

Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва- растение. Новосибирск: Наука, 1991. 152 с.

Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.

Книпович Ю.Н. Анализ минерального сырья. М., 1978.

Методы анализа пищевых и сельскохозяйственных продуктов. Пер. с англ. 1974. 743 с.

Цыпленков В.П. и др. Определение химического состава растительных материалов. С.-Петербург: Издательство С.-Петербургского университета. 1997. 152 с.

Чернавина И.А. Физиология и биохимия микроэлементов. М.: Высшая школа, 1970. 310 с.

Ягодин Б.А. и др. Практикум по агрохимии. М.: Агропромиздат, 1987. 512 с.

О влиянии атмосферных осадков на продуктивность экосистем

Э.А. Экба, Р.С. Дбар, А.К. Ахсалба

Институт экологии горных территорий КБНЦ РАН, Нальчик

Абхазский государственный университет, Сухум

Атмосферные осадки являются одним из наиболее изменчивых элементов на земном шаре. Годовая сумма осадков меняется практически от 0 до 2500мм в год и болсс; при этом они выпадают относительно равномерно в умеренных широтах и имеют сезонный характер в тропической зоне. Специфика климатических условий в свою очередь определяет развитие того или иного биома. Влага-основной фактор, определяющий разделение экосистем на лесные, степные и пустынные. Годовая сумма осадков ниже 1000мм соответствует стрессовой зоне для многих видов деревьев, а предел устойчивости большинства из них составляет около 750мм/год. В то же время у большинства злаков такой предел значительно ниже примерно 250мм/год, а кактусы и другие специализиро-

ванные пустынные растения способны произрастать даже при 50-100мм осадков в год. Соответственно в местах с количеством осадков выше 750мм/год обычно развивается лес, от 250 до 750мм/год - злаковые степи, а там где осадков выпадает ещё меньше формируются пустыни.

1. Изменчивость атмосферных осадков.

К настоящему времени имеется довольно много работ по изучению многолетних колебаний метеорологических величин (Будыко, 1967; Алибегова, 1980; Экба, 1998). Особенно много исследований посвящено отысканию связей рядов этих величин с колебаниями солнечной активности (Дроздов, 1971), а также некоторых других космических факторов. Поскольку многолетние колебания климата в некоторых частях земного шара довольно велики и сказываются на изменении границ природных зон, распределении рыб, птиц и наземных мелкопитающих, колебании ледников, уровней озер, а также на границах устойчивого земледелия, изучение колебания климата имеет не только теоретическое, но и практическое значение.

Изучение метеорологического режима Юго-Западного Кавказа (Абхазии) показало, что в рядах метеорологических величин, кроме суточного и годового хода, нет, по существу, строгой периодичности. Однако кроме чисто случайных бесвязных колебаний, в рядах могут наблюдаться и колебания, в известной степени закономерные.

В качестве исходного материала для исследования временной изменчивости атмосферных осадков были использованы данные по количеству среднемесячных осадков за период с 1904 по 2000 годы по метеостанции "Сухумский маяк". За этот период была исследована структура рядов осадков. Ввиду существенного значения осадков в период вегетации сельхозкультур, рассматривались также сезонные и средние годовые суммы осадков.

Спектры циклов в теплый и холодный периоды оказались одинаковыми (рис.1), тенденция группировки циклов, близких или совпадающих по среднему периоду, имеет место

как между зимой и летом, так и между сезонными и годовыми значениями.

Цикл длительностью 3-4 года встречается наиболее часто и соответствует частоте появления атмосферных засух на территории Абхазии. Этот цикл почти повсеместно проявляется в осадках, хотя и с малой амплитудой. В связи с тем, что на коррелограмме можно проследить его многократную повторяемость, статистически он надежен, несмотря на то, что амплитуда его проявления невелика и сильно меняется в отдельные периоды времени.

