

УДК 551.58

*А.В. Шумихина***ДИНАМИКА РЕЖИМА ОБЛАЧНОСТИ В ПЕРИОД 1961–2014 гг.
В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ И СВЯЗЬ ОБЛАЧНОСТИ
С ИНДЕКСАМИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ**

Рассмотрен режим облачности и его динамика в период с 1961 по 2014 гг. в Удмуртской Республике. Представлен анализ количества нижней и общей облачности, повторяемости форм облачности, числа ясных и пасмурных дней. Оценена динамика облачности в этот период и связь режима облачности с индексами циркуляции атмосферы. Выявлено, что в северных районах изменение количества облачности происходит с большей скоростью, что свидетельствует о более выраженной циклонической деятельности. Зимой с начала XXI в. количество общей облачности незначительно уменьшается, весной – наоборот растет. Наиболее часто фиксируются облака верхнего, среднего ярусов, слоистые и слоисто-кучевые облака. Повторяемость данных форм облачности имеет тенденцию к увеличению. На режим облачности в большей степени влияет индекс SCA, при положительной фазе которого в холодную половину года наблюдается уменьшение количества общей облачности. Индексы NAO и AO в большей степени влияют на облачность в северных районах республики, EA-WR и SCA – в центральных и южных районах.

Ключевые слова: облачность, изменения климата, метеорология, климат, индексы циркуляции.

Облака представляют собой видимую совокупность взвешенных в атмосфере и находящихся в процессе непрерывной эволюции капель и/или кристаллов, являющихся продуктами конденсации и сублимации водяного пара. Облака играют значительную роль в климатической системе, влияя на режим температуры воздуха и влажности.

Важнейшими внутренними факторами климатической системы планеты являются крупномасштабные механизмы циркуляции атмосферы и океана. Они оказывают существенное влияние на режим облачности [1]. Отмечено, что изменения климата Европейского региона происходят под влиянием циркуляционных процессов в Северной Атлантике [2-6].

Для оценки влияния циркуляции на погодные и климатические колебания предложен ряд индексов. Самыми распространенными из них являются: североатлантическое колебание NAO, представляющее собой разность нормированных аномалий среднесезонного давления в районах многолетнего положения Азорского максимума (станция Лиссабон, Португалия) и Исландской депрессии (Рейкьявик, Исландия); а также индексы, полученные разложением барических полей по эмпирическим ортогональным функциям на изобарической поверхности AT_{700} : арктическое колебание AO, индекс скандинавского колебания SCA, восточно-атлантическое колебание EA, колебание Восточная Атлантика – Западная Россия EA-WR.

Необходимо изучить динамику режима облачности на территории Удмуртской Республики в период с 1961 по 2014 гг. и выявить наиболее информативные индексы атмосферной циркуляции, влияющие на режим облачности в Удмуртии.

Материалы и методы исследований

В работе использованы ежемесячные данные приземных метеорологических наблюдений за количеством и формами облачности в Удмуртской Республике на восьми метеостанциях (1961–2014 гг.) и индексы атмосферной циркуляции NAO, AO, SCA, EA (1961-2014 гг.), представленные Центром климатических прогнозов США (Climate Prediction Center, NOAA) по ссылке: URL: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/telecontents.shtml>.

Проанализирован режим нижней и общей облачности, выраженный в баллах, повторяемость разных форм облачности в процентах, классифицированных по морфологическому признаку, произведен анализ числа ясных и пасмурных дней. Рассчитаны средние, максимальные и минимальные значения характеристик, коэффициенты вариации, сделана оценка долговременного изменения режима облачности.

Статистическая значимость трендов оценивалась с помощью критерия Стьюдента и по величине квадрата коэффициента корреляции R^2 (коэффициент детерминации). Тенденция изменения величины считалась статистически значимой при уровне достоверности, равном или превышающем 95 % ($p \geq 0,95$). При объеме выборки 50 и более лет это соответствует величине $R^2 > 0,08$.

Анализ связей между количеством общей облачности на трех станциях, расположенных на севере (Глазов), в центре (Ижевск) и юго-востоке (Сарапул) региона, и в целом в Удмуртии (осредненное количество облачности на 8 станциях) и индексами циркуляции осуществлялся посредством корреляционного анализа. Для оценки достоверности коэффициентов корреляции применялись критерии независимости с использованием критерия *t*-Стьюдента с (*n* - 1) степенями свободы. Для ряда среднемесячных данных за период 1961-2014 гг., при доверительной вероятности 99 % статистически значимыми являются значения коэффициентов корреляции $r_{p=0,99} \geq 0,35$, а при 95 % – $r_{p=0,95} \geq 0,27$.

