

65,433  
С 69



*Российская Академия Наук*

ОТДЕЛЕНИЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ НАУК РАН  
СОЧИНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР РАН  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЮЖНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИГОН РАН

**СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ И  
ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ЮГА РОССИИ**

**(Материалы конференции 28-30 апреля 2009 г.)**

С о ч и

2 0 0 9

Категория коррозионной агрессивности атмосферы по скорости коррозии стандартных материалов установлена для А5М и Ц-О - С<sub>3</sub> (средняя), М1вт - С<sub>4</sub> (высокая), Ст3 - С<sub>2</sub> (низкая), по полученным метеопараметрам - для всех экспонируемых материалов С<sub>3</sub> (средняя).

Отмечается не идентичность протекания коррозионных процессов на лицевой и оборотной поверхностях образцов, в первую очередь, у материалов М1вт и Ст3.

Коррозионные процессы в осенне-весенний период экспозиции протекают более интенсивно по сравнению весенне-осенним периодом. Значения коррозионно-агрессивных компонентов в атмосфере в зимний период превышают данные по летнему периоду: скорость осаждения хлоридов в 3 раза, количество выпадения двуокси серы в 10 раз.

Динамика коррозионных процессов в приморских районах находится в прямой зависимости от сезонного изменения количества осаждаемых хлоридов.

Оценка коррозионной станции ГНИП РАН по идентифицирующим признакам коррозионной агрессивности атмосферы и ее метеорологическим характеристикам дала возможность сравнить между собой существующие коррозионные станции в других климатических регионах.

#### *Список использованных источников*

- 1 ISO 9223: Corrosion of metals and alloys—Corrosivity of atmospheres—Classification, 13 p. 1992.
- 2 ISO 9224: Corrosion of metals and alloys—Corrosivity of atmospheres—Guiding values for the corrosivity categories. 3 p., 1992.
- 3 ISO 9225: Corrosion of metals and alloys—Corrosivity of atmospheres—Measurement of pollution, 10 p., 1992.
- 4 ISO 9226: Corrosion of metals and alloys—Corrosivity of atmospheres—Determination of corrosion rate of standard specimens for the evaluation of corrosivity, 4 p., 1992.
- 5 Rimantas Ramanauskas, Eimutis Juzeliūnas, Algimantas Narkevičius and Dalia Buėnskienė Investigation of microbiologically influenced corrosion. 1. Characterization of natural outdoor conditions in Lithuania. CHEMIJA. 2005. T. 16. Nr. 1. P. 25–34
- 6 Dang Vu Ngoan, Bui Ba Xuan, Nguyen Nhi Tru - Corrosion Behaviour of Some Alloys in Tropical Urban and Marine Atmospheres. International Corrosion Engineering Conference, Seoul, Korea, May 20-24, 2007.

#### **УДК 551**

### **ОЦЕНКА РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ**

*Рыбак О.О., Рыбак Е.А.*

*Сочинский научно-исследовательский центр РАН, г. Сочи*

\* Идентификация и интерпретация текущих изменений климатических характеристик в относительно небольшом регионе, а тем более прогноз таких изменений (хотя бы и качественный) требует значительных усилий и, что более важно, наличия как можно большего количества данных наблюдений, которые позволили бы отделить влияние местных факторов, определяющих режим климатической изменчивости от факторов глобальных, а также отделить естественную составляющую изменчивости от долговременных тенденций, обусловленных общей направленностью изменения климата планет.

