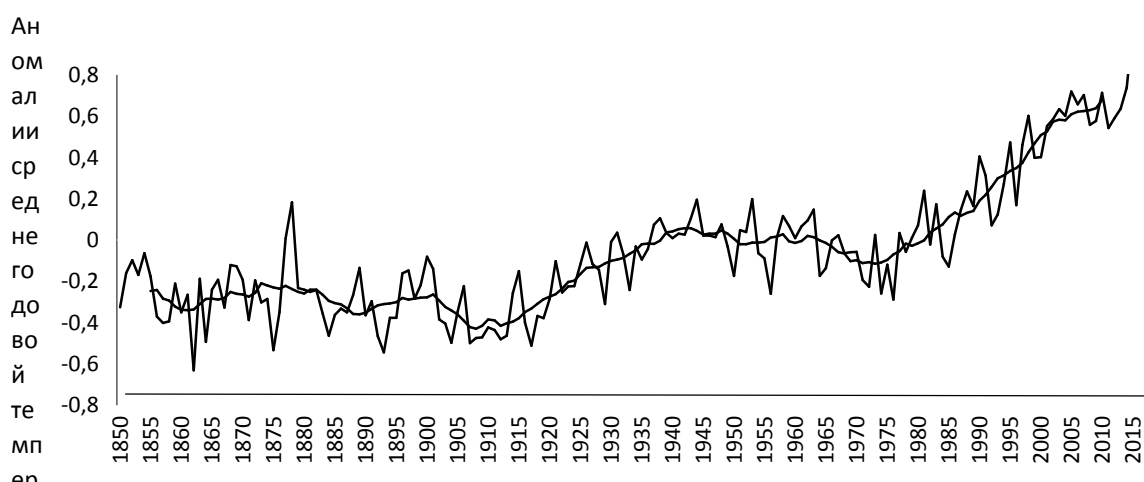


О СОСТОЯНИИ ЦЕНТРОВ ДЕЙСТВИЯ АТМОСФЕРЫ НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ

М.А. Алимпиева, С.В. Морозова
alimpiewa@rambler.ru

*Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г.Чернышевского, г. Саратов, Россия*

Климатические изменения, происходящие в земной климатической системе (ЗКС) в эпоху регулярных метеорологических наблюдений, наилучшим образом проявляются в изменениях температуры воздуха. Авторами по данным сайта (<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/temperature/#datdow>) построена кривая временного хода аномалий средней полушарной температуры (рис. 1). На этом графике отчетливо выделяются временные интервалы, в которых средняя приповерхностная температура воздуха имеет одинаковую тенденцию изменения. Так за последние сто двадцать лет выделяются периоды, в которых средняя полушарная температура имеет одинаковую тенденцию изменения: первая волна глобального потепления, наблюдавшаяся с середины нулевых до сороковых годов прошлого века; период стабилизации (относительного похолодания), имевший место в пятидесятые – шестидесятые годы XX века; вторая волна глобального потепления, начавшаяся с середины семидесятых годов XX века и продолжающаяся по настоящее время с довольно существенным замедлением темпа.



*Рис.1. Изменчивость средней полушарной температуры воздуха.
Жирной линией показано одиннадцатилетнее скользящее среднее*

Наблюдаемые климатические изменения проявляются во всех звеньях земной климатической системы, даже в криосфере, имеющей самое большое время релаксации из всех компонентов ЗКС. Оказывается интересным посмотреть, реагирует ли на наблюдаемые климатические изменения самый подвижный компонент земной климатической системы - атмосфера. С этой целью представляется целесообразным рассмотреть состояние структурных элементов общей циркуляции атмосферы (ОЦА) в различные климатические периоды. Ограничимся изучением состояния объектов циркуляции у земной поверхности – центров действия атмосферы (ЦДА).

ЦДА представляют собой крупномасштабные барические образования в системе общей циркуляции атмосферы, выделяемые по осредненным полям давления воздуха у земной поверхности. В Северном полушарии выделяют пять постоянных ЦДА – Исландский и Алеутский минимумы, Азорский, Гавайский и Арктический максимумы. Наиболее мощным барическим образованием из сезонных ЦДА является зимний Азиатский антициклон.

Основными центрами действия, оказывающими влияние на погоду и климат Атлантико-Евразийского сектора полушария являются Исландский минимум, Азорский максимум и зимний Азиатский антициклон, поэтому изучим состояние этих ЦДА в различные климатические периоды. Состояние центров действия атмосферы оценим по изменению их трех характеристик – координат центров барических образований и значения давления в их центрах.