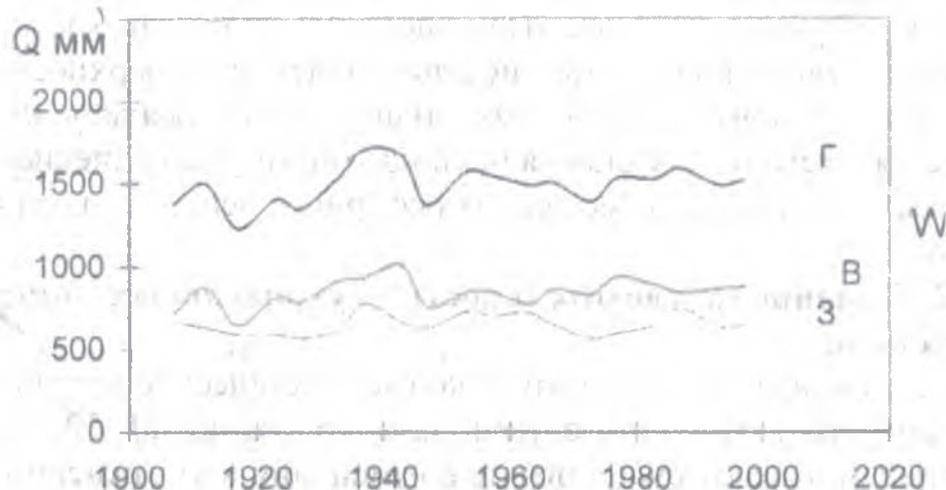


Рис. 1. Годовые суммы осадков осредненные по пятилеткам 1- за год; 2- за весенне-летний период; 3- за осенне-зимний период.

Тренд годовых и сезонных сумм осадков описывается уравнением:

$$Q = a + bt, \quad (1)$$

Q (мм) - суммарное количество осадков,

t (годы) - количество лет с начала наблюдений,

a и b - коэффициенты регрессии, принимают для годовых сумм осадков следующие значения: $a = 1400$ мм, $b = 7$ мм/год.

Таким образом, в соответствии с расчетными значе-

ниями коэффициентов регрессии, за 96 лет наблюдений происходит систематическое увеличение суммарных годовых и сезонных осадков на территории Абхазии. Этот прирост средних годовых сумм осадков составляет 10-11%, весенне-летних сумм осадков - 14-15%, осенне-зимних - 5-6%. В тоже время парный корреляционный анализ экспериментальных данных показывает высокие значения коэффициента корреляции ($r = 0,8$).

Однако, несмотря на тенденцию увеличения осадков, по крайней мере, каждые два года в Абхазии в период активной вегетации сельхозкультур наблюдается атмосферная засуха. А дефицит осадков, выражающийся в том, что в отдельные месяцы количество испаряющейся с поверхности влаги, превосходит количество атмосферных осадков наблюдается ежегодно, исключая периоды минимума солнечной активности, когда количество атмосферных осадков максимально.

2. Влияние на растительность внутривековых циклов осадков.

Установлено, что внутривековые циклические изменения солнечной активности с периодами колебаний 11, 22, 35, 60, 90 лет вызывают существенные изменения в увлажнённости, определяющей состояние уровня озёр, сток рек, ледовитость морей, динамику ледников. Влияние этих ритмов на растительность сильнее всего проявляется там, где коренным образом изменяется среда обитания растений - пересыхают водоёмы, наступают ледники, усиливается оползнеобразование, увеличиваются или уменьшаются размеры рек, т.е. в серийных растительных сообществах. Менее заметно это влияние в условиях равнин, там, где растительность сама оказывает сильное воздействие на среду (например, в ельниках, дубравах) т.е. в длительно производных сообществах.

Влияние периодических изменений климатической обстановки в прошлом на урожаи зерновых культур рассмотрены авторами (Экба, 1996). При анализе влияния атмосферных осадков на урожайность зерновых культур была выявлена

тесная корреляционная связь между количеством осадков и урожайностью, которая достаточно хорошо описывается нелинейным уравнением:

$$y = y_m \frac{Q}{Q_1 + Q} \quad (2)$$

где: y_m - статистический максимум урожайности.