Результаты и их обсуждение

1. Режим верхней и нижней облачности

В Удмуртии на протяжении всего года преобладает пасмурная погода (табл. 1). Самым облачным месяцем является ноябрь (8,4 балла), наименьшая доля покрытия небосвода облачностью наблюдается в июле – 6,1 балла. В период с февраля по август количество облачности изменяется не существенно и наиболее низкое в году. С началом перестройки барического поля и увеличением циклонических форм циркуляции, а также из-за сокращения поступающей солнечной радиации резко увеличивается значение общей и нижней облачности (на 0,8 баллов) в сентябре в основном благодаря увеличению повторяемости облаков слоистых форм.

Таблица 1

Средние значения количества общей (*N*) и нижней (*N_n*) облачности на территории Удмуртской Республики за период 1961-2014 гг., баллы

Станция	Зима		Весна		Лето		Осень		Год	
	N	N _n	N	N _n	N	N _n	N	N _n	N	N _n
Глазов	7,5	4,1	6,6	3,4	6,5	3,8	8,1	5,8	7,2	4,3
Дебесы	7,3	4,7	6,1	3,3	5,9	3,5	7,8	5,8	6,8	4,3
Игра	7,5	4,6	6,7	3,6	6,7	3,8	8,1	6,0	7,3	4,5
Селты	7,7	4,4	7,0	3,4	7,0	4,0	8,2	5,8	7,5	4,4
Воткинск	7,4	4,0	6,4	3,2	6,4	3,5	7,8	5,4	7,0	4,1
Ижевск	7,9	4,0	6,8	2,5	6,6	2,6	8,1	4,7	7,4	3,5
Можга	7,4	5,3	6,4	3,7	6,1	3,7	7,7	6,0	6,9	4,7
Сарапул	7,1	4,6	5,9	3,6	5,8	3,8	7,6	5,9	6,6	4,5
Среднее	7,5	4,5	6,5	3,3	6,4	3,6	7,9	5,7	7,1	4,3

Пространственная изменчивость общей облачности минимальна в ноябре (0,5 балла), наиболее высокая в июле – 1,5 балла. Количество низкой облачности во все месяцы изменяется в пределах 1,2–1,5 балла.

Коэффициент вариации *S_v* общей облачности, осредненный за год, равен 14 %; он свидетельствует о средней изменчивости характеристики. Количество баллов нижней облачности варьируется значительно, *S_v* = 30 %. Наибольшая изменчивость облачного покрова наблюдается в феврале и марте (*S_v* общей облачности достигает 17–19 %, нижней – 40–45 %).

2. Повторяемость форм облачности

Особенность наблюдений за формами облачности состоит в том, что наблюдатель учитывает их с поверхности земли. Если все небо покрыто облачностью нижнего яруса, более высокие облака не видно, но это не означает, что они отсутствуют. Тем не менее, анализируя многолетние данные наблюдений за формой облачности разных ярусов, можно сделать выводы об их повторяемости и динамике.

В работе использовались данные по формам облачности в период с 1986 по 2014 гг., для удобства анализа ряд форм объединен, а их повторяемость просуммирована. Выделены следующие 6 групп: 1) Высокая облачность (перистые, перисто-кучевые, перисто-слоистые облака); 2) средняя облачность (высоко-кучевые и высоко-слоистые облака); 3) слоистые и слоисто-кучевые облака; 4) слоисто-дождевые и разорвано-дождевые облака; 5) кучевые облака; 6) кучево-дождевые облака.

Наиболее часто в Удмуртии наблюдаются формы облачности среднего яруса (2 группа), средняя годовая повторяемость которой равна 24 %. С годовой повторяемостью, равной 19 %, встречаются облака верхнего яруса (1 группа), а также слоистые и слоисто-кучевые облака (3 группа). Самая низкая повторяемость – у облаков кучевых форм, осредненное за год значение равно 5,5 %.

Облака всех форм имеют годовой ход, представленный на рис. 1.

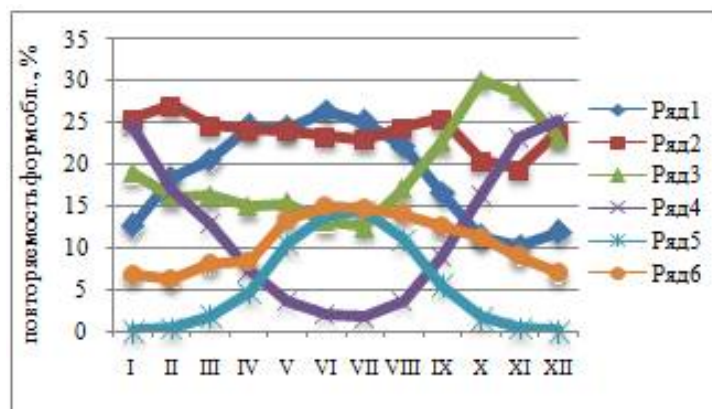


Рис. 1. Годовой ход повторяемости форм облачности, осредненной по Удмуртии: 1 – верхняя, 2 – средняя, 3 – слоистая и слоисто-кучевая, 4 – слоисто-дождевая и разорвано-дождевая, 5 – кучевая, 6 – кучево-дождевая

