

В. Н. Киселев*, Е. В. Матюшевская, А. Е. Яротов, П. А. Митрахович**

*Белгоспедуниверситет им. М. Танка, **Белгосуниверситет

ВЛИЯНИЕ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ИЗВЕРЖЕНИЙ НА ХВОЙНЫЕ ЛЕСА БЕЛАРУСИ

Введение. При широком обсуждении современной экологии лесного хозяйства Беларуси главное внимание обычно сосредотачивается на двух антропогенных факторах – осушительной мелиорации (особенно в Полесье) и техногенном загрязнении воздушной среды в крупных городах и промышленных центрах, а так же на сопредельных территориях.

В последние годы возрос интерес к погодно-климатическим аномалиям, влияние которых на леса остается неполно изученным. Получение новых данных по этой проблеме является необходимым как для познания причин появления самих аномалий, так и снижения устойчивости и гибели лесов на территории Беларуси. Деградация и отмирание лесов сопровождается большими хозяйственными потерями и уменьшением их экологических функций в природе. Разработка и реализация подходов к преодолению кризисных явлений в лесах без учета всех факторов, их вызывающих, может привести к напрасным усилиям и экономическим затратам.

Современные реалии лесного фонда Беларуси являются составной частью деградации и гибели лесов в Северном полушарии. В связи с этим приобретает актуальность выявление участия общепланетарных геофизических процессов в состоянии и продуктивности основных пород-лесообразователей как фона изменчивости этих показателей на региональном уровне под влиянием погодно-климатических условий и антропогенного воздействия.

Это направление научных исследований представляется также перспективным для объяснения синхронно наступающих периодов максимальной стволовой продуктивности и угнетения древостоя на географически разнесенных территориях не зависимо от его возраста, погодно-климатических, эдафических, биотических и антропогенных факторов. Нерешенной проблемой пока остается выяснения причин прогрессирующего снижения радиального прироста ели [3] и сосны [4] на территории Беларуси во второй половине 20-го столетия.

Продукционный процесс лесных пород в региональных климатических условиях может отражать изменения в природной обстановке, вызванные глобальными последствиями вулканических извержений [3]. Большая часть колебаний климата в историческую эпоху, а отчасти за голоцен в целом, связанных с колебанием полярных льдов и горных ледни-

ков Северного полушария, вызывается изменениями прозрачности атмосферы вулканического характера, хотя они и осложняются автоколебаниями системы «атмосфера – океан – суша – полярные льды» [2]. После крупных извержений вулканов, являющихся источником большого количества пепла и аэрозолей, температура у поверхности Земли в течение 2-3 лет, но не более 5 лет, понижается на 0,2-0,3 °С в низких широтах и до 1,5 °С в высоких [7].

Существенная часть атмосферного аэрозоля сосредоточена на высотах 18-20 км (слой Юнге), и ведущее значение в его пополнении принадлежит вулканическим извержениям. Аэрозоль состоит из незамерзающих капель переохлажденного раствора серной кислоты, а так же из кристаллов солей соляной кислоты. Повышенная замутненность атмосферы после вулканических извержений в качестве ее глобального источника проявляется на значительной площади и, как следствие, способствует уменьшению прямой солнечной радиации [6].

Колебания значений прямой солнечной радиации, поступающей на земную поверхность, связаны с циркуляцией атмосферы и кратковременным (1-3 года) увеличением замутненности атмосферы после крупных вулканических извержений. Вместе с антропогенным воздействием, которое особенно резко проявилось с середины 1940-х годов, они создали направленное уменьшение радиации (рис. 1) [6].

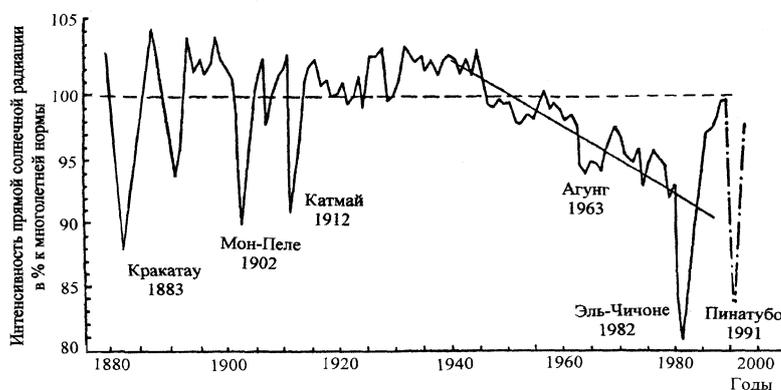


Рис. 1. Интенсивность прямой солнечной радиации по выбранным станциям мировой сети [6].