Q_1 - количество осадков, дающих половину максимальной урожайности.

Коэффициент корреляции между минимумами урожайности и осадков составляет $r = 0,91$. Цикличность, как осадков, так и урожайности зерновых составляет 3-4 и 10-12 лет.

Поскольку сельхозкультуры образуют своеобразные агрокультурценозы, периодические изменения урожайности могут рассматриваться как косвенное подтверждение подобных изменений естественных растительных сообществ. Методы фиксации подобных изменений довольно разнообразны, но главнейшие из них - дендроклиматические методы.

3. Дендроклиматические методы оценки продуктивности лесных ценозов.

Дендроклиматические исследования имеют важное значение для изучения истории климата, изменений солнечной активности, периодичности и ритмичности природных явлений, характеризующих продуктивность лесных ценозов в различных условиях местообитания. В связи с этим значительный интерес представляют разработки в области влияния экологических факторов на изменчивость биологической продуктивности деревьев. В ряде работ (Битвинскас, 1974; Колищук, 1966) обосновывается единство изменчивости биологической продуктивности лесных ценозов в крайних условиях среды, под которыми понимаются северный и южный пределы границ леса, его верхняя и нижняя граница в горных районах, а также болотные условия местообитания. Поскольку именно в крайних условиях среды деревья наиболее остро реагируют на изменения внешних факторов.

Кроме климатических факторов и лесохозяйственной деятельности человека, на текущий прирост, несомненно, влияют биологические особенности древесных пород, их происхождение, возраст, условия местопроизрастания, санитарное состояние лесонасаждений, семенные годы, стихийные бедствия и прочее. Текущий прирост деревьев зависит и от взаимного влияния деревьев друг на друга (затенение, охлестывание крон и химические выделения в корневой системе деревьев).

В годы с наиболее благоприятными условиями роста коэффициент вариации ширины годичных колец чистых одновозрастных насаждений сосны увеличивается. В среднем он составляет около 50% (при колебании в отдельные годы от 30 до 70%). Следовательно, при расчетах средней ширины годичных колец насаждений по 25 - 50 учетным деревьям показатель точности составляет в среднем 7 - 10 %, что приемлемо для практических целей.

Для оценки продуктивности лесных ценозов Юго-Западного Кавказа в качестве опытного образца была выбрана сосна пицундская, произрастающая в крайних условиях среды обитания (верхняя граница произрастания на склоне южной экспозиции). В этих условиях должна наблюдаться значительная зависимость годичного радиального прироста сосны от количества атмосферных осадков, так как увлажнение является лимитирующим фактором для данных условий местобитания.

Особенностью срезов пицундской сосны было строгое ориентирование прироста в южном - юго-восточном направлении. Ежегодный радиальный прирост измерялся во взаимноперпендикулярных направлениях в соответствии со сторонами света. Результаты измерений представлены на рис.2.

Из рисунка следует, что возрастающий прирост молодого древостоя начался с 1915 года и продолжался до 1935 года, затем в течение 10 лет происходит спад интенсивности прироста и начиная с 1945 года наблюдается циклическое изменение годичного радиального прироста древесины. Сравнение

изменчивости осадков и радиального прироста показывает синхронность циклов с периодом примерно, 11 лет, что соответствует минимуму солнечной активности. В то же время разница интенсивности прироста между южной и северной ориентацией может быть объяснена непосредственным влиянием солнечного излучения на интенсивность движения субстрата.