3. Число ясных и пасмурных дней

Ясными днями считаются такие дни, в которые сумма отметок облачности за восемь сроков не превышает 14 баллов, и в каждом из сроков количество облаков составляет не более 5 баллов. Пасмурными днями считаются дни, в которых сумма отметок облачности составляет не менее 66 баллов.

Ясные дни встречаются в основном в весеннее время, в марте и апреле, в среднем 3 дня в месяц для общей и 12 дней в месяц для нижней облачности. Летом количество ясных дней сокращается до 2 дней в месяц для общей и 7-8 дней для нижней облачности. Реже всего они наблюдаются в октябре-ноябре. Повторяемость ясных дней по данным общей облачности максимальна в восточных районах региона.

Пасмурные дни встречаются в году гораздо чаще. Их количество имеет годовой ход с максимумом в ноябре (20 дней) и минимумом в июле (9 дней). Чаще всего облачные дни фиксируются по западу региона, реже – по востоку.

4. Межгодовые изменения количества облачности

В работах [7-8] показано тенденция к увеличению количества общей облачности во многих континентальных районах умеренных широт Северного полушария за последние десятилетия XX в. В то же время, согласно [9], с начала 90-х гг. XX столетия процесс увеличения количества общей облачности наблюдался лишь над океанами, над континентом происходит стабилизация его понижения. Межгодовые изменения режима облачности представлены на рис. 2.

Общее количество облачности имеет тенденцию к увеличению в большую часть года на севере региона (Глазов). Самая высокая скорость роста отмечена в августе: 0,3 балла/10 лет ($R^2 = 0,22$).

На станциях Ижевск и Можга в период с мая по сентябрь (исключая июль) отмечен рост количества общей облачности, достигающий 0,35 балла/10 лет. На остальных станциях линейные тренды статистически не значимы.

С конца 60-х до середины 80-х гг. XX в. наблюдался рост количества общей облачности, который более выражен в зимнее и осеннее время. Зимой с начала XXI в. количество общей облачности незначительно уменьшается, весной – наоборот растет. В летнее время динамика общей облачности в начале XXI в. выражена слабо, а осенью за этот же период общая облачность увеличивается.

Долговременные изменения количества нижней облачности в зимнее время аналогичны изменениям общей облачности – она уменьшалась в начале рассматриваемого периода, росла с 1970-х до конца 1990-х гг., после чего её количество вновь уменьшается. Похожая картина наблюдается и весной. В летнее время тренд статистически не значим, осенью же, как и в случае с общей облачностью, количество нижних облаков с начала XXI в. возрастает.

Важную роль играет динамика повторяемости облаков верхнего и среднего ярусов, которые способствуют усилению парникового эффекта и нагреванию климатической системы [10-11]. Влияние облаков нижнего яруса в разное время года проявляется по-разному [12]. Если в холодное полугодие эти облака, создавая парниковый эффект, повышают температуру земной поверхности и приземного слоя, то в теплое полугодие они, отражая солнечную радиацию, способствуют понижению этой температуры.