В качестве индикатора изменения погодно-климатической обстановки после вулканических извержений может служить величина радиального прироста [10]. Похолодание климата вследствие этих извержений часто отзывается уменьшением ширины и морозным повреждением годичных колец в тысячах километров от вулкана [9]. Беларусь достаточно далеко удалена от действующих вулканов, и по этой причине в экологических исследованиях по лесной тематике вулканическая проблематика не нашла отражение. Геофизические факторы (извержение вулканов, замутненность атмосферы, яркость солнечного диска и др.) во влиянии на стволовую продуктивность насаждений остались практически неизученными.

Материалы и методика исследования. Для анализа этого влияния привлечены сведения о росте и развитии не только современных поколений лесных пород, но и дендрокольцевые хронологии, сохранившиеся в старых деревянных строениях. К сожалению, в этих строениях, за редким исключением, разрушены наружные годовые кольца бревен, и точная датировка их многолетней изменчивости уже невозможна. Только в пос. Паричи Светлогорского района удалось отобрать образцы древесины у 6 бревен из сосен 100-летнего возраста с сохранившимися наружными кольцами под остатками коры. Время постройки строения (1887 г.) точно установлено, дата вырубki деревьев определена с опережением на два года.

Влияние вулканических извержений на погодно-климатические условия, состояние и продуктивность хвойных лесов Беларуси можно проследить также по изменчивости радиального прироста ели за последние 50 лет. Наиболее контрастно его экстремумы в качестве индикатора происходящих изменений проявились на западном фланге темнохвойных лесов [3]. При подготовке этой статьи привлечены мастерхронологии радиального прироста ели в квартале № 32 Сморгонского лесхоза. Для осреднения использованы 12 образцов древесины (керны), отобранные у деревьев в возрасте 85 лет, 8 – 70 лет и 20 – 60 лет. Угнетение ели на этой территории наступало синхронно с ее угнетением в других регионах Беларуси и в зоне южной тайги [3].

Применен основной метод в дендрохронологии – сопоставление экстремумов в многолетнем ходе изменчивости годовых колец с погодными аномалиями и другими событиями в природной среде (в нашем случае – с извержениями вулканов). Возрастные индексы радиального прироста определены с применением пятилетнего скользящего сглаживания. Привлечена также информация об извержении вулканов [8]. Сведения о среднемесячной температуре и осадках приведены по обсерватории в Минске.

Обсуждение результатов. Прежде всего, четко фиксируется угнетение радиального прироста сосны в конце 1790-х и в первом десятилетии 1800-х гг. (рис. 2). Накануне за сравнительно короткий отрезок времени произошло несколько вулканических катастроф, среди которых извержения Котопахи (1768 г.), Пападаяна (1772 г.), Сакурадзимы (1779 г.), Ассамы (1783 г.) и Унцендаки (1792 г.).

Очищение атмосферы от вулканического аэрозоля и, как следствие, усиление притока солнечной радиации, привело к увеличению (через фотосинтез) стволовой продуктивности сосны. Однако следует отметить периодическую депрессию радиального прироста после наиболее масштабных вулканических извержений в первой половине 19-го столетия.

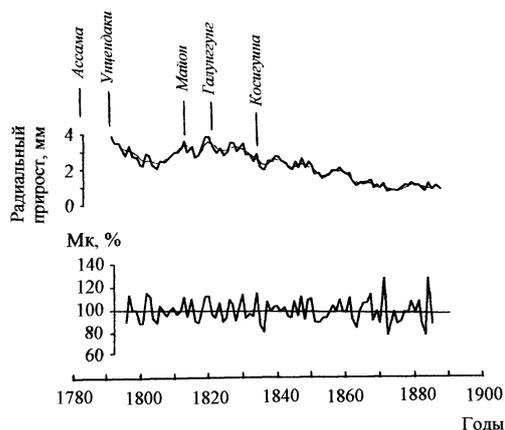


Рис. 2. Ход изменчивости радиального прироста сосны и его возрастных индексов (Мк) в 19 столетии. Вертикальными линиями показаны извержения вулканов и приведены их названия.

Так, глубокая депрессия радиального прироста сосны в 1816-1817 гг. последовала за извержением Майона в 1814 г. с мощным выбросом пепла и после самого крупного за историческое время извержения со взрывом Тамборы в 1815-1816 гг. Следующая депрессия прироста в 1822-1825 гг. наступила после сильного эксплозивного, но с выбросом рыхлых масс извержения Галунггунга в 1822 г. Примечательно также, что угнетение древостоя в 1835-1836 гг. произошло вслед за вторым после катастрофы на Тамборе крупнейшим извержением со взрывом в новейшей исторической эпохи Косигуины в 1835 г.