Современные климатические изменения и сценарии этих изменений в будущем разработаны в отчетах Межправительственной комиссии по климатическим изменениям (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), которая была организована в 1988 совместным решением Всемирной Метеорологической Организацией и UNEP (United Nations Environment Programme). Сопоставление выводов предпоследнего отчета 2001 г. [1] и по-

следнего отчета 2007 г. [2] свидетельствует о том, что оценки экспертов IPCC сместились в сторону большего влияния хозяйственной деятельности на климат Земли. Это влияние, по их мнению, связано, прежде всего, с растущей эмиссией парниковых газов. Эксперты с большей уверенностью говорят о том, что современное глобальное потепление является следствием экономической деятельности, нежели следствием естественных причин. Согласно [1], повышение средней приземной температуры и уровня моря будет продолжаться в течение столетий даже в случае стабилизации эмиссии парниковых газов. К 2100 г. прогнозируется повышение среднегодовой приземной глобально-осредненной температуры воздуха на 1,8–4 °С, а уровня моря на 28–43 см в зависимости от сценария эмиссии. Таким образом, согласно выводам экспертов IPCC, человечеству предстоит жить в «теплеющем» окружении и столкнуться в будущем с серьезными трудностями, обусловленными глобальными изменениями в окружающей среде. Изменения климата неизбежно будут причиной масштабных изменений в экосистемах планеты, а также приведут к необходимости перестраивать экономику многих стран, приспособив ее к новым природным условиям.

Хотя механизмы, управляющие вариациями климата до сих пор недостаточно изучены, а выводы относительно глобального потепления, сделанные на основе численных экспериментов с математическими моделями, могут быть подвергнуты критике, рост концентрации двуокси углерода в атмосфере бесспорен. Сегодня она превышает максимальный уровень, зафиксированный в антарктических ледовых кернах, во всяком случае, в течение последних 420 тыс. лет [1]. Следствием его, помимо увеличения притока инфракрасного тепла будет, по-видимому, интенсификация биологических циклов, и, как ни парадоксально, увеличение урожайности.

Как уже было отмечено, на долговременные тенденции изменений климата накладываются естественная изменчивость, обусловленная самой природой климатической системы. На региональном уровне достаточно сложным представляется отделить длительные тренды от межгодовой или декадной изменчивости не в последнюю очередь из-за ограниченности рядов инструментальных наблюдений. Вполне вероятно, что оценки изменений на ближайшие 10–20 лет имеет смысл делать, исходя из анализа естественной изменчивости температуры, атмосферной циркуляции и осадков, нежели из проекции глобальных трендов на ограниченный регион.

Режим тепла и осадков над Европой и значительной частью европейской России определяются фазой Североатлантического колебания (САК) [3]. Положительная фаза САК обуславливает усиление западного переноса и увеличение количества осадков над Центральной и Северной Европой и одновременно снижение над Южной Европой и Северной Африкой. В случае положительной фазы картина меняется на обратную. Черноморское побережье находится в зоне влияния САК, хотя картину связи регионального климата с САК можно восстановить скорее на качественном уровне. Так, зима 2006/2007 гг. характеризуется аномально высоким положительным значением индекса САК и одновременно, что является крайне важным для приморских регионов России, повышенным приближенительно на четверть относительно климатической нормы количеством осадков. Модельные эксперименты прогнозируют усиление положительных тенденций в САК [4] в ближайшие десятилетия. Следовательно, можно ожидать, что среднегодовое количество осадков на Черноморском побережье также проявит тенденцию роста (что, не исключено, уже происходит).

В более длительной перспективе последствия глобальных изменений климата в трактовке IPCC вероятнее всего в той или иной степени затронут Черноморское побережье России. В настоящее время представляется достаточно проблематичным оценить региональные тренды приземной температуры воздуха, в связи с тем, что потепление не является пространственно-однородным (положительные и отрицательные тренды региональной температуры были обсуждены в предыдущих разделах) и проявляется, прежде всего, в высоких широтах. В случае роста температуры воздуха в летние месяцы следует ожидать, что отдых в этот период станет менее комфортным в юго-западной части побережья из-за сочетания высокой температуры и высокой влажности. Повышение температуры в зимние месяцы приведет к

повышению снеговой линии, и, следовательно, создаст значительные проблемы для развития зимнего туризма. По всей видимости, на Черноморском побережье следует ожидать последствий усиления западного переноса и связанного с ним дальнейшего увеличения количества осадков (прежде всего в зимний период). Нельзя исключать того, что усиление зимней циклонической активности в регионе явится причиной увеличения частоты особо опасных явлений погоды. Негативный эффект глобального потепления к концу столетия следует ожидать в том числе и от повышения уровня моря.

