

УДК 621.1:502/504:330.138

Долинский А.А.¹, Драганов Б.Х.², Мельничук М.Д.²

¹Институт технической теплофизики НАН Украины

²Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

К ВОПРОСУ ЭКОЛОГИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Наведено дані щодо споживання традиційних та поновлюваних енергоресурсів. Показано вплив на мікроклімат Землі крім техногенного чинника також і циклічних змін інтенсивності сонячного випромінювання, світового океану, біотичної регуляції навколишнього середовища. Комплексний аналіз всіх діючих факторів дозволить визначити можливі шляхи розв'язання екологічної проблеми.

Приведены данные о потребляемых традиционных и возобновляемых энергоресурсах. Указано влияние на микроклимат Земли кроме техногенного фактора также и циклического изменения интенсивности солнечного излучения, мирового океана, биотической регуляции окружающей среды. Комплексный анализ всех действующих факторов позволит определить возможные пути решения экологической проблемы.

Data on consumption of traditional and renewable energy consumption is expound. The specified effect on the microclimate of the earth except man-made factors, and cyclic changes in solar radiation intensity, the influence of the oceans, biotic regulation of the environment is considered. A comprehensive analysis of all relevant factors can lead to the solution of environmental problems.

ВИЭ – возобновляемые источники энергии;
т н.э. – тонн нефтяного эквивалента;

с.ш. – северной широты;
ю.ш. – южной широты.

Енергетика лежить в основі любого вида технічного виробництва. Она играет существенную роль в решении бытовых проблем. С энергетикой в значительной степени связана экология. Эта триада – энергетика, экономика, экология является одной из наиболее приоритетной в стратегии развития любой страны. Современный период развития в мире характеризуется как обострением проблем в энергетической области, так и появлением глобальных экологических проблем, приобретающих особую значимость.

В 2004 г. мировое потребление энергоресурсов составило 11,2 млрд. т н.э., в которых на долю нефти приходилось 35 %, угля – 25 %, природного газа – 21 %, атомной энергии – 6 %, возобновляемой энергии – 13 %. Прогнозируемое потребление энергоресурсов в 2030 г. увеличится, примерно, в полтора раза и достигнет 17,1 млрд. т н.э., причем его структура изменится и составит: доля нефти – 33 %, угля – 26 %, газа – 22%, атомной энергии – 5 %, возобновляемой энергии – 14 %. Основными составляющими возобновляемых энергетических ресурсов будут: биомасса – 60 % и гидроэнергия – 16 %. Доля осталь-

ных ВИЭ (солнечной, ветровой, геотермальной) составит, примерно, 15 % (рис. 1) [1, 2].

Анализ развития мировой энергетики показывает [2], что в ближайшие десятилетия не следует ожидать существенного уменьшения доли традиционных энергоресурсов в структуре мирового энергопотребления.

Существенный отрицательный экологический эффект вызван выбросом в атмосферу аэрозолей, содержащих твердые частицы.

При сжигании углей на тепловых электростанциях в атмосферу поступают миллионы

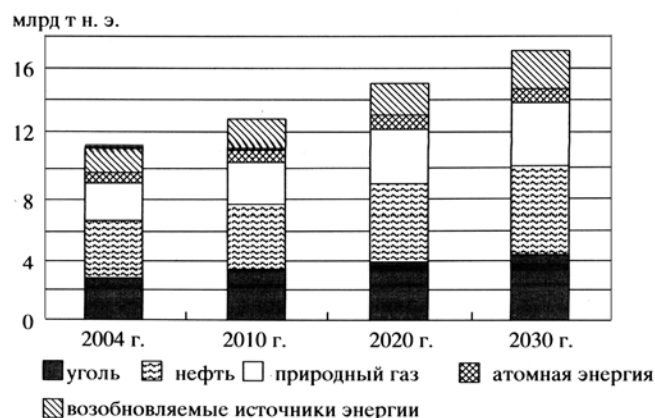


Рис. 2. Прогноз потребления энергетических ресурсов в мире.

