не производящей выбросов парниковых газов?
 - (а) 10%;
 - (б) 30%;
 - (в) 50%;
 - (г) 75%.
6. Что из нижеперечисленного можно будет обнаружить в выхлопной трубе транспортного средства, сжигающего водород?
 - (а) кислород;
 - (б) водяной пар;
 - (в) двуокись углерода;
 - (г) озон.
7. В чем заключается основное преимущество использования комбинированного цикла с внутренней газификацией угля (IGCC) на электростанциях, работающих на угле?



- (а) потребляется меньшее количество угля;
 - (б) легче удалять производимую двуокись углерода;
 - (в) меньше расходы по сравнению со стандартной ТЭС, не использующей улавливание и хранение углерода;
 - (г) выбрасывается меньше метана.
8. Что из нижеперечисленного представляет собой адаптацию к климатическим изменениям?
- (а) строительство резервуаров для воды и водопроводов к деревням у подножия Гималаев;
 - (б) использование гибридных автомобилей;
 - (в) строительство АЭС;
 - (г) поворот термостата вниз.
9. В механизме торговли квотами на выброс что должна делать компания или страна, которая не способна выполнить установленные для нее цели по снижению выбросов парниковых газов?
- (а) прекратить свою деятельность;
 - (б) выполнить свои цели по снижению выбросов в течение определенного периода времени;
 - (в) заплатить той организации, которая может сократить выбросы сверх взятых ею обязательств;
 - (г) приложить все усилия к тому, чтобы выполнить свои обязательства в будущем.
10. Что из нижеперечисленного на современном этапе наиболее конкурентоспособно по отношению к электроэнергетике, использующей угольное топливо?
- (а) ветровая энергия;
 - (б) фотоэлектричество;
 - (в) атомная энергия;
 - (г) IGCC с улавливанием и хранением углерода.
11. Что из нижеперечисленного характерно для большей части устанавливаемых на современном этапе новых фотоэлектрических систем?
- (а) использование для дорожных знаков;
 - (б) подключение к электросети;
 - (в) дистанционные возможности;
 - (г) использование для ирригационных насосных станций.



ЧАСТЬ 3 Чего мы можем ожидать и что мы можем сделать

12. Какое обязательство взяли на себя страны, подписавшие Киотский протокол?

- (а) нулевые выбросы двуокиси углерода к 2035 г.;
- (б) сделать все возможное на добровольной основе;
- (в) сократить выброс хлорфторуглеродов и других газов, воздействующих на озон стратосферы;
- (г) снизить выбросы парниковых газов до согласованного уровня.

Заключительный экзамен

1. Почему использование аномальных значений температуры чаще предпочтительнее, чем использование абсолютных значений?
 - (а) их легче измерить;
 - (б) они требуют меньшей компьютерной памяти;
 - (в) они сокращают вероятность ошибки градуировки;
 - (г) для их измерения используются специальные термометры.
2. Что изучает *палеоклиматолог*?
 - (а) климат прошлых исторических эпох;
 - (б) соленость океана;
 - (в) спутниковую информацию;
 - (г) интенсивность тропических штормов.
3. Что из нижеперечисленного является наиболее значимой причиной повышения температуры в городах?
 - (а) глобальное потепление;
 - (б) эффект теплового купола;
 - (в) озон;
 - (г) отработанное тепло атомных электростанций.
4. Каков вклад эффекта теплового купола в глобальное потепление?
 - (а) менее 1%;
 - (б) 2%;
 - (в) 5%;
 - (г) 10%.
5. Почему охлаждается стратосфера?
 - (а) уменьшается интенсивность солнечного излучения;
 - (б) снижение содержания озона приводит к некоторому сокращению поглощения проходящей солнечной ультрафиолетовой энергии;
 - (в) увеличивается отражательная способность Земли;
 - (г) повышение испарения охлаждает стратосферу.
6. Что используют спутники TOPEX для измерения уровня моря?
 - (а) визуальные изображения;
 - (б) инфракрасные изображения;
 - (в) датчики ультрафиолетового излучения;
 - (г) отраженные радиолокационные волны.