После этого извержения на Полесье произошли заметные изменения в климатической обстановке, которые выразились в трансформации временного ряда возрастных индексов радиального прироста. Следующее изменение структуры ряда наступило в 1850 г. При переходе через 1835-1836 и 1850 гг. дисперсия возрастных индексов значительно изменялась: стандартное отклонение (s) до 1835 г. составило 8,6, в 1837-1850 гг. – 6,2 и после 1850 г. – 11,5 %.

Увеличение вариабельности возрастных индексов во второй половине 19-го столетия подтверждает угнетение древостоя (чем больше значение индексов, тем меньше текущий радиальный прирост) в условиях более неблагоприятных и неустойчивых климатических условиях, наступивших при относительном вулканическом затишье. После взрыва Косигуины в 1835 г. крупномасштабное проявление вулканизма в Северном полушарии прекратилось вплоть до извержения Кракатау в 1883 г.

Из погодно-климатических аномалий следует отметить наводнения 1845 и 1861 гг., беспросветные холодные дожди 1860-го десятилетия, а также засухи 1839, 1868 и 1874 гг. [1]. Ухудшение лесорастительных условий на Полесье к середине 19-го столетия связано также с кульминацией

второй волны холодной стадии Фернау, приведшей к максимальному угнетению «островных» ельников [3].

У современных великовозрастных поколений сосны (более 100 лет), после угнетения, максимальная стволовая продуктивность наступала в 1870-1880-е гг. (в «докракатауский» период) и между 1920-ми и 1950-ми гг. [4]. Эта же закономерность свойственна и ельникам зеленомошной серии на плакорных местообитаниях в средней и северной полосах Беларуси. Причина, по всей видимости, заключена в изменяющейся прозрачности атмосферы под влиянием вулканических извержений.

Кроме взрыва Кракатау в 1883 г., в этот период угнетения древостоя характер катастроф имели извержения вулканов Кобандай (сильный взрыв в 1888 г.), Бандансан (1888 г.), Майон (1897 г.), Санта-Мария, Суфриер (1902 г.), Мон-Пеле (1902 г., самая тяжёлая катастрофа 20-го столетия с палящей тучей), Катмай (одно из сильнейших извержений со взрывом в 1912 г.), Лассен-Пик (выбросы палящих туч в 1915 г.), и др. Неустойчивый приток солнечной радиации в результате замутнения атмосферы аэрозолем вулканического происхождения, вероятно, послужил причиной снижения радиального прироста сосны в 1890-1920-х гг. по сравнению с «докракатауским» периодом.

Атмосфера к 1930-м годам существенно очистилась от аэрозоля вулканического происхождения, и яркость солнечного диска до 1950-х гг. была максимальной за последнее столетие. Устойчивое повышенное значение прямой солнечной радиации оказало положительное влияние на стволовую продуктивность хвойных насаждений. При этом нельзя исключать суммацию с другим, гелиофизическим фактором – увеличением яркости солнечного диска в квазивековом цикле В.Ф. Логинова [5]. Антагонизм во влиянии геофизического и гелиофизического факторов с одной стороны и климатического с другой проявился в угнетении радиального прироста под воздействием экстремальных погодных условий при переходе в начале 1940-х гг. от влажной климатической эпохи к неустойчиво влажной [3].

После 1950-х гг. для сосновых насаждений занимающих автоморфные почвы на юге и севере Беларуси, наступил период общего снижения текущего радиального прироста до минимальных значений к рубежу наступающего 21-го столетия [4]. Этот же процесс свойственен ели европейской [3]. Именно этот период характеризуется устойчиво направленным снижением интенсивности прямой солнечной радиации в результате очередного цикла вулканических извержений.

Угнетение радиального прироста ели в начале 1940-х гг. вызвано аномальными морозами [3]. Наступление необычайно суровых зим в европейской части России (и в Беларуси) происходит с регулярной периодичностью через 62 года [1] и, вероятно, в этом случае не связано с вулканическими извержениями.