тонн частиц, в основном разной дисперсности и плотности. Около 15 % твердых частиц имеют размеры менее 5 мкм. Такие частицы при вдыхании проникают в лёгкие, откуда с кровью поступают в другие жизненно важные органы человека. Следует подчеркнуть, что твердые частицы субмикронных размеров способны находиться в атмосфере в 10 раз дольше, чем частицы размером более микрона.

Отрицательное воздействие многих компонентов выбрасываемых примесей может многократно усиливаться при их совместном воздействии на окружающий мир. Таким свойством синергизма обладают медь, кадмий, ртуть и, надо полагать, и другие тяжелые металлы. Поступая в организм человека они взаимодействуют с сульфгидрильными группами белков, блокируя их важные биологические функции. Время нахождения компонентов примесей в воздухе до осаждения на землю колеблется в широких пределах. Так ртуть находится в атмосфере от 7 суток до 1,5...2 лет, свинец – 7...20 суток, мышьяк – в среднем 9 суток, кадмий – порядка 25...30 часов.

Особняком стоят такие загрязнители природной среды, как естественные радиоактивные элементы, которые присутствуют в углях в качестве примесей и выбрасываются в атмосферу дымовыми газами. Радиационное влияние на природную среду тепловых электростанций, использующих угли с повышенным содержанием радионуклидов, превышает влияние атомных электростанций равной мощности (естественно, при условии безаварийной работы последних).

Анализ специалистов показывает, что ни один из известных источников энергии не в состоянии в будущем удовлетворить растущие потребности человечества. Поэтому необходимость экономии традиционных топливно-энергетических ресурсов и поиска новых источников энергии становится важнейшим условием успешного развития страны. Это одновременно обеспечивает и условия устойчивого социально-экономического развития. Один из путей экономии традиционных

топливно-энергетических ресурсов заключается в использовании возобновляемых источников энергии.

Развитие энергетики должно идти по пути комплексного использования различных видов энергии, эффективно дополняя друг друга с учетом наличия местных энергоресурсов, обеспечивающих обоснованное экономическое и экологическое решение. Оптимизация структуры топливно-энергетического баланса анализируемых систем с учетом экономических, экологических и социальных факторов позволит определить наиболее целесообразное на современном этапе и в будущем соотношение источников энергии в энергопотребляющей системе. Тем не менее исследования указывают на все возрастающее загрязнение окружающей среды, особенно в XX и начинающем XXI веке, когда начал существенно проявляться “парниковый эффект”. Поэтому делается вывод, что усиливающийся “парниковый эффект” может привести к глобальным необратимым результатам [3].

Следует подчеркнуть, что экология, как отдельная наука, и вопросы защиты среды обитания возникли недавно. Понятие “экосистема” было сформулировано английским ботаником А. Тэнсли в 1935 году. Если в других науках, таких как физика, химия и др., давно имелись базовые единицы, то для экологии базовая единица – экосистема, определилась менее ста лет назад, когда ученые осознали, что может обеспечить климату относительную стабильность и приемлемость для разнообразных форм жизни.

Темпы повышения приземной температуры выражают через суперпозицию линейного тренда и развитого на его фоне квазипериодического (синусоидального) колебания. Согласно современным данным климатологии линейный тренд глобальной температуры имеет, в основном, антропогенную природу. Это результат антропогенного усиления атмосферного «парникового эффекта» из-за стремительного увеличения в атмосфере содержания водяного пара, углекислого газа, метана, окиси азота и

т.д. Природа квазипериодического колебания глобальной температуры пока неизвестна.

В результате статистической обработки эмпирических рядов глобальных среднемесячных аномалий температуры, опубликованных международной группой экспертов по изменению климата, установлено, что повышение температуры составило около $0,6 \pm 0,1$ °C/100 лет в течение 1900 – 2000 гг., но приземная температура повышалась более быстрыми темпами, на $0,15 \pm 0,02$ °C/10 лет в последние 50 лет [4-7].