В настоящем исследовании были использованы ряды среднемесячных значений приземной температуры воздуха и годового количества осадков на станциях, расположенных на побережье Черного моря. Исключение составляют ст. Армавир к северу от Главного Кавказского хребта, Эдирне в европейской части Турции, Николаев в устье Южного Буга и Самтредиа в нескольких десятках км от побережья на р. Риони. Все данные находятся в свободном доступе в базе данных Global historical climatological network (GHCN), для доступа к которой использовалась поисковая система Королевского метеорологического института (Нидерланды), также находящаяся в свободном доступе (<http://kodac.knmi.nl/kodac/>). База данных и контроль качества данных при ее формировании описаны в [4, 5].

После того, как процедура предварительного контроля качества исходных рядов была проведена, для анализа было оставлено 22 ряда по 11 температуры воздуха и осадков.

### **Методы анализа**

В соответствии с целями настоящей работы, были выбраны методы исследования исходных рядов. Как неоднократно отмечалось в литературе [6, 7 и др.] для исследования корреляционно-спектральной структуры относительно коротких геофизических временных рядов, к которым относятся температура воздуха и осадки, одним из наиболее эффективных является метод наибольшей энтропии. Его описание, включая алгоритмы программ приведены в [7]. Метод неоднократно использовался в течение последних нескольких лет для анализа рядов температуры, индексов атмосферной циркуляции и баланса массы горных ледников [8-11]. В упомянутых работах приведена последовательность анализа и описана математическая его сторона, так что в настоящей работе изложение теоретических основ метода опущены.

#### **а) Результаты корреляционно-спектрального анализа**

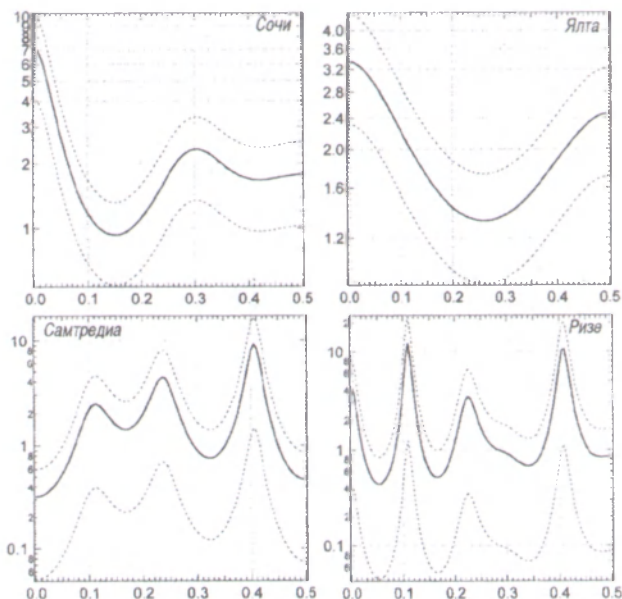
Основные результаты анализа всех рядов приведены в таблице 1.

