ГЛАВА 5

АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РЕАЛИЗАЦИИ ВСПЫШЕК МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА

Периодические весенне-летние засухи являются одним из ключевых факторов, способствующих реализации крупномасштабных вспышек массового размножения многих видов лесных насекомых-филлофагов (Воронцов, 1978; Бенкевич,1984; Колтунов, 1993, 1996; Колтунов и др., 1998; Koltunov, Andreeva,1999; Wallner, 1987).

Ранее нами было показано, что засухи служат фактором абиотического стресса, вызывая у части древостоев сильную реакцию, которая, вероятно, вызывает заметные изменения кормовой ценности листьев. Уровень интенсивности засух в системе: «береза-непарный шелкопряд» и «сосна-шелкопряд-монашенка» был тесно взаимосвязан с площадью очагов (Koltunov, Andreeva, 1999). Чем выше был уровень реакции древостоев на абиотический стресс (весенне-летние засухи), который выражался в степени снижения радиального прироста древостоя в год засухи, тем выше был средний уровень дефолиации крон древостоя. На обобщенной динамике очагов (по Челябинской обл.) было показано, что за последние 50 лет вспышки массового размножения непарного шелкопряда были синхронизированы, преимущественно, с продромальной и эруптивной фазами вспышек (Колтунов, 1996; Koltunov, Andreeva, 1999). Но, вместе с тем, совершенно очевидно, что продолжительность этих засух не столь велика и они не совпадают по продолжительности со всеми фазами развития очагов. Последние достигают 7 лет, тогда как засухи на Урале продолжаются не более 2-3 лет. Исходя из этого остается невыясненным: является ли механизм воздействия фактора абиотического стресса на древостой и засушливых условий на популяцию вспышечных видов насекомых-фитофагов со-

вершенно необходимым и для возникновения вспышки, или воздействие его начинается позже, уже при подъеме численности популяции? Данная постановка вопроса и определила цели и задачи этого исследования, которые сводились к изучению роли климатических факторов в реализации механизмов крупномасштабных вспышек массового размножения у непарного шелкопряда.