Заключительный экзамен

7. Какую тенденцию демонстрирует Индекс интенсивности засухи Палмера?
- (а) отсутствие статистического тренда;
 - (б) увеличение степени засушливости в мире;
 - (в) сокращение степени засушливости в мире;
 - (г) циклы совпадают с природными климатическими колебаниями.
8. Как изменялась относительная влажность за последние годы?
- (а) не было значительных изменений;
 - (б) возрастала;
 - (в) снижалась;
 - (г) колебалась в зависимости от местной температуры.
9. Как изменялось содержание водяного пара в атмосфере за последние годы?
- (а) не было значительных изменений;
 - (б) возрастало;
 - (в) снижалось;
 - (г) колебалось в зависимости от местной температуры.
10. Помимо таяния ледников и других материковых льдов, что еще ведет к повышению уровня моря?
- (а) увеличение осадков;
 - (б) таяние вечной мерзлоты;
 - (в) таяние морского льда Арктики;
 - (г) термическое расширение.
11. Почему трудно с уверенностью сказать, ураганы какой силы — категории 4 или 5 — стали повторяться чаще на современном этапе?
- (а) современные строительные конструкции стали более устойчивыми к разрушениям;
 - (б) совершенствование современной системы наблюдений улучшило диагностику опасных явлений;
 - (в) не существует точных архивных данных по скорости ветра;
 - (г) современные города снижают интенсивность опасных ветровых явлений.
12. Какая часть земной поверхности покрыта вечной мерзлотой?
- (а) 20–25%;
 - (б) 8%;
 - (в) 3%;
 - (г) менее 1%.



13. Почему Великобритания отличается более мягким климатом, чем другие регионы, расположенные в тех же широтах?
- (а) меньше облачность;
 - (б) солнечные лучи направлены под углом, более близким к прямому углу;
 - (в) благодаря распределению тепла термогалинной циркуляцией;
 - (г) больше ресурсы геотермальной энергии.
14. Какой ученый первым высказал предположение о том, что планеты излучают тепло, получаемое ими от Солнца, обратно в космос — теория, ставшая впоследствии известной как парниковый эффект?
- (а) Джон Тиндалл;
 - (б) Жозеф Фурье;
 - (в) Сванте Аррениус;
 - (г) Гай Стюарт Каллендар.
15. Как сильно изменяется солнечная «постоянная» в течение 11-летнего цикла солнечных пятен?
- (а) 10%;
 - (б) 7%;
 - (в) 1–2%;
 - (г) 0,1%.
16. Как сильно изменяется интенсивность солнечного излучения, получаемого Землей, в ходе ее годового обращения вокруг Солнца?
- (а) 10%;
 - (б) 7%;
 - (в) 1–2%;
 - (г) 0,1%.
17. Что является причиной циклов Миланковича?
- (а) гравитационное притяжение Юпитера и Сатурна;
 - (б) вариации интенсивности солнечного излучения;
 - (в) вариации солнечного ветра;
 - (г) вулканическая активность.
18. Если почти 90% энергии, получаемой Землей от Солнца, поступает в океаны, почему средняя температура океанов возросла за последние несколько лет на величину, которая может показаться незначительной (всего 0,1 °C)?
- (а) поглощаемое океанами тепло быстро передавалось атмосфере путем конвекции;



Заключительный экзамен

- (б) океаны обладают очень высокой теплоемкостью и требуют большого количества тепла, чтобы вызвать заметные изменения температуры;
- (в) таяние ледников и морского льда поддерживает более низкую температуру океанов;
- (г) тепло океанов излучается обратно в космос.
19. Как интенсивность солнечной радиации связана с циклами солнечных пятен?
- (а) интенсивность солнечной радиации не меняется на протяжении цикла солнечных пятен;
- (б) интенсивность солнечной радиации немного уменьшается, когда число солнечных пятен сокращается;
- (в) интенсивность солнечной радиации немного увеличивается, когда число солнечных пятен сокращается;
- (г) интенсивность солнечной радиации увеличивается и уменьшается каждые 5,5 года.
20. Что происходит с температурой тающего льда или снега в процессе таяния?
- (а) остается постоянной, на несколько градусов выше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- (б) чем больше тепла он поглощает, тем теплее становится;
- (в) остается постоянной, на несколько градусов ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- (г) остается постоянной, около $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.
21. Что из нижеперечисленного обладает большей удельной теплоемкостью? (Другими словами, что из нижеперечисленного требует максимального количества тепла для изменения температуры на заданное число градусов?)
- (а) воздух;
- (б) вода;
- (в) горная порода;
- (г) двуокись углерода.
22. Почему извержение вулкана Сент-Хеленс оказало меньшее воздействие на климат Земли, чем извержение вулкана Пинатубо?
- (а) вулкан Сент-Хеленс выбросил в ходе извержения меньше пепла;
- (б) извержение вулкана Сент-Хеленс происходило в период Ла Нинья;
- (в) вулкан Сент-Хеленс выбросил пепел главным образом в тропосферу, откуда он был вымыт осадками;