Станции (кроме ст. Армавир) показаны в порядке, соответствующем движению вдоль побережья Черного моря против часовой стрелки, начиная от Сочи. Среднегодовое количество осадков (второй столбец) вырастает семикратно по мере движения с запада на восток (ср. ст. Сулина в устье Дуная и ст. Констанца на черноморском побережье Румынии со ст. Ризе вблизи крайней восточной точки турецкого побережья). Аналогичным образом, с запада на восток растет среднегодовая температура воздуха. Среднеквадратическое отклонение (с.к.о., третий столбец) рассчитывалось после удаления линейного тренда, из тех рядов, где он был статистически значим. Повышение температуры отмечено на ст. Ялта, Одесса, Сулина и Эдирне, понижение только на ст. Самсун. Рост на ст. Сулина на 3,9 °С представляется чрезмерным, не исключено, что он не связан с естественными причинами. За исключением двух станций с.к.о. температуры лежит в пределах 0,6-1,1 °С. Высокие значения с.к.о. температуры на ст. Армавир и ст. Николаев также вряд ли обусловлены естественными причинами. С.к.о. количества осадков в целом зависит от их среднегодового значения, однако их коэффициент вариации в целом выше в западной части региона, где климат более континентальный.

Таблица 1 - Результаты анализа рядов данных. Примечания: (1) среднеквадратическое отклонение; (2) линейный тренд для всего интервала наблюдений; (3) оптимальный порядок авторегрессии; (4) автокорреляции смежных лет

Название станции	Среднее	С.к.о. <sup>1</sup>	Интегр. тренд <sup>2</sup>	$M_{opt}$ <sup>3</sup>	$K_1$ <sup>4</sup>
Температура воздуха					
Армавир	10,2	2,0	-	0	-0,06
Сочи	14,1	0,8	-	3	0,14
Туапсе	13,6	1,0	-	0	0,07
Феодосия	12,1	1,2	-	0	-0,01
Ялта	12,2	1,0	1,0	0	0,13
Николаев	8,9	2,5	-	0	-0,02
Одесса	9,4	0,8	2,3	0	0,09
Сулина	8,9	1,1	3,9	0	0,08
Эдирне	13,1	0,6	1,4	0	-0,10
Самсун	14,4	0,6	-1,0	0	-0,24
Самтредиа	15,4	1,1	-	0	-0,08
Осадки					
Сочи	1579	321	-	4	0,10
Анапа	482	109	149	0	0,05
Ялта	604	168	-	2	0,08
Одесса	420	108	134	0	-0,37
Сулина	334	88	-218	0	0,01
Констанца	385	107	-	-	-0,03
Эдирне	594	144	-	0	0,05
Самсун	710	125	-	0	0,12
Ризе	2310	354	-448	10	-0,04
Самтредиа	1433	258	-	6	-0,16
Сухуми	1495	252	-	0	-0,03

Следует обратить внимание на то, что значения, как температуры, так и осадков в смежные годы очень слабо коррелированы между собой. Об этом свидетельствуют данные в последнем столбце таблицы 1. За исключением ст. Сочи, Ялта, Ризе и Самтредиа ряды осадков оптимально аппроксимируются АР моделями нулевого порядка, т.е. представляют собой некоррелированные и, следовательно, статистически непредсказуемые колебания, или белый шум. Отличительно чертой функций спектральной плотности в тех случаях, когда порядок отличался от нулевого (рисунок 1), является медленное убывание энергии колебаний с ростом частоты (ст. Сочи) или почти равномерное ее распределение (ст. Ялта) со слабой концентрацией около периода 2,5 года (ст. Самтредиа и Ризе, во втором случае, впрочем, пик статистически незначим) и 9 лет (ст. Ризе).



*Рисунок 1 - Спектральные плотности среднегодового количества осадков (сплошные линии) и их 90% доверительные интервалы (пунктир). Вертикальные оси – безразмерные, в логарифмических координатах. Горизонтальные оси – частота, циклов в год*

#### *б) Результаты скользящего авторегрессионного анализа*

Изменения различных характеристик рядов, рассчитанное по скользящим временным интервалам (временным окнам) позволяет определить смену тенденций во времени.

Изменения во времени средних значений и с.к.о. для рядов, длиннее 70 лет, показаны на рисунках 2-3 (ширина временного окна 50 лет).