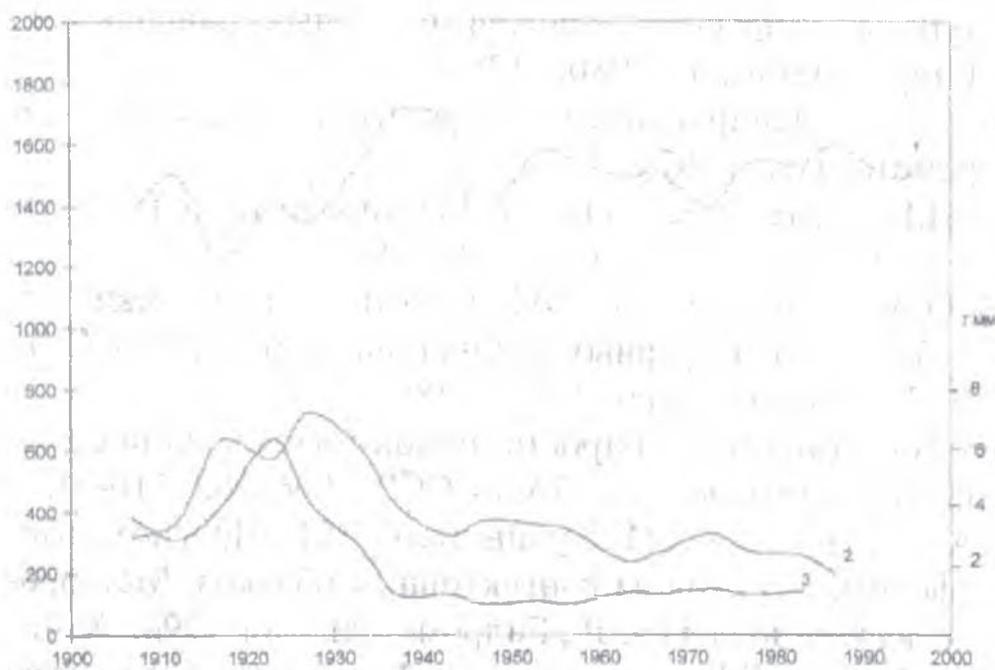


Рис.2. Цикличность распределения осадков и радиального годичного прироста сосны пицундской (сглаженные по пятилеткам); 1 - годовые суммы осадков; 2 - радиальный прирост сосны (южная ориентация); 3 - радиальный прирост сосны (северная ориентация).

Таким образом, дендроклиматические исследования позволяют установить цикличность прироста древесины и спрогнозировать интенсивность среднего пятилетнего прироста на 10-15 см с вероятностью 70-80%. В дальнейшем необходимо учитывать влияние и других метеорологических элементов (например, температуры) на интенсивность радиального прироста сосны. Так как, очевидно, что неодинаковую роль в жизни насаждений оказывают, например, осенние и летние осадки и термический режим в разное время года. Необходима более детальная оценка вклада отдельных кли-

матических факторов в интегральные комплексные показатели и возможного влияния цикличности солнечной активности на прирост.

Литература

- Алибегова Ж.Д., Элизбарашвили Э.Ш. Статистическая структура атмосферных осадков в горных районах. Л., Гидрометеиздат, 1980, 136 с.
- Битвинкас Т.Т. Дендроклиматические исследования. Л., Гидрометеиздат, 1974, 172 с.
- Будыко М.И. Изменения климата. Метеорология и гидрология. Л., Гидрометеиздат, 1967, № 1.
- Дроздов О.А., Григорьева А.С. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР. Л., Гидрометеиздат, 1971, 158 с.
- Колищук В.Г. Динамика прироста горной сосны в связи с солнечной активностью. ДАН СССР, 1966, №3, 710-713
- Экба Я.А., Хачатурова Л.И., Рубинштейн М.В. Прогноз атмосферных осадков из конвективных облаков. Метеорология и гидрология. Л., Гидрометеиздат, 1998, № 4.
- Экба Я.А., Каплан Л.Г., Закиян Р.Г. Физико-статистическая модель "урожай-осадки" для засушливых и влагообеспеченных районов Северного Кавказа. Тр. ВГИ, 1992, вып. 85, 64 - 70 с.