

Лаптёнок С.А., Фалитар А.В.

**Белорусский национальный технический университет
Вильнюсский технический университет им. Гедиминаса**

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССОВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

Описан алгоритм применения комплекса математических методов при анализе процессов, протекающих в атмосферном воздухе. Представлены оценки и прогнозы динамики среднегодовой температуры в глобальном масштабе и на территории Республики Беларусь.

В конце XX и начале XXI столетия особую актуальность приобрела проблема глобального потепления. В процессе обсуждения данной проблемы сформировались две противоположные по сути точки зрения, конфликт которых определяется оценкой значимости антропогенных факторов в формировании условий, определяющих динамику глобальных изменений температуры атмосферы Земли. Наиболее распространенная в настоящий момент точка зрения основывается на гипотезе зависимости повышения глобальной температуры в максимальной степени от антропогенных факторов, а именно, от уровня выбросов в атмосферу парниковых газов (двуокиси углерода, метана и др.). Альтернативная точка зрения на проблему глобального потепления заключается в отрицании определяющего воздействия антропогенных факторов на рост глобальной температуры. Предполагается, что определяющая роль в процессе возникновения парникового эффекта принадлежит естественным факторам (вулканической деятельности, эмиссии метана донных океанических отложений и вечной мерзлоты и т.п.).

Целью данного исследования явилась оценка влияния антропогенного выброса в атмосферу двуокиси углерода как основного фактора, обуславливающего парниковый эффект, на динамику глобальной температуры и динамику температуры на территории Республики Беларусь.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Корреляционный анализ связи между изменениями уровней эмиссии CO_2 в атмосферу и колебаниями температуры атмосферного воздуха в планетарном масштабе и на территории Республики Беларусь.

2. Дифференциальная оценка динамики эмиссии CO_2 в атмосферу и колебаний температуры атмосферного воздуха в планетарном масштабе и на территории Республики Беларусь (оценка статистической подконтрольности).

3. Интегральная оценка динамики эмиссии CO_2 в атмосферу и колебаний температуры атмосферного воздуха в планетарном масштабе и на территории Республики Беларусь (оценка тенденций на основе секвенциального подхода).

4. Прогнозирование динамики температуры атмосферного воздуха в планетарном масштабе и на территории Республики Беларусь с использованием среднегодового показателя прироста, средней геометрической прироста и гиперболических функций.

Объектом исследования явилась динамика изменения глобальной температуры и среднегодовой температуры на территории Республики Беларусь в связи с динамикой антропогенной эмиссии двуокиси углерода в атмосферу Земли. В ходе исследования использовалась информация из источников [1-5]. В данном исследовании оценивались уровни корреляции по Пирсону, Кэндаллу и Спирмэну [6].

Одним из подходов к анализу влияния антропогенной эмиссии в атмосферу двуокиси углерода на динамику температурных изменений в данном исследовании явилась методика дифференциального оценивания динамических процессов. В данном случае использовался метод оценки статистической подконтрольности процессов [6].

С целью выявления тенденций развития процессов в данном исследовании применялся секвенциальный подход, и, в частности, односторонний секвенциальный критерий [6].

С использованием имеющихся данных (динамика аномалий глобальной температуры за 105 лет и динамика среднегодовой температуры в Республике Беларусь за 121 год) осуществлялось прогнозирование соответствующих процессов с

использованием расчета среднегодового прироста, расчета прироста по средней геометрической величине и расчета прироста с применением аналитических свойств гиперболических функций [7].

Результаты и обсуждение 1. Корреляционный анализ связи между изменениями уровней эмиссии CO_2 в атмосферу и колебаниями температуры атмосферного воздуха в планетарном масштабе и на территории Республики Беларусь позволил получить следующие результаты.

– в течение периода с 1990 по 2004 гг. динамика антропогенной эмиссии CO_2 в глобальном масштабе с достаточно высокой вероятностью могла оказывать влияние на динамику глобальных температурных аномалий;

– в течение периода с 1900 по 2004 гг. динамика антропогенной эмиссии CO_2 в глобальном масштабе с высокой вероятностью могла оказывать влияние на динамику глобальных температурных аномалий;

– в течение периода с 1990 по 2001 гг. динамика антропогенной эмиссии CO_2 в глобальном масштабе практически не оказывала влияния на динамику среднегодовой температуры на территории РБ;

– в течение периода с 1881 по 2001 гг. динамика антропогенной эмиссии CO_2 в глобальном масштабе могла оказывать определенное влияние на динамику среднегодовой температуры на территории РБ;

– в течение периода с 1900 по 2001 гг. корреляционную связь динамики глобальных температурных аномалий и динамики среднегодовой температуры в Республике Беларусь можно оценивать как «слабую», или незначительную.

Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что связь между уровнем антропогенной эмиссии углекислого газа в атмосферу и аномалиями глобальной температуры является достаточно тесной, что, тем не менее, не позволяет утверждать, что антропогенная эмиссия оказывает определяющее влияние на рост глобальной температуры, так как в данной модели не представляется возможным учесть естественные факторы влияния: эмиссию CO_2 в результате вулканической деятельности, девиации оси вращения Земли, динамику активности Солнца и другие факторы, цикличность которых

имеет временные параметры, на несколько порядков превосходящие период метеорологических наблюдений.

Степень влияния уровня антропогенной эмиссии двуокси углерода на динамику среднегодовой температуры воздуха на территории Республики Беларусь значительно ниже, чем степень влияния на динамику глобальной температуры. Данный факт подтверждается тем, что корреляционную связь динамики глобальных температурных аномалий и динамики среднегодовой температуры в Республике Беларусь можно оценивать как «слабую», или незначительную.