Устойчивый (на протяжении всей длины ряда) рост температуры отмечен на ст. Ялта, Одесса и Сулина. Вплоть до начала 1960-х годов росла температура на ст. Николаев. В Туапсе и Феодосии с конца 1950-х годов наметилась, по видимому, тенденция к снижению температуры.

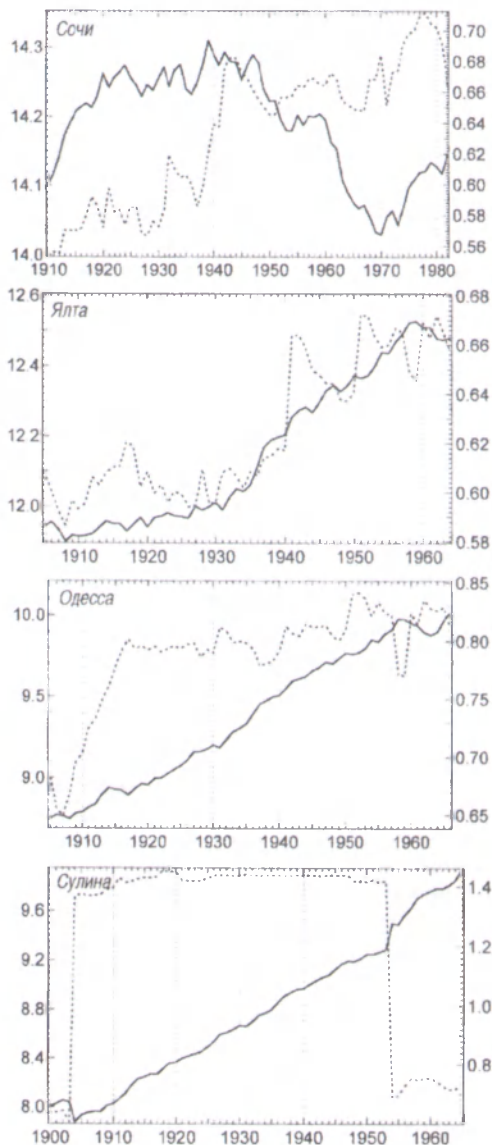


Рисунок 2 - Скользящие средние (сплошные линии, левые оси) и среднеквадратические отклонения (пунктир, правые оси) приземной температуры воздуха, °С. Период осреднения 50 лет. Значения на графике соответствуют году середины интервала осреднения. Горизонтальная ось – время (годы)