- (г) вулкан Сент-Хеленс выбросил пепел главным образом в стратосферу, где он быстро рассеялся.
23. Когда следы инверсии самолетов оказывают наибольшее воздействие на увеличение температуры воздуха?
- ясными ночами;
 - ясным утром;
 - ясными послеполуденными часами;
 - в дождливые дни.
24. Какое воздействие тающий лед оказывает на отражательную способность (альбедо) Земли?
- никакого;
 - отражательная способность возрастает;
 - отражательная способность снижается;
 - отражательная способность увеличивается на воде, но снижается на суше.
25. Почему на Венере теплее, чем на Меркурии, несмотря на то что она находится дальше от Солнца?
- у Меркурия больше облаков;
 - двуокись углерода на Венере приводит к возникновению парникового эффекта;
 - вода на Венере поглощает больше тепла;
 - поверхность Меркурия обладает большей удельной теплоемкостью, чем Венеры.
26. Что понимается под *усилением* парникового эффекта?
- любое поглощение инфракрасной энергии парниковыми газами;
 - поглощение ультрафиолетовой энергии парниковыми газами;
 - поглощение инфракрасной энергии газами антропогенного происхождения;
 - поглощение инфракрасной энергии газами природного происхождения.
27. В какой форме двуокись углерода в основном накапливается в океанах?
- как угольная кислота;
 - как маленькие пузырьки в воде;
 - в водных растениях;
 - в кораллах.



Заключительный экзамен

28. Каким образом комбинированный цикл с внутренней газификацией угля (IGCC) облегчает удаление двуокиси углерода, образующейся при сжигании угля?
- (а) двуокись углерода переводится в твердую форму;
 - (б) двуокись углерода менее разбавлена азотом;
 - (в) двуокись углерода не образуется;
 - (г) двуокись углерода переводится в водород.
29. Какое топливо обладает наибольшей массовой удельной энергией (количество энергии, производимое на заданную *массу* сжигаемого топлива)?
- (а) уголь;
 - (б) нефть;
 - (в) природный газ;
 - (г) водород.
30. Какое топливо обладает меньшей объемной удельной энергией (количество энергии, производимое на заданный *объем* сжигаемого топлива)?
- (а) уголь;
 - (б) нефть;
 - (в) природный газ;
 - (г) водород.
31. Какое топливо производит больше всего двуокиси углерода на заданную *массу* сжигаемого топлива?
- (а) уголь;
 - (б) нефть;
 - (в) природный газ;
 - (г) водород.
32. Что происходит с концентрацией кислорода-18 (O-18) в осадках, когда температура атмосферы повышается?
- (а) концентрация O-18 изменяется, но независимо от изменения температуры атмосферы;
 - (б) концентрация O-18 остается постоянной, вне зависимости от температуры;
 - (в) O-18 становится больше, когда температура повышается;
 - (г) O-18 становится меньше, когда температура повышается.
33. Какой из нижеперечисленных парниковых газов поглощает инфракрасный свет наиболее сильно при заданной концентрации газа?