Наиболее знаменательными событиями в экологии леса во второй по-

ловине 20-го столетия были также угнетения ели в первом пятилетии 1950-х, 1963-1968, 1980, 1992-1994 и 2000 гг., приведшие к ее массовому усыханию на лессовидно-суглинистых плакорах. Угнетение ели в 1951-1954 гг. (рис. 3) ограничено суровыми зимними холодами в январе 1950 г. ($-14,0^{\circ}\text{C}$, 21 мм осадков) и в январе ($-12,6^{\circ}\text{C}$, 29 мм осадков) и феврале ($-13,2^{\circ}\text{C}$, 14 мм осадков) 1954 г. К тому же, в холодных в целом 1952 г. ($5,2^{\circ}\text{C}$) за безлиственный период (октябрь–апрель) выпало 148 мм осадков и в 1954 г. ($4,7^{\circ}\text{C}$) – 133 мм, за вегетационный период 1951 г. ($5,7^{\circ}\text{C}$) – 176 мм осадков. Это самые низкие показатели за весь период инструментальных наблюдений Белгидромета.

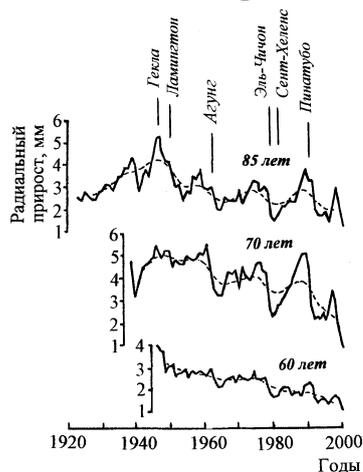


Рис. 3. Ход изменчивости радиального прироста ели в 20-м столетии. 85 лет – возрастная группа деревьев.

Угнетение ели в середине 1960-х гг. опять же вызвано критически низкими температурами в январе с маломощным снежным покровом 1963 г. ($-13,6^{\circ}\text{C}$, 17 мм осадков). Наиболее глубокая депрессия радиального прироста у всех возрастных групп деревьев наступила одновременно в 1980 г. Однако угнетение ели не привело к ее массовому усыханию. Масштаб ее угнетения позволяет рассматривать 1980 г. как один из самых неблагоприятных по погодным условиям. Кроме низкой годичной температуры ($4,7^{\circ}\text{C}$) и недоборе осадков (558 мм), лимитирующими факторами послужили: холодный безлиственный период ($-1,8^{\circ}\text{C}$) с наименьшим количеством осадков (232 мм) в фазу потепления климата, холодные месяцы активного роста ($12,2^{\circ}\text{C}$) и вегетационного периода в целом ($13,7^{\circ}\text{C}$), недобор осадков в мае и июне (94 мм) по сравнению с нормой.

Однако усыхание ели не последовало из-за отсутствия экстремальных морозов в декабре 1979 г. ($-2,1^{\circ}\text{C}$, 53 мм осадков), в январе ($-8,8^{\circ}\text{C}$, 35 мм осадков) и декабре ($-2,9^{\circ}\text{C}$, 52 мм осадков) 1980 г., январе ($-6,3^{\circ}\text{C}$, 38 мм осадков) и декабре ($-4,3^{\circ}\text{C}$, 105 мм осадков) 1981 г. Экстремальные холода в январе 1985 г. ($-11,7^{\circ}\text{C}$, 42 мм осадков) и 1987 г. ($-15,3^{\circ}\text{C}$, 39 мм осад-

ков) также не привели к массовому поражению ели: при снежном покрове не произошло повреждения морозами корневой системы.

Предпоследнее массовое усыхание ели началось в 1993 г. По нашим данным, максимальное угнетение радиального прироста в 1992 г. вызвано комплексом неблагоприятных факторов, прежде всего крупномасштабной засухой: рекордно низким количеством осадков за год (490 мм), особенно за безлиственный период (202 мм), за время вегетации (373 мм, в т. ч. за май и июнь 85 мм), при высокой годичной (7,6 °С) температуре, а также температуре безлиственного (1,4 °С) и вегетационного (16,3 °С) периодов.

В 1993 г. выпало 762 мм осадков (за безлиственный период 357 мм, за вегетационный 405 мм), и, казалось, ничто не предвещало экологического бедствия. Но в ноябре наступили рекордно низкие (для этого месяца) морозы (средняя температура месяца -6,8 °С), практически без снежного покрова – 8 мм осадков).

Крайнее угнетение ели продолжалось в 1994-1995 гг. Хотя в последующие годы ширина годичных колец несколько увеличилась, поврежденные корневые системы (негативное воздействие на них низкой температуры при осадках ниже средней многолетней нормы продолжалось в декабре 1995-1997 гг.) при потеплении климата не могли удовлетворить древесное растение в почвенной влаге и элементах питания. Инвазия короеда явилась дополнительным фактором, заставившим ослабленную древостой мобилизовать внутренние ресурсы жизнеобеспечения, исчерпание которых привело к его гибели. Осенью 1997 г. наметилась явная тенденция к снижению интенсивности усыхания ели в лесах Беларуси.