На графиках (рис. 2) приведен годовой ход средних многолетних значений широты, долготы и давления в центре изучаемых ЦДА. На рисунке можно увидеть, что из координат центров действия несколько сильнее заметны изменения долготы, то есть, для всех центров действия более характерны смещения не по меридиану, а вдоль круга широты. Причем наиболее сильно к широтным кругам «привязаны» центры антициклонов (рис. 2а). Размах колебаний долготы (рис. 2б) у всех центров действия достигает 20 градусов. Давление в центре практически не изменяется у Азорского антициклона, в то время как Исландский минимум и зимний Азиатский антициклон довольно сильно изменяют свою интенсивность в течение года. (рис. 2в). Поскольку самым устойчивым является Азорский максимум, то этот структурный объект циркуляции исключим из дальнейшего рассмотрения, а статистику изменений представим только для Исландского циклона и для Сибирского максимума, причем выберем только долготу положения их центров и давление в их центрах.

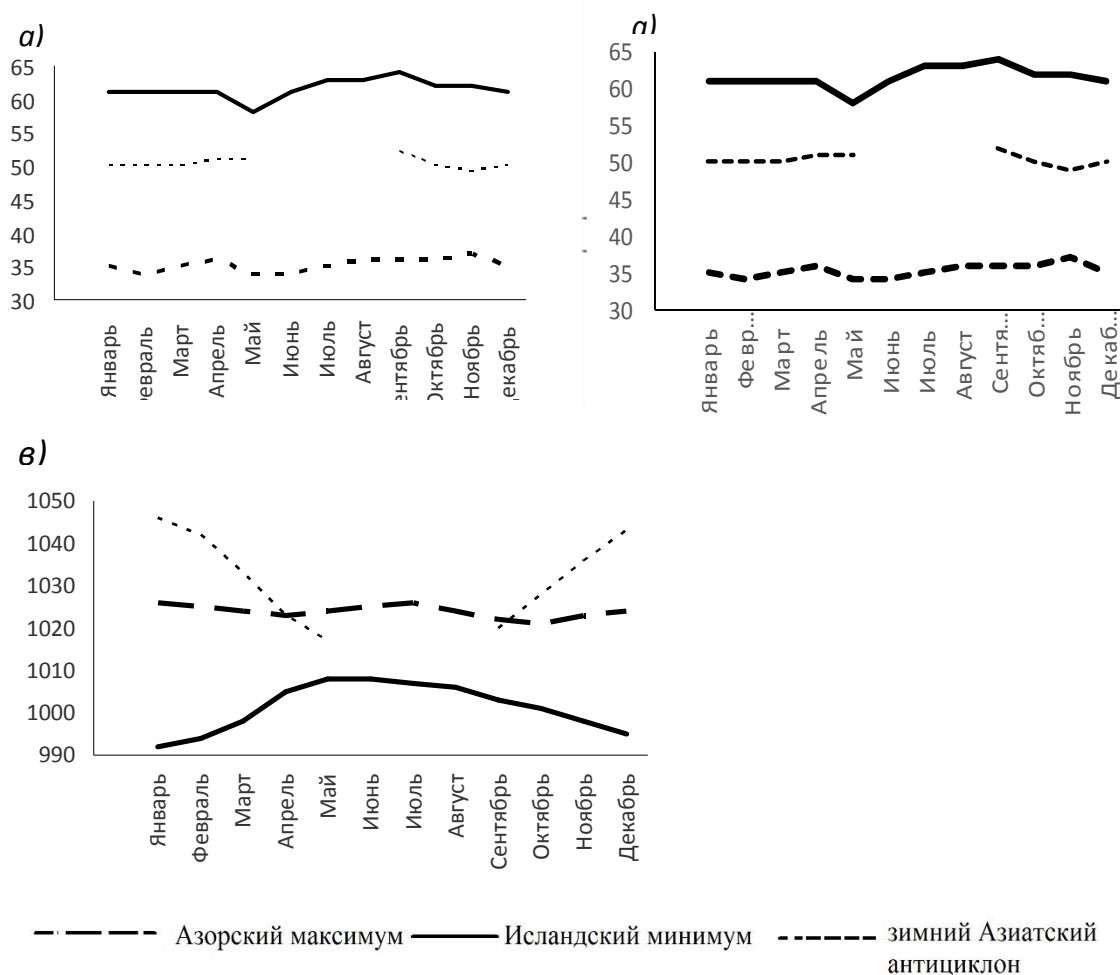


Рис.2. Годовой ход основных характеристик ЦДА
а – широта, б- долгота, в – давление