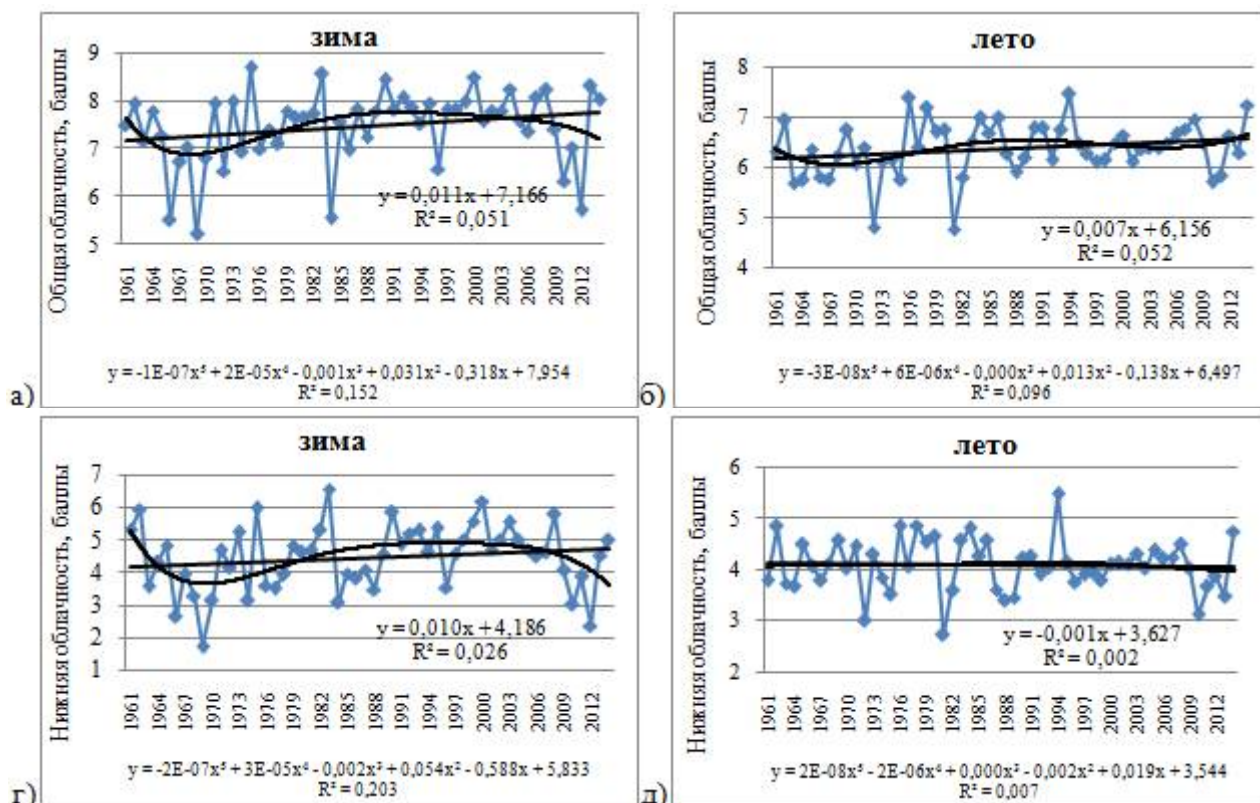


Рис. 2. Долговременные изменения, линейный и полиномиальный тренды количества общей (а, б) и нижней (в, г) облачности, осредненной по территории Удмуртской Республики

Для оценки повторяемости различных форм облачности за период 1986–2014 гг. (29 лет) были проанализированы линейные и полиномиальные тренды 3-й степени. Результаты представлены в табл. 2 и на рис. 3. Статистически значимые коэффициенты в таблице выделены полужирным шрифтом.

Таблица 2

Коэффициенты наклона линейного тренда (%/10 лет) и коэффициенты детерминации для разных форм облачности

Сезоны	КНЛТ	Верхняя	Средняя	Слоистая	Слоисто-дождевая	Кучевая	Кучево-дождевая
Зима	<i>a</i>	2,8	0,8	2,3	-4,7	-0,1	-0,8
	R^2	0,26	0,09	0,22	0,43	0,29	0,17
Весна	<i>A</i>	1,4	1,9	1,8	-1,3	0,3	0,3
	R^2	0,14	0,31	0,29	0,22	0,09	0,02
Лето	<i>A</i>	2,1	-0,5	0,4	-1,0	0,2	-0,1
	R^2	0,26	0,07	0,02	0,42	0,02	0,00
Осень	<i>A</i>	1,4	0,5	3,9	-4,1	0,0	0,6
	R^2	0,14	0,03	0,46	0,44	0,00	0,04
Год	<i>A</i>	1,9	0,6	2,1	-2,8	0,1	0,0
	R^2	0,38	0,13	0,49	0,57	0,04	0,00

Повторяемость облаков верхнего яруса увеличивается со средней скоростью 2 %/10 лет. Динамика наиболее выражена в зимние месяцы, в которые скорость роста достигает 3 %/10 лет. Облака среднего яруса встречаются чаще в весеннее время.