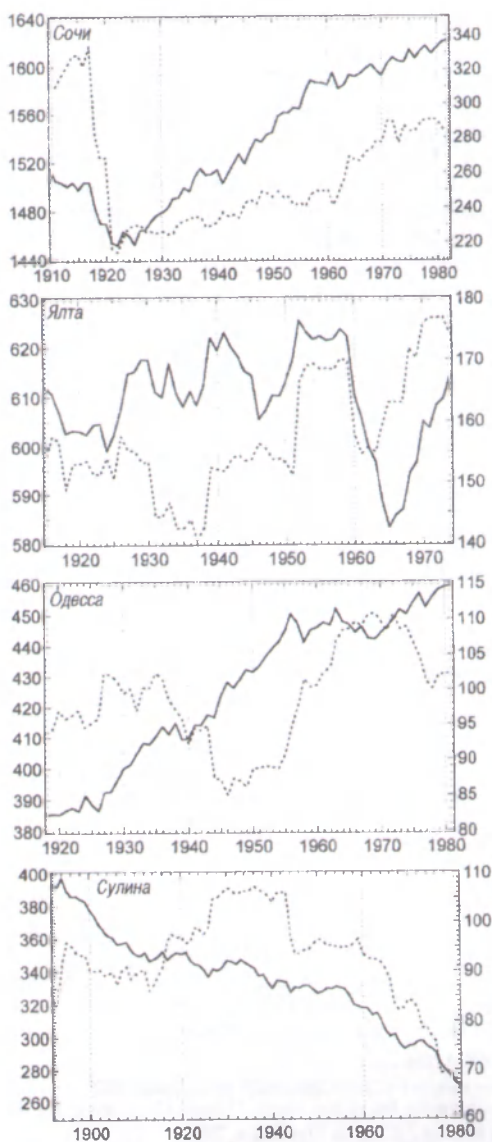


Рисунок 3 - Скользящие средние (сплошные линии, левые оси) и среднеквадратические отклонения (пунктир, правые оси) годового количества осадков, мм. Период осреднения 50 лет. Значения на графике соответствуют году середины интервала осреднения. Горизонтальная ось - время (годы)



В Сочи после роста температуры в начале прошлого века, с 1930-х по 1970-е годы температура постепенно снижалась, однако с конца 1970-х наметилась тенденция к повышению температуры. Отметим, однако, что самым теплым за последние 10 лет был 1998 г. (15,1 °С), самым холодным 2003 г. (14,1 °С). Таким образом, разброс значений в течение десятилетия составил 1 °С. Отметим, что в том самом холодном за последнее десятилетие году температура была равна средней за период 1885-2006 г., а в самом теплом превысило средний уровень плюс с.к.о.

За последние 80-90 лет в Сочи выросло количество осадков, хотя их рост сопоставим с с.к.о. междугодичных колебаний и, таким образом, не выходит за пределы статистической погрешности. Тем не менее, отметим, что самым влажным за последние 10 лет был 2001 г. (1984 мм, что выше среднего за 1885-2006 гг. уровня плюс с.к.о.). Из десяти последних лет в течение семи осадков выпадало выше среднего многолетнего значения, правда, а пределы с.к.о. это количество вышло только однажды. Таким образом, о статистически значимом увеличении количества осадков (как и температуры воздуха) на ст. Сочи говорить преждевременно, хотя, безусловно, тенденции последнего десятилетия заставляют задуматься о потенциальных сдвигах в климатическом режиме.

Аналогичные ст. Сочи тенденции в изменении количества осадков отмечаются на ст. Одесса и Анапа (на этих станциях рост количества осадков статистически значим, см. таблицу 1), менее выражен рост на ст. Сухуми и ст. Констанца. Постоянное снижение в течение всего периода наблюдений (в результате статистически значимое) отмечено для ст. Сулина и ст. Ризе, находящихся, что характерно, на противоположных берегах Черного моря.

Автокорреляции при одношаговом упреждении (или автокорреляции смежных лет) указывают на вероятность смены знака аномалии в двух последующих годах. Если корреляция положительная, то вероятность сохранения знака аномалии выше, и наоборот. Эти характеристики, очевидно, практически не меняются при изменении ширины окна. В случае температуры воздуха это строго положительные значения для первой половины ряда, строго отрицательные в течение почти всей второй половины, и смена на положительные значения в конце ряда. В случае осадков это отрицательные значения на протяжении почти всей длины ряда.

Таким образом, если режим температурной изменчивости меняется со временем (вероятность появления относительно теплых и относительно холодных лет насколько можно судить, периодически меняется), то режим изменчивости осадков почти постоянен (за относительно более влажным годом с большей вероятностью последует более сухой, чем повторится относительно более влажный).

#### *Список использованных источников*

1 Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change, eds. Houghton J.T. et al. // Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 881 p.

2 Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change // URL: <http://www.ipcc.ch>.

3 [http://www.cru.uea.ac.uk/~timo/projpages/nao\\_update.htm](http://www.cru.uea.ac.uk/~timo/projpages/nao_update.htm)

4 Osborn T.J. Simulating the winter North Atlantic Oscillation: the roles of internal variability and greenhouse gas forcing // Climate Dynamics, 2004, V. 22, P. 605-623

5 Peterson T.C., Vose R., Schmoyer R., Razuvaliv V. Global historical climatological network (GHCN) quality control of monthly temperature data // International Journal of Climatology, 1998, Vol. 18, P. 169-1179.