Рассчитаем статистические характеристики для выбранных ЦДА в различные климатические периоды – первую волну глобального потепления (1901 – 1950 гг.), стабилизацию (1951 – 1974 гг.), вторую волну глобального потепления (1975 – 2010 гг.). В таблице 1 представлены статистические характеристики долготы и давления в центре Исландского и

Сибирского ЦДА для их годовых значений. Из анализа таблицы 1 можно заключить, что Исландский минимум гораздо сильнее смещается вдоль круга широты, чем Сибирский антициклон. Изменчивость давления в этих двух центрах соизмерима между собой, причем от периода к периоду особых различий в изменчивости давления в каждом из ЦДА не наблюдается. Однако отметим, что наиболее сильные смещения вдоль круга широты зимний Азиатский антициклон обнаруживал в первые два климатических периода.

Для оценки значимости изменений положения и интенсивности изучаемых центров применим метод доверительных интервалов, границы которых определяем с помощью критерия Стьюдента [1] по формуле

$$\bar{x} \pm t\gamma \frac{s}{\sqrt{n}},$$

где \bar{x} - среднее значение

$t\gamma$ - статистика Стьюдента, где γ - показатель уровня значимости (95 %);

s - среднее квадратическое отклонение;

n - длина ряда.

Таблица 1. Статистические характеристики (среднее (\bar{x}), дисперсия (σ^2) и коэффициент вариации (σ^2)) изменчивости долготы и давления в центре Исландского минимума и Сибирского максимума. Среднегодовые значения

| Периоды, гг. | Исландский минимум | | | | | | Сибирский максимум | | | | | |
|-----------------|--------------------|------------|------|-----------|------------|-------|--------------------|------------|------|-----------|------------|-------|
| | λ | | | P | | | λ | | | P | | |
| | \bar{x} | σ^2 | Cv | \bar{x} | σ^2 | Cv | \bar{x} | σ^2 | Cv | \bar{x} | σ^2 | Cv |
| 1) 1901-1950 | 30,4 | 22,90 | 0,16 | 1001,9 | 4,09 | 0,002 | -92,6 | 12,96 | 0,04 | 1024,8 | 4,43 | 0,002 |
| 2) 1951-1974 | 29,2 | 19,35 | 0,15 | 1009,0 | 4,33 | 0,002 | -90,6 | 12,17 | 0,04 | 1026,6 | 4,2 | 0,002 |
| 3) 1975-2010 | 29,3 | 19,30 | 0,15 | 1001,2 | 4,16 | 0,002 | -90,1 | 8,69 | 0,03 | 1032,0 | 4,53 | 0,002 |

Определенные по формуле доверительные интервалы для каждой изучаемой характеристики двух ЦДА представлены на рисунке 2. Как видно из рисунка, смещение Исландского минимума вдоль круга широты оказалось статистически незначимо в различные климатические периоды (рис. 2а). Однако, статистически значимым оказалось изменение интенсивности Исландского циклона при переходе от периода стабилизации ко второй волне глобального потепления (рис.2б). В многолетнем среднем интенсивность этого циклонического центра стала слабее во вторую волну глобального потепления, чем в два предыдущих периода.