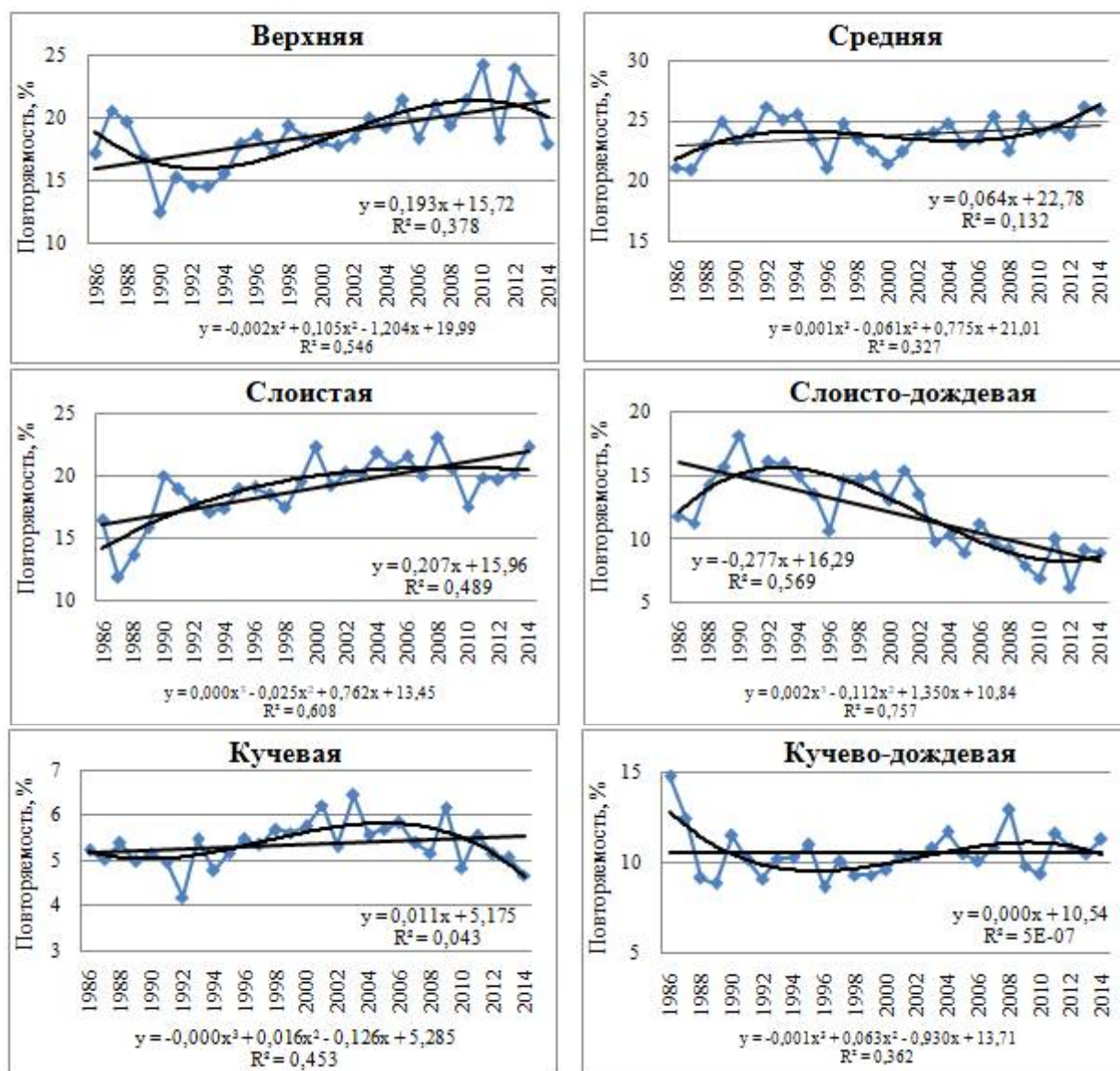


Рис. 3. Долговременные изменения, линейный и полиномиальный тренды повторяемости облаков разных форм, осредненные по территории Удмуртии

Слоистая облачность имеет тенденцию к увеличению в холодную половину года. Наиболее интенсивно её повторяемость растёт осенью – в среднем на 4 % за 10 лет. Слоисто-дождевые облака за последние 30 лет фиксируются реже, в особенности зимой.

Кучевые облака зимой встречаются редко, с повторяемостью до 0,4 %, обнаруживается слабая тенденция к уменьшению их повторяемости. Весной кучевых облаков становится больше в период с 1990-х по 2005 гг., после чего повторяемость снижается. Летом повторяемость кучевых облаков росла до начала 2000-х гг., в последние годы она уменьшается. Осенью повторяемость облаков кучевых форм сохраняется в пределах 4-6 %.

5. Связь количества облачности в Удмуртской Республике с индексами циркуляции

В табл. 3 представлены результаты расчетов коэффициентов корреляции r между индексами атмосферной циркуляции NAO, AO, SCA, EA, EA-WR и количеством общей облачности N – на трех станциях республики Глазов $N_{Гл}$, Ижевск $N_{Иж}$ и Сарапул $N_{Сар}$, и для осредненного количества общей облачности на территории Удмуртии $N_{Ур}$ (по данным 8 метеостанций). Статистически значимые величины r выделены полужирным шрифтом.