- (а) азот (N_2);
 - (б) кислород (O_2);
 - (в) метан (CH_4);
 - (г) углекислый газ (CO_2).
34. Что такое изотопы?
- (а) атомы с различающимся числом нейтронов;
 - (б) радиоактивные атомы;
 - (в) заряженные атомы;
 - (г) атомы, вступающие в реакцию с ураном.
35. Период полураспада углерода-14 составляет 5730 лет. Если образец ледового керна содержит 25% углерода-14 по сравнению с его содержанием в атмосфере, сколько лет этому образцу?
- (а) 2865 лет;
 - (б) 5730 лет;
 - (в) 11 400 лет;
 - (г) 17 190 лет.
36. Как глобальное потепление может повысить риск заболеваемости малярией?
- (а) приводя к образованию новых водоемов со стоячей водой в результате наводнений и увеличения осадков;
 - (б) повышая рН океанов, что приводит к локальным миграциям малярийных комаров;
 - (в) усиливая засушливость климата, что разрушает места обитания малярийных комаров;
 - (г) повышая статистическую вероятность более теплых ночей.
37. Что необходимо для более широкого использования водорода в качестве топлива?
- (а) развитие способа производства водорода с низким энергопотреблением;
 - (б) развитие эффективного способа распределения водорода;
 - (в) поиск методов аккумуляции водорода в более компактном объеме;
 - (г) все вышеперечисленное.
38. Какая форма использования солнечной энергии развивается в настоящее время быстрее всего?
- (а) зарядка аккумуляторов для обеспечения бытовых потребностей в ночное время;



Заключительный экзамен

- (б) дорожные знаки;
 - (в) выработка электроэнергии для бытовых нужд с распределением излишков через коммунальные энергосети;
 - (г) расщепление морской воды для производства водородного топлива.
39. Что из нижеперечисленного рассматривается в качестве возможной формы долгосрочного хранения двуокси углерода у дна океана?
- (а) растворимый бикарбонат кальция;
 - (б) твердый бикарбонат кальция;
 - (в) пузырьки двуокси углерода;
 - (г) поглощение водными растениями.
40. Если галоидоуглероды так сильно поглощают инфракрасную энергию, почему они не играют более значительной роли в нагревании атмосферы?
- (а) они остаются в атмосфере на очень короткое время;
 - (б) они поглощают энергию той же длины волны, что и другие парниковые газы;
 - (в) они представлены в относительно малых концентрациях;
 - (г) они поглощают очень небольшую часть инфракрасного спектра.
41. Из какого газа производится озон?
- (а) кислорода (O_2);
 - (б) метана (CH_4);
 - (в) углекислого газа (CO_2);
 - (г) тетрахлорида углерода (CCl_4).
42. Какова концентрация газа, если она составляет 382 ppm?
- (а) 382 молекулы газа на миллиард молекул воздуха;
 - (б) 382 000 000 молекулы газа на миллион молекул воздуха;
 - (в) 38,2% от всех газов атмосферы;
 - (г) 382 молекулы газа на миллион молекул воздуха.
43. Что измеряет $GtCO_2, eq$?
- (а) $GtCO_2, eq$ включает только двуокись углерода антропогенного происхождения;
 - (б) $GtCO_2, eq$ включает смесь всех парниковых газов с учетом их вклада в поглощение инфракрасного излучения по сравнению с углекислым газом;



- (в) $GtCO_2$, eq включает только двуокись углерода природного происхождения;
 - (г) $GtCO_2$, eq включает все парниковые газы, за исключением двуокиси углерода.
44. Как соотносятся «выбросы углерода», измеряемые в GtC (гигатоннах углерода), с выбросами двуокиси углерода, измеряемыми в $GtCO_2$ (гигатоннах двуокиси углерода)?
- (а) по существу это одно и то же;
 - (б) GtC включает только выбросы от ископаемых видов топлива;
 - (в) GtC на 27,3% меньше, чем $GtCO_2$, в соответствии с весовой долей углерода в двуокиси углерода;
 - (г) GtC больше, поскольку твердый углерод обладает большей плотностью, чем двуокись углерода, являющаяся газом.
45. Как попадает в атмосферу большая часть выбросов такого парникового газа, как закись азота?
- (а) в результате использования азотных удобрений;
 - (б) из производства стоматологических материалов;
 - (в) от сжигания угля;
 - (г) из АЭС.
46. Какова была цель подписания Монреальского протокола в 1989 г.?
- (а) снижение выбросов парниковых газов;
 - (б) снятие с производства хлорфторуглеродов (ХФУ);
 - (в) увеличение использования альтернативных источников энергии;
 - (г) экономия энергии.
47. Откуда мы знаем, что двуокись углерода поступает в атмосферу в результате сжигания ископаемого топлива, а не как природный побочный продукт потепления океана?
- (а) уровень кислорода в атмосфере снизился;
 - (б) в Южном полушарии производится больше парниковых газов, чем в Северном;
 - (в) углерод-14, обнаруженный в двуокиси углерода атмосферы, не содержится в ископаемом топливе;
 - (г) рН океана повышается.
48. Что из нижеперечисленного поддерживает мысль о том, что повышенный уровень двуокиси углерода в атмосфере имеет антропогенное происхождение?