Считается, что квазипериодические колебания имеют природный характер. Одна из теорий квазипериодических изменений температуры заключается во влиянии главного цикла пространственного смещения центра Солнечной системы, когда приблизительно повторяется конфигурация Солнца, Юпитера и Сатурна, от которых зависит, в основном, расположение центра инерции Солнечной системы. Как известно, период этого цикла составляет около 60 лет.

Уровень потепления климата и в Северном, и в Южном полушариях сильно зависит от широты. Установлено, что в экваториально-тропических широтах темпы потепления существенно ниже глобальных и составляют $0,4 \pm 0,1$ °C/100 лет, в умеренных широтах теплеет почти до $0,7 \pm 0,2$ °C/100 лет, а в высоких широтах потепление составляет величину $2,0 \pm 0,5$ °C/100 лет (в 3,0...3,5 раза превышая глобальный уровень). Такое распределение потепления приводит к интенсивному таянию горных и морских льдов и сокращению зоны вечной мерзлоты. Интересно, что и материалы палеоклиматических реконструкций теплых эпох прошлого (оптимум голоцена 5 – 6 тыс. лет назад, никулинское междуледниковья 125 – 135 тыс. лет назад, оптимум плейстоцена 2 – 3 млн. лет) подтверждают такое широтное распределение потепления при различных уровнях колебаний климата (рис. 3).

В среднем за год на планете выпадает осадков – около 1000...1200 мм в год. По оценкам международных экспертов общее глобаль-

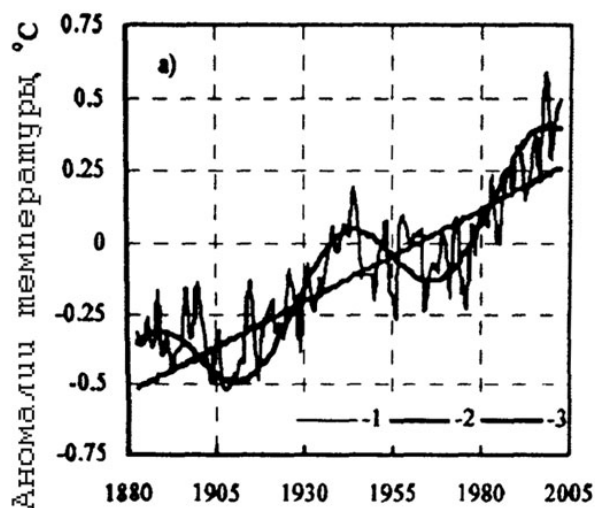


Рис. 2. Вековой ход аномалий глобальной приземной температуры полушарий за период 1883-2002 г.г.: 1 – эмпирические данные, 2 – линейный тренд, 3 – квазипериодические колебания.

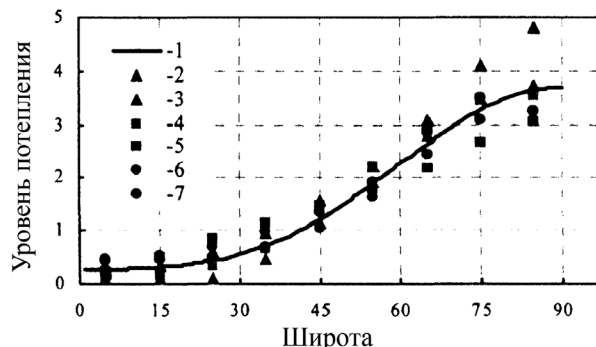


Рис. 3. Широтное распределение потепления в Северном и Южном полушариях (соответственно): 1 – модель, 2 и 3 – оптимум голоцена, 4 и 5 – никулинское междуледниковье, 6 и 7 – оптимум плейстоцена.