Максимальное выпадение осадков в 1998 г. (979 мм) и их обилие в безлиственный период (614 мм) привело к увеличению стволовой продуктивности и улучшению состояния насаждения. Однако возникший стресс от морозного декабря 2001 г. (-8,4 °С) и особенно 2002 г. (-9,4 °С, в отдельные сутки температура воздуха понижалась до -37,5 °С) при малом количестве осадков в ноябре (27 мм) и декабре (14 мм), в условиях жаркого и засушливого вегетационного периода привел к крупномасштабному, практически повсеместному усыханию ельников на лессовидно-суглинистом плакоре. Причем массовое усыхание ели началось весной после малоснежной зимы, и хотя в месяцы активного роста (май и июнь) выпало 120 мм осадков, оно продолжалось и уже к середине лета охватило большинство лесных массивов. Засуха во второй половине лета могла только усугубить положение.

Аномальные позднеосенние и зимние морозы при маломощном снежном покрове или без него наступали после крупнейших вулканических извержений – за последние 50 лет это были извержения Геклы (1947-1948 гг.) и Ламингтона (1951 г.), Агунга (1963 г.), Эль-Чичона (1982 г.) и Пинатуба (1991 г.). Весеннее извержение Сент-Хеленса в 1980 г. вызвало только самый холодный вегетационный период на территории Беларуси.

Выводы. Таким образом, прослеживается связь в цепи: вулканические извержения – увеличение замутненности атмосферы – уменьшение притока солнечной радиации – аномальные морозы при маломощном снежном покрове или без него – повреждение корневой системы – усыхание ели. Непосредственная причина усыхания ели на территории Беларуси – погодная (аномально морозная погода при малоснежном покрове или без него), а геофизические и климатические условия – фон, на котором разворачивается это экологическое бедствие.

Продукционный процесс сосновых и еловых лесов в зональных условиях Беларуси отражает изменения в природной обстановке, вызванные глобальными последствиями вулканических извержений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Борисенков Е. П., Пасецкий В. М.* Тысячелетняя летопись необычных явлений природы. – М.: Мысль, 1988. – 522 с.
- [2] *Дроздов О. А.* Колебания климата голоцена, подтверждаемые ходом вулканизма, ледовитости и палеотемпературой ледников // *Материалы гляцеологических исследований. Хроника, обсуждения.* – М., 1983. Вып. 46. – С. 29-33.
- [3] *Киселев В. Н., Матюшевская Е. В.* Экология ели. Мн.: БГУ, 2004. – 218 с.
- [4] *Киселев В.Н., Яротов А. Е., Матюшевская Е. В., Митрахович П. А.* Сосняки Беларуси. Ретроспектива и перспектива // *Лесное и охотничье хозяйство.* – 2004, № 1. – С. 22-27.
- [5] *Логинов В. Ф.* Новый индекс солнечной активности // *Исследования по геомагнетизму, аэрономии и физике Солнца: Сб. ст.* – Иркутск, 1972. – Вып. 21. – С. 141–151.
- [6] *Логинов В.Ф.* Причины и следствия климатических изменений. – Мн.: Наука и техника, 1992. – 319 с.
- [7] *Манько Ю. И., Сидельников А. Н.* Влияние вулканизма на растительность. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. – 161 с.
- [8] *Раст Х.* Вулканы и вулканизм / Пер. с нем. – М.: Мир, 1982. – 344 с.
- [9] *La Marche V. C. Ir., Hirschboeck K. K.* Frost rings in trees as records of major volcanic eruptions // *Nature*, 1984. Vol. 307, N 5947. – P. 121-126.
- [10] *Oswalt W. H.* Volcanic activity and Alaskan spruce growth in A. D. 1783 // *Science*, 1957. Vol. 126, N 3279. – P. 928-929.

РЕФЕРАТ

Киселев В. Н., Матюшевская Е. В., Яротов А. Е., Митрахович П. А.
Влияние вулканических извержений на хвойные леса Беларуси // Лесное и охотничье хозяйство – 2006, № – С.

Прослежена связь в цепи: вулканические извержения – увеличение замутненности атмосферы – уменьшение притока солнечной радиации – аномальные морозы при маломощном снежном покрове или без него – повреждение корневой системы – усыхание ели. Непосредственная причина усыхания ели на территории Беларуси – погодная (аномально морозная погода при малоснежном покрове или без него), геофизические и климатические условия – фон, на котором разворачивается это экологическое бедствие. Продукционный процесс сосновых и еловых лесов в зональных условиях Беларуси отражает изменения в природной обстановке, вызванные глобальными последствиями вулканических извержений.

Ил. 3. Библиогр. 10 наименов.