Заключительный экзамен

- (а) уровень двуокси углерода наиболее высок вблизи промышленных источников, особенно в Северном полушарии;
 - (б) ледники тают только в промышленно развитых странах;
 - (в) озоновая дыра над Антарктидой уменьшается;
 - (г) повышение уровня метана в атмосфере происходит в результате сжигания угля.
49. Какие свойства парниковых газов учитываются индексом, который называется Потенциал глобального потепления (ПГП)?
- (а) с какой вероятностью они выбрасываются в атмосферу;
 - (б) затраты на улавливание и простота удаления из дымовых газов;
 - (в) концентрация газа по сравнению с доиндустриальным уровнем;
 - (г) поглощение инфракрасного излучения и продолжительность существования в атмосфере.
50. Какой из нижеперечисленных газов обладает наиболее высоким значением ПГП?
- (а) углекислый газ (CO_2);
 - (б) метан (CH_4);
 - (в) гидрофторуглерод, например, CH_3CF_3 ;
 - (г) закись азота (N_2O).
51. Что такое радиационное воздействие?
- (а) выброс радиоактивных отходов из ядерного реактора;
 - (б) повышение или понижение количества энергии, получаемой Землей;
 - (в) обязательное наложение углеродного налога на страны, которые превысили заданный уровень выбросов;
 - (г) форсированное удаление двуокси углерода и других парниковых газов из атмосферы.
52. Что из нижеперечисленного является наиболее значимым примером отрицательного радиационного воздействия?
- (а) аэрозоли;
 - (б) парниковые газы;
 - (в) тающий снег;
 - (г) разрушение озона стратосферы.
53. Каким образом изменение климата может усилить распространение заболеваний, таких как геморрагическая лихорадка денге?



- (а) рост концентрации парниковых газов усиливает размножение комаров;
 - (б) повышение температуры приводит к распространению бактерий;
 - (в) миграция популяции комаров в более высокие широты затрагивает территории с высокой плотностью населения, менее подготовленного к борьбе с тропическими болезнями;
 - (г) сокращение доли ультрафиолетовой радиации, достигающей земной поверхности, приводит к снижению гибели комаров.
54. Что является самым крупным источником производства электроэнергии на Земле?
- (а) нефть;
 - (б) природный газ;
 - (в) уголь;
 - (г) гидроэнергетика.
55. Какая современная промышленная технология может быть легче всего адаптирована применительно к секвестрации углерода?
- (а) использование двуокиси углерода для извлечения нефти из почти выработанных месторождений;
 - (б) производство цемента из негашеной извести (CaCO_3);
 - (в) сжигание этанола в двигателях внутреннего сгорания;
 - (г) производство гидроэлектроэнергии.
56. Что является примером химической секвестрации?
- (а) хранение двуокиси углерода под землей, в таких местах, как выработанные месторождения нефти и газа, угольные и соляные пласты;
 - (б) связывание двуокиси углерода в биомассу, например, водорослей;
 - (в) сжигание угля с использованием технологии IGCC (комбинированного цикла с внутренней газификацией угля);
 - (г) образование стабильных минералов, таких как кальцит (CaCO_3) или магнезит (MgCO_3).
57. Почему трудно удалять двуокись углерода из выбросов дымовых труб тепловых электростанций, работающих на угольном топливе?
- (а) газы слишком горячие;
 - (б) в отработанном дыме содержится большое количество атмосферного азота;
 - (в) газы взрывоопасны;
 - (г) газы не растворимы ни в одном из известных растворителей.