ное количество атмосферных осадков в XX в. действительно увеличилось на 5...10 % в соответствии с законом Клапейрона-Клаузиуса [7]. Но в низких широтах можно наблюдать как увеличение, так и уменьшение осадков – в зависимости от географического региона: например в тропиках (10 °с.ш. ...10 °ю.ш.) от-

мечено увеличение количества осадков до 5 %, а в субтропиках на широтах 10...30 °с.ш. и юж.ш. (пустынные районы Африки и некоторые регионы Южной Азии и Средиземноморья) их количество уменьшилось в среднем на 5...10 %. В регионах, расположенных в средних и высоких широтах Северного полушария, где отмечен рост количества осадков, имело место и увеличение повторяемости неблагоприятных климатических явлений.

Ряд видных современных физиков придерживаются мнения, что в перспективе не следует ожидать заметного потепления среды обитания вследствие непрерывно возрастающих выбросов в атмосферу вредных газов и, в первую очередь, углекислого газа. Они считают, что определяющее влияние на климат Земли имеют циклические изменения интенсивности солнечного излучения. Установлено, что число пятен на поверхности Солнца периодически изменяется, убывая от максимума к минимуму, а затем снова возрастая за время порядка 11 лет. Определено наличие корреляции между четко установленными периодами значительных изменений числа пятен всего прошлого тысячелетия и глубокими изменениями климата Земли периодами порядка 11 лет [8]. Санкт-Петербургский астрофизик Е. Борисенков установил, что в каждом из 18 глубоких минимумов активности Солнца с двухсотлетним периодом в течение последних 7500 лет наблюдались периоды глубокого похолодания, а в периодах высоких максимумов – глобальные потепления [9]. Следует отметить, что не

11-летние, а двухсотвековые циклы солнечных вариаций служат основным фактором изменения климата.

Существенным показателем интенсивности солнечного излучения является солнечная постоянная, изменение которой происходит (рис. 4) в результате колебаний радиуса Солнца с амплитудой до 250 км в 11-летнем цикле и до 700...800 км в двухвековом цикле.

При уменьшении солнечной постоянной на 1 Вт/м² температура Земли понизится на 0,2 °С, а среднее альbedo поверхности вырастет, примерно, на 0,003 (согласно расчетам, увеличение альbedo на 0,01 приводит к понижению средневековой температуры на 0,7 °С).

Исследованиями установлено наличие солнечных циклов, во время которых активность Солнца, светимость и диаметр синхронно колеблются. Строго говоря, Солнце не находится в стационарном режиме энергетического равновесия.

Современными методами замеров проб льда из скважин Гренландии и Антарктиды установлено содержание углекислого газа, кислорода и прочих компонентов реликтовой атмосферы, а также определено значение температуры, при которой выпадал снег. Сделан вывод, что значительное повышение концентрации углекислоты и глобальные потепления климата происходили циклически во времена, когда еще никакого индустриального воздействия на природу не происходило. Также было установлено, что периодические существенные повышения углекислого газа в атмосфере

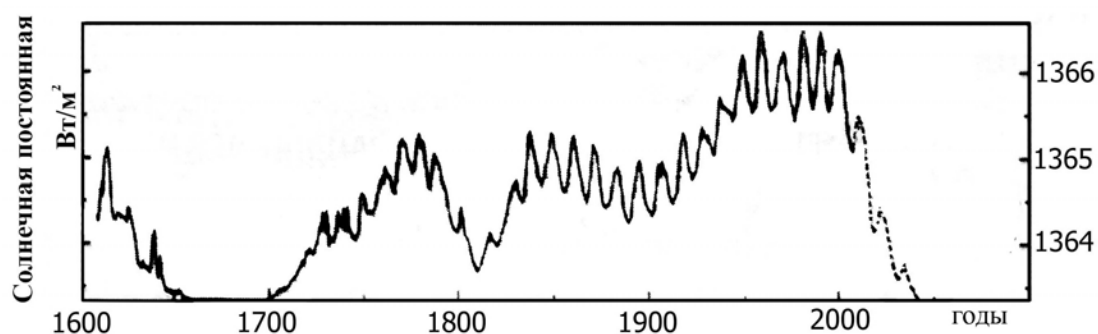


Рис. 4. Изменение солнечной постоянной с 1611 года до 2008 года по данным [8].