Согласно данным табл. 3, восточно-атлантическое колебание ЕА, характеризующее степень зонального переноса и охватывающее центры действия в районах Канарских островов, Великобритании и Черного моря, влияет на режим облачности Удмуртии слабо. Коэффициенты корреляции в основном статистически не значимы, лишь в феврале и марте обнаруживается слабая связь ($r = 0,33$ в феврале на ст. Сарапул).

Связь индекса NAO с количеством облачности на всех трех станциях и в среднем по Удмуртии выявлена в декабре ($r = 0,42$) – при положительной фазе индекса наблюдается увеличение количества облачности. Также обнаруживается слабая положительная связь индекса NAO и N в январе, феврале, и отрицательная связь в сентябре.

В большей степени, чем предыдущие индексы, на режим облачности холодной половины года влияет индекс Арктического колебания. В случае положительной аномалии индекса АО в декабре-феврале и августе в Удмуртии наблюдаются положительные аномалии количества облачности. Максимально влияние индекса АО в декабре ($r = 0,52$).

Коэффициенты корреляции между индексами NAO, АО и количеством облачности в северных районах (ст. Глазов) в целом выше.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между индексами циркуляции и количеством облачности на территории Удмуртской Республики

r	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
NAO; $N_{Гл}$	0,38	0,35	0,15	0,09	-0,12	-0,07	-0,05	-0,04	-0,25	0,11	0,04	0,42
NAO; $N_{Ижс}$	0,17	0,27	0,07	0,13	-0,08	-0,04	0,07	0,07	-0,29	0,04	0,05	0,38
NAO; $N_{Сар}$	0,19	0,26	0,03	0,10	-0,02	0,09	0,08	0,03	-0,30	0,11	-0,07	0,42
NAO; $N_{УР}$	0,26	0,29	0,06	0,08	-0,03	0,08	0,04	0,02	-0,27	0,10	0,01	0,42
АО; $N_{Гл}$	0,46	0,34	0,30	0,11	-0,03	-0,06	-0,27	0,34	-0,05	0,19	0,22	0,52
АО; $N_{Ижс}$	0,31	0,34	0,23	0,17	-0,03	0,01	-0,11	0,37	-0,07	0,10	0,15	0,51
АО; $N_{Сар}$	0,39	0,32	0,16	0,23	0,04	0,07	-0,14	0,29	-0,14	0,14	0,09	0,51
АО; $N_{УР}$	0,41	0,33	0,23	0,18	0,01	0,06	-0,19	0,33	-0,08	0,15	0,16	0,52
SCA; $N_{Гл}$	-0,54	-0,56	-0,53	-0,32	-0,15	-0,32	-0,13	-0,26	-0,19	-0,01	-0,28	-0,58
SCA; $N_{Ижс}$	-0,62	-0,51	-0,56	-0,36	-0,15	-0,34	-0,10	-0,20	-0,13	0,01	-0,33	-0,63
SCA; $N_{Сар}$	-0,64	-0,61	-0,56	-0,37	-0,07	-0,14	-0,12	-0,11	-0,16	0,09	-0,31	-0,61
SCA; $N_{УР}$	-0,61	-0,58	-0,57	-0,35	-0,09	-0,22	-0,16	-0,18	-0,19	0,04	-0,32	-0,63
ЕА; $N_{Гл}$	0,25	0,19	0,23	0,08	0,18	0,11	0,03	0,26	0,13	0,04	0,13	0,08
ЕА; $N_{Ижс}$	0,14	0,23	0,32	0,05	0,20	0,19	-0,11	0,18	0,14	0,16	0,09	0,15
ЕА; $N_{Сар}$	0,15	0,33	0,24	0,05	0,17	0,17	-0,23	0,09	0,09	0,15	0,08	0,10
ЕА; $N_{УР}$	0,20	0,29	0,27	0,02	0,19	0,19	-0,21	0,12	0,13	0,12	0,11	0,10
ЕА-WR; $N_{Гл}$	-0,05	0,07	0,13	0,34	0,49	0,21	0,45	0,13	0,29	0,43	-0,04	0,11
ЕА-WR; $N_{Ижс}$	0,00	0,21	0,15	0,24	0,50	0,14	0,36	0,05	0,29	0,44	0,06	0,16
ЕА-WR; $N_{Сар}$	-0,02	0,12	0,20	0,31	0,63	0,29	0,51	0,24	0,42	0,47	-0,01	0,09
ЕА-WR; $N_{УР}$	-0,02	0,09	0,16	0,31	0,64	0,28	0,53	0,24	0,38	0,50	0,00	0,13

Колебание Восточная Атлантика – Западная Россия ЕА-WR, представляющее собой зональную составляющую североатлантического колебания, оказывает влияние на режим облачности региона в теплую половину года – в период с апреля по октябрь (исключая сентябрь) коэффициенты корреляции превышают значение 0,27. Максимальное значение r принимает в мае – 0,64 (в среднем по Удмуртии).