6 Добровольский С.Г. Климатические изменения в системе «гидросфера - атмосфера» // М.: ГЕОС, 2002, 232 с.

7 Привальский В.Е. Климатическая изменчивость (стохастическая изменчивость, предсказуемость, спектры) // М.: Наука, 1985, 183 с.

8 Рыбак Е.А., Рыбак О.О. Авторегрессионные оценки связей полей приземной температуры воздуха и крупномасштабной циркуляции атмосферы // *Метеорология и гидрология*, 2002, № 4, с. 39-49.

9 Рыбак Е.А., Рыбак О.О. О спектральной структуре Североатлантического колебания // *Метеорология и гидрология*, 2005, №3, с. 69-77.

10 Рыбак Е.А., Рыбак О.О. Чередование режимов в изменчивости североатлантического колебания // *Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки*, 2009. №2. с.60-65.

11 Ghil M., Allen M.R., Dettinger M.D., Ide K., Kondrashov D., Mann M.E., Robertson A.W., Saunders A., Tian Y., Varadi F., Yiou P. Advanced Spectral Methods for Climatic Time Series // *Reviews of Geophysics*, 2002, Vol. 40, doi: 10.1029/2001/RG000092.

УДК 59/540

## **ВЛИЯНИЕ КРУТИЗНЫ СКЛОНОВ НА СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ТЕБЕРДИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА)**

*Филатова В.А.*

*Комитет по охране окружающей среды и природных ресурсов Администрации Ростовской области, г. Ростов-на-Дону*

Крутизна склона является фактором, в различной степени действующим на структурные элементы растительности. Она определяет характер экзогенных и эндогенных процессов, перераспределяет аккумулированное тепло и влагу в почве [1].

Значительное распространение насаждений по крутизне склона обуславливает их почвозащитное и водоохранное значение. Влияние крутизны склонов сказывается на производительности и характере лесной растительности. Крутизна склона – немаловажный фактор, влияющий на возобновительный процесс: чем круче склон, тем хуже условия для естественного лесовозобновления, поэтому на крутых участках, особенно под пологом насаждений, подрост отсутствует [2].

В природе насаждения одной группы типов леса на различной крутизне существенно отличаются по своей полноте, которая во многом и определяет запас насаждения. На склонах различной крутизны создаётся возможность уплотнения древостоев на единице площади, а значит и более эффективное использование территориального пространства. На горных склонах ступенчатое расположение деревьев создаёт возможность для большей степени перекрытия крон без ущерба для использования светового пространства [3].

Влияние крутизны склона на типы леса неравнозначно. Для каждой породы характерен набор экологических факторов, определяющих оптимальные условия произрастания. Сосняки злаковые, разнотравные чаще всего встречаются на крутых и очень крутых склонах – от 36° и выше. Сосняки овсянниковые, рододендровые, можжевельниковые «предпочитают» сильнопокатые и крутые склоны (26-45°). Оптимальными условиями для возобновления пихты кавказской служит полог осинового или соснового леса в интервале высот 1450-2150 м, на северной или восточной экспозиции при крутизне склона 6-40°.

Другие типы леса не отличаются строгой приуроченностью к группам крутизны, в одинаковой мере встречаясь как на покатах, так и на крутых и даже на обрывистых склонах.

Влияние крутизны склонов на структурные элементы растительности в Тебердинском биосферном заповеднике исследовалось на участке «Хаджибей», который расположен в 15 км от Главного Кавказского хребта и находится в пределах границ высотного лесного пояса. Учётные площади закладывались на западном макросклоне по правобережью р. Теберды.

Самые крутые склоны характерны для сосны. Ель тяготеет к пологим и покатым склонам. Пихта в сравнении с сосной и елью отличается пластичностью, в роли доминанта она встречается на склонах крутизной от 5° до 40°.