2. Дифференциальная оценка динамики эмиссии CO_2 в атмосферу и колебаний температуры атмосферного воздуха в планетарном масштабе и на территории Республики Беларусь (оценка статистической подконтрольности) позволила сделать следующие заключения.

– оценка статистической подконтрольности динамики аномалий глобальной температуры за период с 1900 по 2004 гг. свидетельствует о наличии привнесенных факторов, нарушающих статистическую подконтрольность процесса;

– оценка статистической подконтрольности динамики среднегодовой температуры в Республике Беларусь за период с 1881 по 2001 гг. свидетельствует об отсутствии привнесенных факторов, нарушающих статистическую подконтрольность процесса;

– оценка статистической подконтрольности динамики антропогенной эмиссии CO_2 за период с 1990 по 2010 гг. свидетельствует о наличии привнесенных факторов, нарушающих статистическую подконтрольность процесса;

– оценка статистической подконтрольности динамики антропогенной эмиссии CO_2 за период с 1751 по 2010 гг. (реконструкция) свидетельствует о наличии привнесенных факторов, нарушающих статистическую подконтрольность процесса;

Периоды аномалий (длинных и очень длинных серий) динамики антропогенной эмиссии CO_2 в атмосферу (1991-1997, 1999-2008 (2000-2008)) фрагментарно совпадают с периодами аномалий динамики глобальной температуры (1993-1995, 2001-2003), что свидетельствует об определенной зависимости глобальной температуры от антропогенной эмиссии двуокси

углерода в атмосферу на протяжении последних десятилетий, что не позволяет сделать заключение о решающем влиянии на основании имеющейся информации.

3. Интегральная оценка динамики эмиссии CO_2 в атмосферу и колебаний температуры атмосферного воздуха в планетарном масштабе и на территории Республики Беларусь (оценка тенденций на основе секвенциального подхода) позволила получить следующие результаты.

Проверка гипотез о возможности повышения глобальной температуры на $1.5\text{ }^\circ\text{C}$ и $0.5\text{ }^\circ\text{C}$ показала, что вероятность повышения глобальной температуры на $1.5\text{ }^\circ\text{C}$ ниже 0.05 на основании анализа по всем периодам наблюдения (1900-2004 гг., 1960-2004 гг., 1990-2004 гг.). Вероятность повышения среднегодовой температуры на территории Республики Беларусь на $1.5\text{ }^\circ\text{C}$ ниже 0.05 на основании анализа периодов 1881-2001 гг. и 1960-2001 гг. По данным за период 1990-2001 гг. достоверной тенденции динамики среднегодовой температуры не выявлено.

Вероятность повышения глобальной температуры на $0.5\text{ }^\circ\text{C}$ ниже 0.05 на основании анализа по периоду наблюдения 1900-2004 гг. При анализе данных в периоды 1960-2004 гг. и 1990-2004 гг. достоверных тенденций динамики глобальной температуры не выявлено. Вероятность повышения среднегодовой температуры на территории Республики Беларусь на $0.5\text{ }^\circ\text{C}$ ниже 0.05 выявлена на основании анализа периода 1881-2001 гг. По данным за периоды 1960-2001 гг. и 1990-2001 гг. достоверных тенденций динамики среднегодовой температуры не выявлено.

4. Прогнозирование динамики температуры атмосферного воздуха в планетарном масштабе и на территории Республики Беларусь осуществлялось с использованием среднегодового показателя прироста, средней геометрической прироста и гиперболических функций. Наиболее адекватными представляются результаты прогнозирования с использованием аналитических свойств гиперболических функций.

На основании данного подхода с использованием доступной предыстории можно заключить, что прирост глобальной температуры достигнет насыщения ($\approx 2\text{ }^\circ\text{C}$ при значении на 2004 год $\approx 1\text{ }^\circ\text{C}$) приблизительно к 2025 году, а

среднегодовая температура на территории Республики Беларусь к 2100 году не превысит значения ≈ 7.9 °С при значении на 2001 год ≈ 7.9 °С.

Значительное различие динамики температуры в глобальном масштабе и на территории Республики Беларусь согласуется с тем, что корреляционная связь динамики глобальных температурных аномалий и динамики среднегодовой температуры в Республике Беларусь оценена как «слабая», или незначительная.

Библиографический список

1. Independent Statistics @ Analysis U.S. Energy Information Administration International Energy Statistics
<http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=90&pid=44&aid=8>
2. <http://cdiac.esd.ornl.gov/GCP/carbonbudget/2013/>
3. http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/emis/tre_glob_2010.html
4. Mann M.E., R.S. Bradley, M.K. Hughes. Northern hemisphere temperatures during the past millennium: Inferences, uncertainties and limitations // Geophysical Research Letters. – 1999. – Vol. 26 – P. 759-762.
5. Изменения климата Беларуси и их последствия / В.Ф. Логинов, Г.И. Сачок, В.С. Микуцкий, В.И. Мельник, В.В. Коляда; Под общ. ред. В.Ф. Логинова; Ин-т пробл. Использования природ. ресурсов и экологии НАН Беларуси. Мн.: «Тонпик», 2003. – 330 с.
6. Бубнов, В.П. Решение задач экологического менеджмента с использованием методологии системного анализа / В.П.Бубнов, С.В. Дорожко, С.А. Лаптенюк – Минск: БНТУ, 2009. – 266 с.
7. С.А. Лаптенюк, Н.В. Арсюткин, Н.А. Корбут Использование свойств гиперболических функций для анализа и прогноза динамики процессов / Проблемы создания информационных технологий Сборник научных трудов, Выпуск 20, – М.: МАИТ, 2011, – С. 165-169.