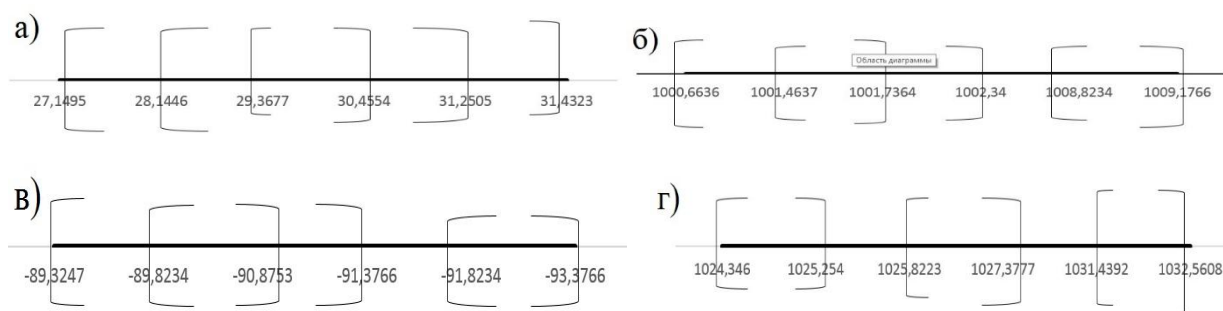


Рис. 2. Доверительные интервалы среднегодовых изменений характеристик ЦДА. а – долгота центра Исландского минимума, б – давление в центре Исландского минимума, в – долгота центра Сибирского максимума, г – давление в центре Сибирского максимума

В отличие от Исландского циклона, смещение вдоль круга широты у зимнего азиатско-го антициклона оказалось статистически значимым при переходе от периода стабилизации ко второй волне глобального потепления (рис. 2в). Центр антициклона стал располагаться несколько восточнее. Кроме того, значимые изменения относительно трех климатических периодов выявлены и для его интенсивности (рис. 2г), которая от периода к периоду возрастает.

Известно, что активность общей циркуляции атмосферы определяется контрастом температур экватор – полюс, который зимой почти в два раза больше, чем летом. Поэтому и интенсивность рассматриваемых центров действия зимой наиболее высока. Оценим изменчивость тех же самых характеристик в центральный месяц зимнего сезона. В таблицу 2 помещены аналогичные характеристики ЦДА для января. Отметим, что для зимы, как и для среднегодовых значений, картина идентична – Исландский циклон вдоль круга широты смещается гораздо сильнее, чем зимний Азиатский ЦДА. Изменчивость давления в обоих центрах примерно одинакова, однако в первую волну глобального потепления изменчивость давления каждого из центров была меньше, чем в два последующих периода.

Таблица 2. Статистические характеристики (среднее (\bar{x}), дисперсия (σ^2) и коэффициент вариации (C_v)) изменчивости долготы и давления в центре Исландского минимума и Сибирского максимума. Январь

| Периоды, гг. | Исландский минимум | | | | | | Сибирский максимум | | | | | |
|--------------|--------------------|------------|-------|-----------|------------|-------|--------------------|------------|-------|-----------|------------|-------|
| | λ | | | P | | | λ | | | P | | |
| | \bar{x} | σ^2 | C_v | \bar{x} | σ^2 | C_v | \bar{x} | σ^2 | C_v | \bar{x} | σ^2 | C_v |
| 1) 1901-1950 | 25,1 | 18,85 | 0,17 | 993,0 | 3,95 | 0,002 | -104,2 | 7,81 | 0,03 | 1033,5 | 3,58 | 0,001 |
| 2) 1951-1975 | 28,1 | 22,28 | 0,17 | 995,8 | 6,96 | 0,003 | -99,6 | 8,96 | 0,03 | 1038,6 | 6,96 | 0,002 |
| 3) 1971-2010 | 29,9 | 17,13 | 0,14 | 992,0 | 6,14 | 0,003 | -94,2 | 4,42 | 0,02 | 1045,9 | 6,01 | 0,002 |

Оценим статистическую значимость выявленных изменений в зимний сезон. На рисунке 3 представлены доверительные интервалы исследуемых характеристик изучаемых ЦДА. Оказалось, что в январе Исландский циклон обнаруживает значимость смещения вдоль круга широты от первой волны глобального потепления к двум другим периодам (рис. 3а). В период стабилизации и во вторую волну глобального потепления его центр в январе располагается западнее, чем в первую волну потепления. Изменения его интенсивности статистическую значимость, наоборот, обнаруживают при переходе от стабилизации ко второй волне, когда интенсивность его ослабевает (рис. 3в), циклон становится менее глубоким.

В отличие от Исландского минимума, у зимнего Азиатского антициклона статистически значимыми относительно всех трех периодов оказываются и долготные смещения (рис. 3б) и его центра, и изменения интенсивности (рис. 3г). От одного периода к другому центр антициклона смещается на запад и одновременно растет давление в его центре, происходит усиление Сибирского максимума.