Наибольшее влияние на облачность Удмуртской Республики оказывает индекс SCA. Статистически значимые отрицательные значения коэффициента корреляции наблюдаются в республике в холодную половину года, а на севере и в центре региона и в июне. При положительной фазе индекса, характеризующего степень блокирования западного переноса, в этот период наблюдается уменьшение количества общей облачности. Наибольшие значения коэффициента корреляции r принимает в период с декабря по февраль, достигая $-0,64$ в январе (ст. Сарапул).

Связь общей облачности с индексами EA-WR и SCA более выражена в центральных и южных районах республики, где коэффициенты корреляции r принимают более высокие значения.

Выводы

1. В северных районах изменение количества облачности происходит с большей скоростью, что свидетельствует о более выраженной циклонической деятельности. Зимой с начала XXI в. количество общей облачности незначительно уменьшается, весной – наоборот растет. В летнее время динамика общей облачности в начале XXI в. выражена слабо, а осенью за этот же период общая облачность усиливается.

2. Нижняя облачность более изменчива по сравнению с общей облачностью как в пространстве, так и во времени. Её долговременные изменения зимой аналогичны изменениям общей облачности – она уменьшалась в начале периода, росла с 1970-х до конца 1990-х гг., после чего её количество вновь понижается. Похожая картина наблюдается и весной, однако в это время изменения более сглажены.

3. В летнее время тренд статистически не значим, осенью же, как и в случае с общей облачностью, количество нижних облаков с начала XXI в. растет со временем.

4. Наиболее часто фиксируются облака верхнего, среднего ярусов, а также слоистые и слоисто-кучевые облака. Повторяемость данных форм облачности имеет тенденцию к увеличению.

5. При положительной фазе индекса NAO в декабре отмечается увеличение облачности. В случае положительной аномалии индекса AO в декабре-феврале и августе в Удмуртии наблюдаются положительные аномалии количества облаков. Колебание Восточная Атлантика – Западная Россия EA-WR влияет на режим облачности региона в теплую половину года. Наибольшее влияние на облачность Удмуртской Республики оказывает индекс SCA, при положительной фазе которого в холодную половину года наблюдается уменьшение количества общей облачности.

6. Индексы NAO и AO в большей степени влияют на облачность в северных районах республики, EA-WR и SCA – в центральных и южных районах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Г.В. Исследования изменений климата Арктики в XX столетия // Тр. ААНИИ. 2003. Т. 446. С. 6-21.
2. Абрамов Р.В. 18,6-летние Атлантические колебания // Физические основы изменения современного климата. М.: Наука, 1981. С. 132-139.
3. Бардин М.Ю., Полонский А.Б. Североатлантическое колебание и синоптическая изменчивость в Европейско-Атлантическом регионе в зимний период // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2005. Т. 41, вып. 2. С. 127-136.
4. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата // Метеорология и гидрология. 2004. № 4. С. 50–67.
5. Переведенцев Ю.П., Верещагин М.А., Э.П. Наумов, К.М. Шанталинский Особенности проявления современного потепления климата в тропосфере Атлантико-Европейского региона // Метеорология и гидрология. 2004. № 2. С. 38-47.
6. Переведенцев Ю.П., Гоголь Ю. Ф., Наумов Э.П., Шанталинский К. М. Динамика полей температуры воздуха Северного полушария в современный период // Проблемы анализа риска. 2007. Т. 4. № 1. С. 73-80.
7. Dai A. Recent trends in cloudiness over the United States: A tale of monitoring inadequacies // Bull. Amer. Meteorol. Soc. 2006. Vol. 87. P. 597-606.
8. Henderson-Sellers A. Continental cloudiness changes this century // Geo Journal. 1992. Vol. 27. P. 255-262.
9. Переведенцев Ю.П., Мохов И.И., Елисеев А.В. Теория общей циркуляции атмосферы // Казань: Казан. ун-т, 2013. 224 с.
10. Чернокульский А.В., Мохов И.И. Сравнительный анализ характеристик глобальной облачности по различным спутниковым и наземным наблюдениям // Исслед. Земли из космоса. 2010. № 3. С. 12-29.
11. Hartmann D.L., Ockert-Bell M.E., Michelsen M.L. The effect of cloud type on the Earth's energy balance: Global analysis // J. Climate. 1992. № 5. P. 1281–1304.
12. Шерстюков Б.Г. Изменения, изменчивость и колебания климата. Обнинск: ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2011. 293 с.