на протяжении 420 тыс. лет всегда следовали за ростом среднегодовой температуры, то есть были его следствием (рис. 5) [12]. В этой связи следует ожидать не катастрофического таяния льдов, а постепенного нарастания ледовых шапок на полюсах Земли. Заметим, что площадь ледового покрова в Арктике на сентябрь 2008 года (4,52 млн. км²) стала на 390 тыс. км² больше, чем годом ранее (4,13 млн. км²) [10]. Концентрация углекислого газа в атмосфере в ледниковых периодах истории Земли всегда была примерно в два раза ниже, чем в настоящее время.

Исследования показывают, что углекислым газом (CO₂) и водяным паром (H₂O) поглощается примерно 63 % всего теплового излучения с поверхности Земли. Из них примерно 51 % приходится на водяной пар и около 12 % – на углекислый газ. Таким образом, водяной пар поглощает половину всего излученного тепла, а углекислый газ – меньше половины того, что поглощает водяной пар.

Это объясняется тем, что в диапазоне длин волн 4,7...12,8 мкм углекислый газ практически не поглощает инфракрасного излучения. Диапазон светимости атмосферы находится в пределах длин волн 9...12 мкм, а максимум теплового излучения Земли – около 10 мкм.

Значительное влияние на климат Земли

оказывает океан, который служит хранилищем углекислоты. Растворимость газа в воде уменьшается с повышением температуры и поэтому прогрев океана приводит к увеличению выбросов CO₂ в атмосферу. По мнению некоторых специалистов, наблюдаемое потепление климата Земли обусловлено не антропогенными выбросами "парниковых" газов, а в первую очередь высокой интенсивностью солнечного излучения в течение практически всего прошлого века. Уже начался очередной цикл снижения глобальной температуры, пик которого достигнет в 2055...2060 ± 11 годах, когда среднегодовая температура снизится на 1,0...1,5 градуса. Этот климатический минимум продлится 45...65 лет, после чего наступит очередное потепление (рис. 6) [11].

Согласно расчетам, проведенным лабораторией космических исследований Главной астрономической обсерватории Российской академии наук [4], прямое влияние двухвековой вариации солнечной постоянной обеспечивает только около половины амплитуды изменения глобальной температуры Земли. Другая половина – результат дополнительного косвенного влияния. Это обусловлено тем, что при изменении температуры меняется отражательная способность поверхности Земли, концентрация в атмосфере водяных паров, углекислоты и дру-