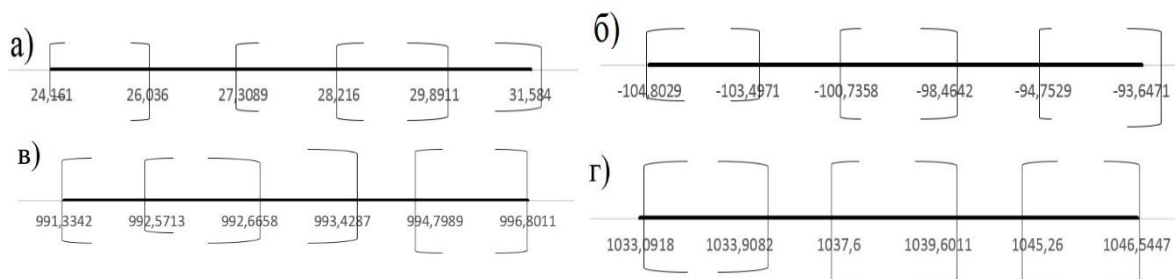


Рис. 3. Доверительные интервалы январских изменений характеристик ЦДА: а – долгота центра Исландского минимума, б – долгота центра Сибирского максимума, в – давление в центре Исландского минимума, г – давление в центре Сибирского максимума

Таким образом, замечены существенные отличия в положении и интенсивности двух центров действия Северного полушария – Исландского минимума и Сибирского максимума в различные климатические периоды. В ряде случаев изменения оказываются статистически значимыми. Отметим, что в ранее выполненных работах одного из авторов настоящей статьи [2-4] некоторые из выявленных тенденций были обозначены, но отсутствовали оценки статистической значимости изменений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – М.: Изд-во Высшая школа, 2003. – 480 с.
2. Морозова С.В. Комплексное исследование поведения центров действия атмосферы Атлантико-Евразийного сектора полушария / С.В. Морозова // Учёные записки РГГМУ. Изд-во СПб. – 2011. – Вып. 21. – С.53-56.
3. Морозова С.В. Комплексный анализ основных центров действия атмосферы Северного полушария / С.В. Морозова // Изв. Сарат. Ун-та. Новая серия. Том 13. Серия Науки о Земле. 2013. – Вып. 1. – С. 38-44.
4. Характеристика зимнего Азиатского антициклона на фоне настоящих климатических изменений // Известия Алтайского отделения РГО. – 2014. – Вып. 35. – С. 55-57.

СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ И ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АКТИВНОГО ИЛА

Е.А. Алябышева
e_alab@mail.ru

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Россия

Активный ил – это искусственно созданная экосистема, находящаяся в чрезвычайно изменчивых условиях воздействия абиотических и биотических факторов. В активном иле присутствуют все основные группы микроорганизмов, обеспечивающие разложение углерода, азота, фосфора, серы и других элементов. Биоценотической особенностью активного ила является отсутствие в нем звена первичных продуцентов (за исключением хемоавтотрофных бактерий), поскольку органическое вещество поступает со сточными водами в готовом виде (Гудков, 2002).

Цель исследования – изучить гидрохимические параметры активного ила.

Очистка сточных вод на ОСК МУП «Водоканал» г. Йошкар-Олы (Республика Марий Эл) идет по двум независимым друг от друга линиям, производительностью по 85 тыс. м³ в сутки; производительность ОСК – 170 м³ в сутки.

Отбор проб активного ила осуществлялся из аэротенков, общий объем объединенной пробы составил 2 дм³ (ГОСТ Р 51 592-2000). Определение концентрации активного ила по массе (дозы ила по весу) проводили по общепринятой методике [2]. Для этого из отобранной пробы отливали 100 см³ смеси, отфильтровывали этот объем через предварительно высушенный и взвешенный фильтр, высушивали в боксах в сушильном шкафу до постоянного веса. Дозу ила рассчитывали по формуле: $d = (a-b) \times 1000 / V$, где 1000 – коэффициент пересчета см³ в дм³; а и b – вес бокса с осадком и без осадка соответственно, г; V – объем отфильтрованной пробы, см³; d – доза ила. Доза ила по объему характеризует седиментационные свойства активного ила, т.е. способность его к осаждению за 30 мин отстаивания в цилиндре объемом 1 дм³. Иловую смесь наливали в цилиндр и каждые 3 мин отмечали объем в см³, занимаемый оседающей массой активного ила. Через 30 мин фиксировали окончательный результат, выраженный в см³. Гидробиологический анализ активного ила проводили по общепринятой методике [2, 7]. В пробах активного ила определяли