A.V. Shumikhina

**DYNAMICS OF THE CLOUDINESS REGIME IN THE PERIOD 1961–2014
IN THE UDMURT REPUBLIC AND CONNECTION OF CLOUDINESS WITH THE INDEX
OF ATMOSPHERIC CIRCULATION**

The regime of cloud cover and its dynamics in the period 1961-2014 in the Udmurt Republic is considered. The number of lower and total clouds, the frequency of the forms of cloud cover, the number of clear and cloudy days are analyzed. The dynamics of the cloudiness regime in this period and its relationship with the atmospheric circulation indices are estimated. It is found that in the northern regions the change in the amount of cloudiness occurs at a higher rate, which indicates a more pronounced cyclonic activity. In winter, from the beginning of the 21st century, the amount of total cloudiness decreases slightly, in spring it increases on the contrary. Most often, the upper and middle tier, stratus and stratus-cumulus clouds are fixed. The repeatability of these forms of cloudiness tends to increase. The cloudiness regime is more affected by the SCA index. With the positive phase of the index in the cold half of the year, there is a decrease in the amount of total cloud cover. The NAO and AO indexes affect the cloudiness in the northern regions of the republic to a greater extent, EA-WR and SCA affect in the central and southern regions.

Keywords: cloudiness, climate change, meteorology, climate, circulation indices.

REFERENCE

1. Alekseev G.V. [Studies of climate change in the Arctic in the XX century], in *Trudy AANII*, 2003, t. 446, pp. 6–21 (in Russ.).
2. Abramov R.V. [18.6-year Atlantic Oscillation], in *Fizicheskie osnovy izmeneniya sovremennogo klimata*, 1981, pp. 132-139 (in Russ.).
3. Bardin M.Yu., Polonsky A.B. [North Atlantic Oscillation and synoptic variability in the European-Atlantic region in winter], in *Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics*, 2005, 41, 2, pp. 127-136 (in Russ.).
4. Gruza G. V., Rankova E. YA. [Detection of climate change: state, variability and extremes of climate], in *Meteorologiya i gidrologiya*, 2004, № 4, pp. 50–67 (in Russ.).
5. Perevedentsev Yu.P., Vereshchagin M.A., Naumov E.P. and Shantalinskii K.M. [Modern climate warming in the troposphere of the Atlantic-European region and its characteristics features], in *Meteorologiya i gidrologiya*, 2004, № 2, pp. 38-47 (in Russ.).
6. Perevedentsev Yu.P., Gogol F.V., Naumov E.H.P. and Shantalinskii K.M. [Dynamics of the air temperature fields of the Northern Hemisphere in the modern period], in *Problemy analiza riska*, 2007, t. 4, № 1, pp. 73-80 (in Russ.).
7. Dai A. Recent trends in cloudiness over the United States: A tale of monitoring inadequacies, in *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 2006, vol. 87, pp. 597-606.
8. Henderson-Sellers A. Continental cloudiness changes this century, in *Geo Journal*, 1992, Vol. 27, pp. 255-262.
9. Perevedentsev Yu.P., Mohov I.I. and Eliseev A.V. Teoriya obschey cirkulyacii atmosfery [Theory of the general circulation of the atmosphere] Kazan: Kazansk. un-t, 2013, 224 p. (in Russ.).
10. Chernokulsky A.V., Mokhov I.I. [Comparative analysis of global cloud characteristics for various satellite and terrestrial observations], in *Issled. Zemli iz kosmosa*, 2010, № 3, pp. 12–29 (in Russ.).
11. Hartmann D.L., Ockert-Bell M.E. and Michelsen M.L. The effect of cloud type on the Earth's energy balance: Global analysis, in *J. Climate*, 1992, N 5, pp. 1281–1304.
12. Sherstyukov B.G., *Izmeneniya, izmenchivost i kolebaniya klimata* [Changes, variability and fluctuations in the climate], Obninsk: FGBU «VNIIGMI-MCD», 2011, 293 p. (in Russ.).

Шумихина Алла Валерьевна,
кандидат географических наук,
начальник отдела гидрометобслуживания
ФГБУ «Удмуртский ЦГМС»
426068, Россия, г. Ижевск, ул. Сабурова, 25
E-mail: ashumikhina@yandex.ru

Shumikhina A.V.,
Candidate of Geography,
Head of Hydrometeorological Department
Udmurt CGMS
Saburova st., 25, Izhevsk, Russia, 426068
E-mail: ashumikhina@yandex.ru