Заключительный экзамен

58. Как применение технологии по удалению и хранению углерода может повлиять на общее количество угля, необходимого для работы тепловой электростанции?
- (а) повысится;
 - (б) понизится;
 - (в) потребуется такое же количество, но только самого чистого угля;
 - (г) не повлияет.
59. Что из нижеперечисленного потенциально расходует меньше всего электроэнергии для производства заданного количества света?
- (а) лампа накаливания;
 - (б) лампа дневного света;
 - (в) светодиоды;
 - (г) галогенные лампы.
60. Почему подключенная к электросети фотоэлектрическая система использует *обратный преобразователь*?
- (а) чтобы распределять энергию постоянного тока для использования в том месте, где он производится;
 - (б) чтобы преобразовывать энергию постоянного тока от солнечных батарей в переменный ток;
 - (в) чтобы заряжать аккумуляторы;
 - (г) чтобы накапливать энергию в периоды облачности или ночные часы.
61. Какое вещество преимущественно используется в современных солнечных элементах для коммерческого использования в качестве основного материала, поглощающего световую энергию?
- (а) арсенид галлия;
 - (б) нитрид галлия;
 - (в) теллурид кадмия;
 - (г) кремний.
62. Для чего в основном используется солнечная энергия в мире?
- (а) солнечные водонагреватели;
 - (б) солнечные обогреватели;
 - (в) солнечные электрогенераторы;
 - (г) производство пара прямым нагревом от солнечного тепла для выработки электроэнергии.



63. Китай лидирует в мире по установке солнечных панелей отопления. Какая модель используется в большинстве китайских солнечных панелей отопления?
- (а) плоского дизайна;
 - (б) вакуумные трубки;
 - (в) комбинированные тепловые и фотоэлектрические панели;
 - (г) крупные системы центрального отопления.
64. Необходимость каких дополнительных затрат ограничивает использование солнечных водонагревателей в странах с холодным климатом?
- (а) потребность в специальном антиотражательном покрытии;
 - (б) предотвращение отражения от снега;
 - (в) необходимость в защите от замерзания;
 - (г) обеспечение достаточно мощного аккумулятора.
65. Большая часть проектируемых геотермальных ТЭС является электростанциями бинарного цикла. Что такое геотермальная система бинарного цикла?
- (а) вода в геотермальном резервуаре проходит через теплообменник, который передает тепло отдельной трубе, содержащей жидкость с гораздо более низкой температурой кипения;
 - (б) пар из подземных гейзеров напрямую вращает электрические турбины;
 - (в) геотермальная энергия комбинируется с ТЭС на угольном топливе для повышения ее КПД;
 - (г) обработанный пар геотермальной ТЭС используется повторно.
66. Геотермальная энергия может применяться для непосредственного обогрева или охлаждения домов и для снижения потребностей в других источниках энергии. Какова температура тепла Земли во многих местах у ее поверхности?
- (а) 35 °C;
 - (б) 13 °C;
 - (в) 1,5 °C;
 - (г) -19 °C.
67. Как соотносится среднее потребление бензина в США, составляющее 1,3 галлона (около 5 л) в день, со средним потреблением в остальных странах мира?
- (а) в 10 раз больше;
 - (б) примерно такое же;



Заключительный экзамен

- (в) составляет примерно половину;
(г) в 2 раза больше.
68. Что позволяет бензиновому двигателю гибридных бензиново-электрических автомобилей быть гораздо менее массивным и в результате гораздо более экономичным на крейсерских скоростях?
- (а) он использует более экономичные виды топлива;
(б) гибридные автомобили не могут хорошо разогнаться;
(в) электромотор обеспечивает дополнительную мощность во время разгона;
(г) мотор работает как дизельный двигатель.
69. Что необходимо автомобилям, использующим предварительно заряженные аккумуляторы (таким как сменные гибриды), чтобы они способствовали снижению выбросов парниковых газов?
- (а) дороги должны быть более ровными, чтобы уменьшить необходимость в рекуперативном торможении;
(б) источник энергии, используемый для подзарядки аккумуляторов, должен производить минимальное количество парниковых газов;
(в) нужны ионно-литиевые аккумуляторы;
(г) гибриды должны использовать биотопливо, чтобы сократить общий объем выбросов.
70. Сжигание этанола сокращает глобальные выбросы газов:
- (а) если этанол производится из зерна;
(б) если автомобильные двигатели лучше приспособлены к сжиганию этанола, так что горение проходит более эффективно;
(в) если этанол используется в гибридных автомобилях;
(г) если из атмосферы удаляется больше двуокиси углерода в ходе всего цикла выращивания сырья для производства этанола и его распределения, чем выбрасывается в процессе горения.
71. На каком уровне CO_2 , eq, по мнению ученых, должно стабилизироваться содержание парниковых газов, чтобы избежать серьезных последствий глобального потепления?
- (а) на 10% ниже доиндустриального уровня;
(б) концентрация парниковых газов должна вернуться к доиндустриальному уровню;
(в) примерно вдвое выше доиндустриального уровня;
(г) в 5 раз выше доиндустриального уровня.