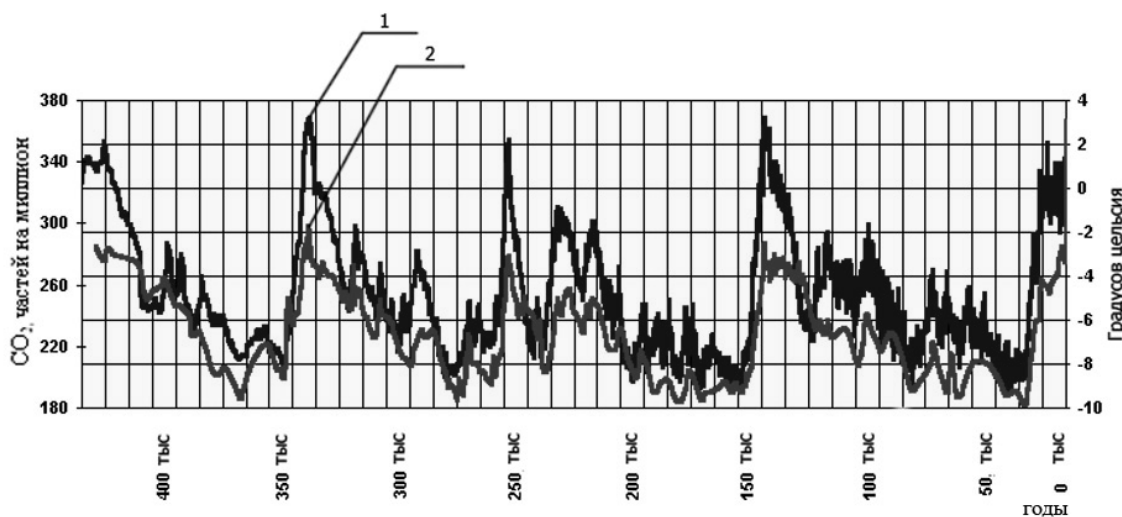


Рис. 5. Изменение температуры (1) на Земле и концентрации (2) углекислого газа в ее атмосфере в течение последних 420 тыс. лет.

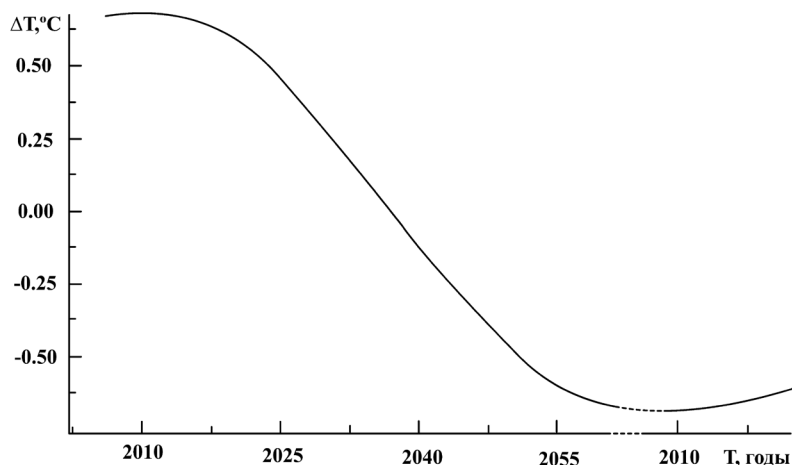


Рис. 6. Прогноз закономерности глубокого похолодания климата в середине XXI века.

гих парниковых газов, которые дополнительно ускоряют дальнейшие изменения температуры.

Экосистема, играющая исключительную роль в нашей жизни, характеризуется следующими особенностями: ограниченностью во времени и пространстве единого природного комплекса, образованного живыми организмами и средой их обитания, в котором живые и сопутствующие компоненты связаны между собой обменом веществ и распределением потока энергии. С этих позиций следует рассматривать проблему экологии.

Вполне обосновано Н. Тимофеев-Россовский, развивая идеи В.И. Вернадского, высказал мысль о том, что управление биосферой осуществляется самой жизнью.

Среди работ, посвященных проблеме поддержания устойчивости всего живого на Земле, следует выделить труды биофизика В.Г. Горшкова. Сформулированная им теория, названная биотической регуляцией окружающей среды (1990 г.), центральное место отводит круговороту вещества и энергии на уровне отдельно взятых биотических сообществ и, в первую очередь, биогеоценозов — этих элементарных составляющих биосферы.

Такое сообщество основано на тесном взаимодействии и согласованности всех включенных в него видов — растений, грибов, микроор-

ганизмов — встроенных в трофические цепочки, по которым циркулируют энергия и необходимые для их жизнедеятельности вещества и компоненты. Эта жесткая скоррелированность видов внутри сообщества и при почти полной замкнутости круговорота вещества позволяет ему поддерживать паритет синтеза и разложения органического вещества. В случае же возмущения окружающей среды сообщество реагирует такой перестройкой, протекающих в нем обменных веществ, которая компенсирует неблагоприятные физико-химические изменения среды, что способствует её возвращению в невозмущенное состояние.

К примеру, при избытке в атмосферном воздухе углекислого газа усиливается синтез органического углерода, который передается почвенному гумусу и торфяникам.

По В.Г. Горшкову, используя бесконечное множество операционных процессов, минимизируя случайные опасные для сообщества флуктуации, природа содействует сохранению жизни. По теории В.Г. Горшкова предполагается, что природные экосистемы находятся в центре всей экологической проблематики и этим обеспечивается стабильность окружающей среды.

Исследования пузырьков воздуха в ледяных ядрах Антарктиды показывают, что рост

концентрации атмосферных CO_2 начался задолго до широкомасштабного применения угля, нефти и газа и совпал с промышленной революцией конца XVIII столетия. Можно сделать вывод, что причиной в данном случае послужила эмиссия углерода, вызванная интенсивным освоением новых земель и дальнейшим наступлением человека на девственную природу. До конца XIX века сохранение устойчивости биосферы обеспечивалось в основном экосистемой Мирового океана. В начале XX века начали проявляться заметные изменения окружающей среды.

Существенно отметить, что теория биотической регуляции может служить основой для выбора стратегии устойчивого развития окружающей среды. Поэтому один из основных средств борьбы с загрязнением окружающей среды заключается в проблеме сохранения и возрождения природных экосистем, разрушенных человеком.

В заключение можно сделать вывод, что закономерность изменения климата на поверхности Земли определяется комплексом взаимообусловленных факторов: техногенных выбросов в окружающую среду не только углекислого газа, но и других вредных соединений; циклических изменений и, в первую очередь, долгосрочных – интенсивности солнечного излучения; влияния мирового океана; биотической регуляции окружающей среды.

Необходим всесторонний и тщательный анализ указанных факторов с достоверной их оценкой с учетом экологических, энергетических, биотических и экономических показателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бекаев Л.С., Марченко О.В., Пинегин С.П. и др.* Мировая энергетика и переход к устойчивому развитию. – Новосибирск: Наука, 2000.
2. *Лазеров Н.П.* Топливо-энергетические ресурсы // Вестник РАН. – 2006. – № 5. – С. 398-408.
3. *Основи екології.* Екологічна економіка та управління природокористуванням: Підручник / За заг. ред. д.е.н., проф. Л.Т. Мельника та к.е.н., проф. М.К. Шапочки. – Суми: ВТД "Університетська книга", 2006. – 759 с.
4. *Бойченко С.* Сучасні глобальні зміни клімату та прояви їх на території України // Світогляд – 2008 – №1 – С.15-25.
5. *Бойченко С.Г., Волощук В.М.* Основные закономерности современной динамики глобального температурного режима тропосферы // Доповіді НАН України, 2006. – №5. – С. 106-109.
6. *Монин А.М. Берестов А.А.* Новое о климате // Вестник РАН. – 2005. – Т. 75. – №2. – С. 126-138.
7. *The Encyclopedia of Climatology / Ed. by John. E. Oliver.* New York. Van Nostrand reinhold Company, 1987. – 986 p.
8. *Абдусаматов Х.И.* Об уменьшении потока солнечного излучения и понижении глобальной температуры Земли до состояния глубокого похолодания в середине XIX века // Известия КрАО. – 2007. – Т. 103. – №4. – С. 292-298.
9. *Борисенков Е.П.* Колебания климата за последнее тысячелетие. – Л.: Наука, 1988.
10. *Абдусманов Х.И.* Эксперимент "Астрометрия" по измерению временных вариаций формы и диаметра Солнца на служебном модуле российского МКС // Известия РАН. Сер. физ. – 2007. – Т. 71. – № 4. – С. 611-616.
11. *Scafetta N. and West B.J.* La Climate Senaitive to Solar Variability // Physics Today. – 2008. – N 3. – Vol. 61.
12. *Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С.* Экологический вызов и устойчивое развитие. – М.: Прогресс. Традиция. – 2000. – 415 с.

Получено 04.11.2010 г.