72. Каковы масштабы действий, необходимых во всем мире, для стабилизации выбросов парниковых газов?
- (а) снижение расхода топлива 2 млрд автомобилей с 7,4 л до 3,92 л на 100 км;
 - (б) два действия, эквивалентных снижению расхода топлива 2 млрд автомобилей с 7,4 л до 3,92 л на 100 км;
 - (в) 7 действий, эквивалентных снижению расхода топлива 2 млрд автомобилей с 7,4 л до 3,92 л на 100 км;
 - (г) 12 действий, эквивалентных снижению расхода топлива 2 млрд автомобилей с 7,4 л до 3,92 л на 100 км.
73. Как нужно производить биотопливо для ТЭС, чтобы сократить выбросы парниковых газов?
- (а) перевести продуктивные пахотные земли на выращивание сырья для производства этанола;
 - (б) комбинировать с улавливанием и хранением углерода;
 - (в) комбинировать с высокооктановыми нефтепродуктами;
 - (г) комбинировать с углем высокой чистоты.
74. Насколько примерно может увеличиться стоимость электроэнергии, вырабатываемой на использующей уголь ТЭС, если выбросы двуокси углерода будут улавливаться и аккумулироваться?
- (а) останется той же;
 - (б) станет на 25% дороже;
 - (в) удвоится;
 - (г) утроится.
75. Каков ожидаемый в ближайшем будущем КПД топлива автомобилей со сменными гибридами?
- (а) 32 миль/галлон (13,6 км/л или 7,4 л на 100 км);
 - (б) 40 миль/галлон (17 км/л или 5,88 л на 100 км);
 - (в) 60 миль/галлон (25,51 км/л или 3,92 л на 100 км);
 - (г) 100 миль/галлон (42,5 км/л или 2,35 л на 100 км).

Ответы

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

| Глава 2 | Глава 3 | Глава 4 | Глава 5 | Глава 6 | Глава 7 | Глава 8 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1. в | 1. б | 1. г | 1. в | 1. б | 1. в | 1. а |
| 2. б | 2. а | 2. в | 2. г | 2. в | 2. г | 2. в |
| 3. а | 3. г | 3. а | 3. в | 3. а | 3. а | 3. а |
| 4. в | 4. б | 4. б | 4. б | 4. г | 4. в | 4. г |
| 5. г | 5. а | 5. а | 5. б | 5. а | 5. б | 5. а |
| 6. б | 6. в | 6. г | 6. а | 6. в | 6. б | 6. б |
| 7. в | 7. б | 7. в | 7. а | 7. б | 7. в | 7. б |
| 8. а | 8. г | 8. б | 8. в | 8. г | 8. б | 8. а |
| 9. б | 9. в | 9. а | 9. а | 9. б | 9. г | 9. в |
| 10. г | 10. в | 10. а | 10. г | 10. а | 10. а | 10. а |
| | | 11. в | 11. б | | | 11. б |
| | | 12. г | 12. г | | | 12. г |



ИТОГОВЫЙ ЭКЗАМЕН

| | | |
|-------|-------|-------|
| 1. в | 26. в | 51. б |
| 2. а | 27. а | 52. а |
| 3. б | 28. б | 53. в |
| 4. а | 29. г | 54. в |
| 5. б | 30. г | 55. а |
| 6. г | 31. а | 56. г |
| 7. б | 32. в | 57. б |
| 8. а | 33. в | 58. а |
| 9. б | 34. а | 59. в |
| 10. г | 35. в | 60. б |
| 11. б | 36. а | 61. г |
| 12. а | 37. г | 62. а |
| 13. в | 38. в | 63. б |
| 14. б | 39. а | 64. в |
| 15. г | 40. в | 65. а |
| 16. б | 41. а | 66. б |
| 17. а | 42. г | 67. а |
| 18. б | 43. б | 68. в |
| 19. б | 44. в | 69. б |
| 20. г | 45. а | 70. г |
| 21. б | 46. б | 71. в |
| 22. в | 47. в | 72. в |
| 23. а | 48. а | 73. б |
| 24. в | 49. г | 74. б |
| 25. б | 50. в | 75. г |