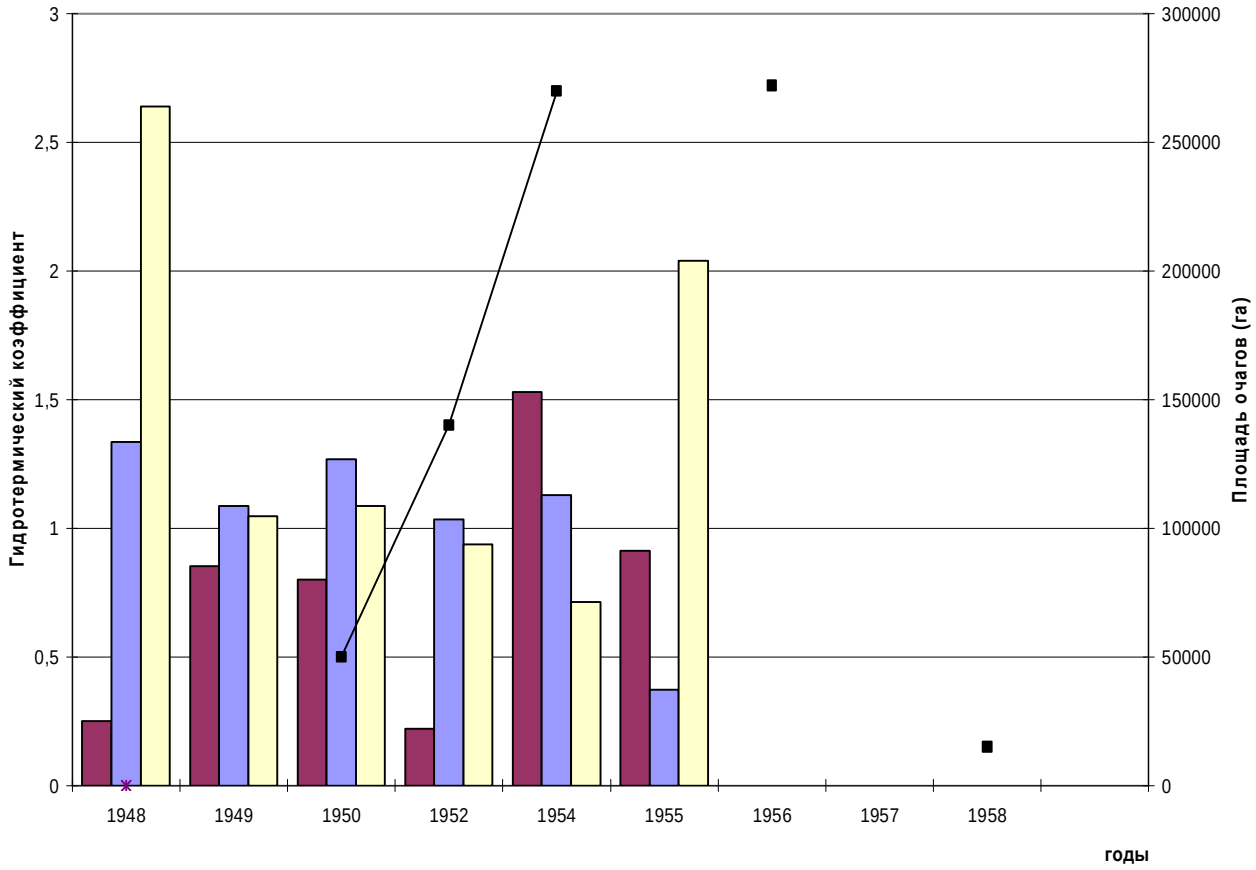

Рис. 5.1. Динамика гидротермического коэффициента Селянинова в период вспышки массового размножения непарного шелкопряда в Уйском лесхозе Челябинской обл. (1950-1958 г.г.). Слева – направо ГТК мая-августа

Анализ климатических условий реализации вспышек массового размножения непарного шелкопряда в Южном Зауралье в период 1960-2000 по различным лесхозам Челябинской области показал следующее:

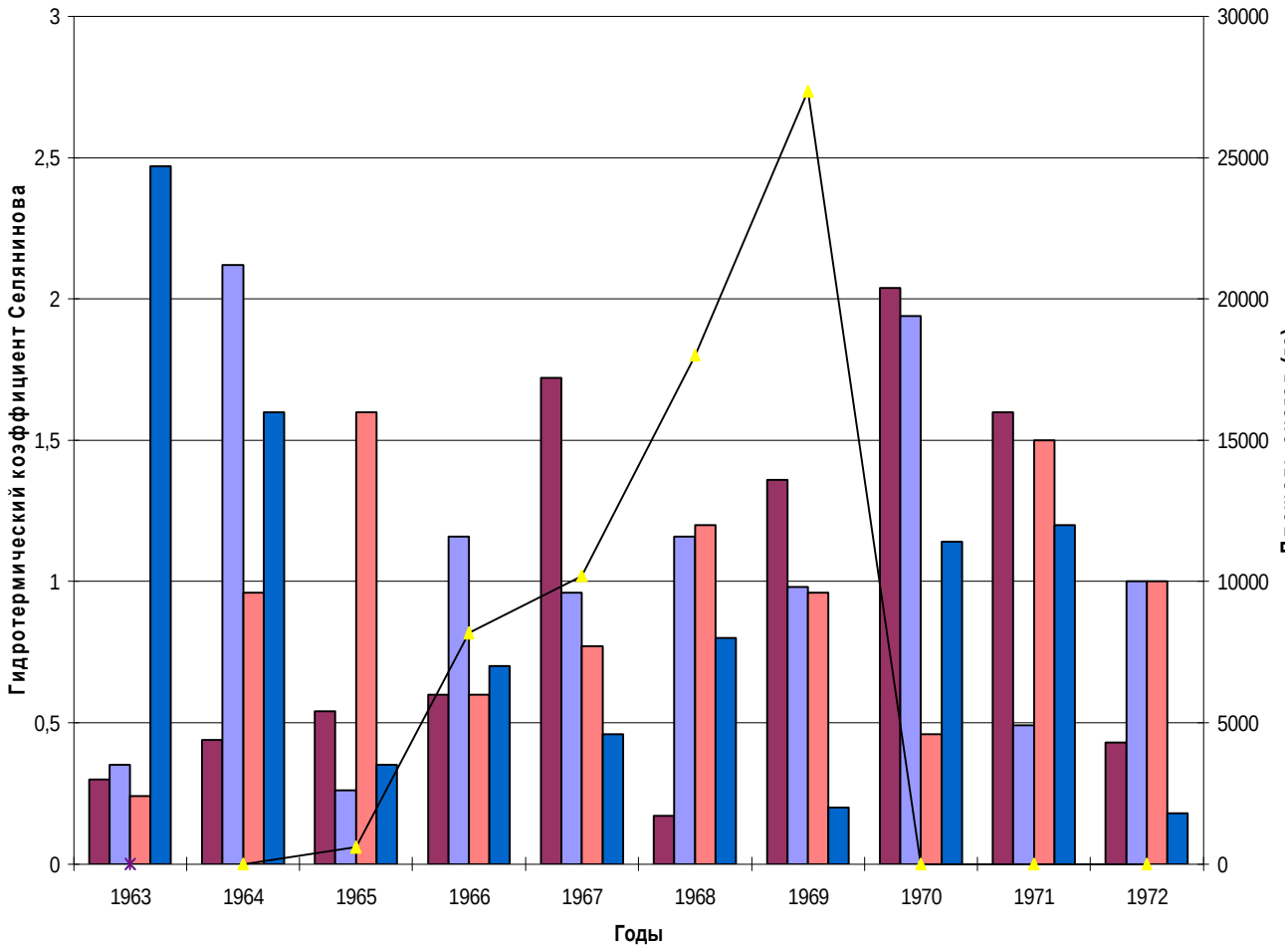

Рис. 5.2. Динамика гидротермического коэффициента Селянинова в период вспышки массового размножения непарного шелкопряда в Уйском лесхозе Челябинской обл. (1965-1970 г.г.). Слева – направо ГТК мая-августа

Вспышке массового размножения 1950-1958 г.г. предшествовали за 2 и 1 год до начала вспышки весеннее летние засухи. Так в 1948 г. наблюдалась сильная майская засуха (ГТК-0,24). В июне гидротермический коэффициент был выше нормы (1,33), а в июле еще выше (2,4) (рис. 5.1).

На следующий (1949 г.) вновь отмечается повторная майская засуха (ГТК-0,84), хотя и слабая. При этом гидротермические коэффициенты июня и июля были незначительно выше нормы (1,22; 1,1).

В год начала вспышки вновь наблюдалась повторная майская засуха (ГТК-0,8). Она также была незначительной. Гидротермические коэффициенты июня и июля были незначительно выше нормы (1,17; 1,08).

В 1952 г, в период пролромальной фазы вспышки, вновь наблюдается сильная повторная майская засуха (ГТК-0,22), ГТК июня в норме, а июля ниже нормы (0,92) (рис. 5.1). Начало эруптивной фазы вспышки характеризовалось наличием июльской засухи (ГТК-0,71). При этом гидротермические условия мая были выше нормы (ГТК-1,53), а июня – почти в норме (ГТК-1,11). На следующий (1955 г.) гидротермические условия мая были ниже нормы (ГТК-0,9), в июне наблюдалась сильная засуха (ГТК-0,36), а ГТК июля был значительно выше нормы (2,0).

Таким образом, засухи и предшествовали вспышке, и были синхронизированы, по крайней мере, с 4 годами вспышки. По характеру они были неполными засухами.

Хотелось бы обратить внимание на то, что полученные нами результаты не совсем совпадают с результатами других авторов, отмечавших, что эта вспышка в Челябинской обл. отличалась особенно сильными и продолжительными засухами (Новоженов, 1961, Распопов, 1961). При сравнении с последующими вспышками массового размножения непарного шелкопряда в лесах Челябинской обл. отчетливо видно, что некоторые из вспышек отличались и наличием более интенсивных засух и более продолжительных, в том числе и полных засух.

Анализ гидротермических условий перед вспышкой массового размножения показал, что за 2 года до вспышки наблюдается сильная весенне-летняя засуха когда ГТК мая-июля составлял, соответственно: 0,3; 0,35; 0,24 (Рис. 5.2). На следующий год обращает особенное внимание то, что ГТК мая был очень низким, т.е. наблюдалась кратковременная весенняя засуха (0,44). Летняя засуха отсутствовала (ГТК июня- 2,12, июля – близко к норме (0,96), августа – повышенный (1,6).

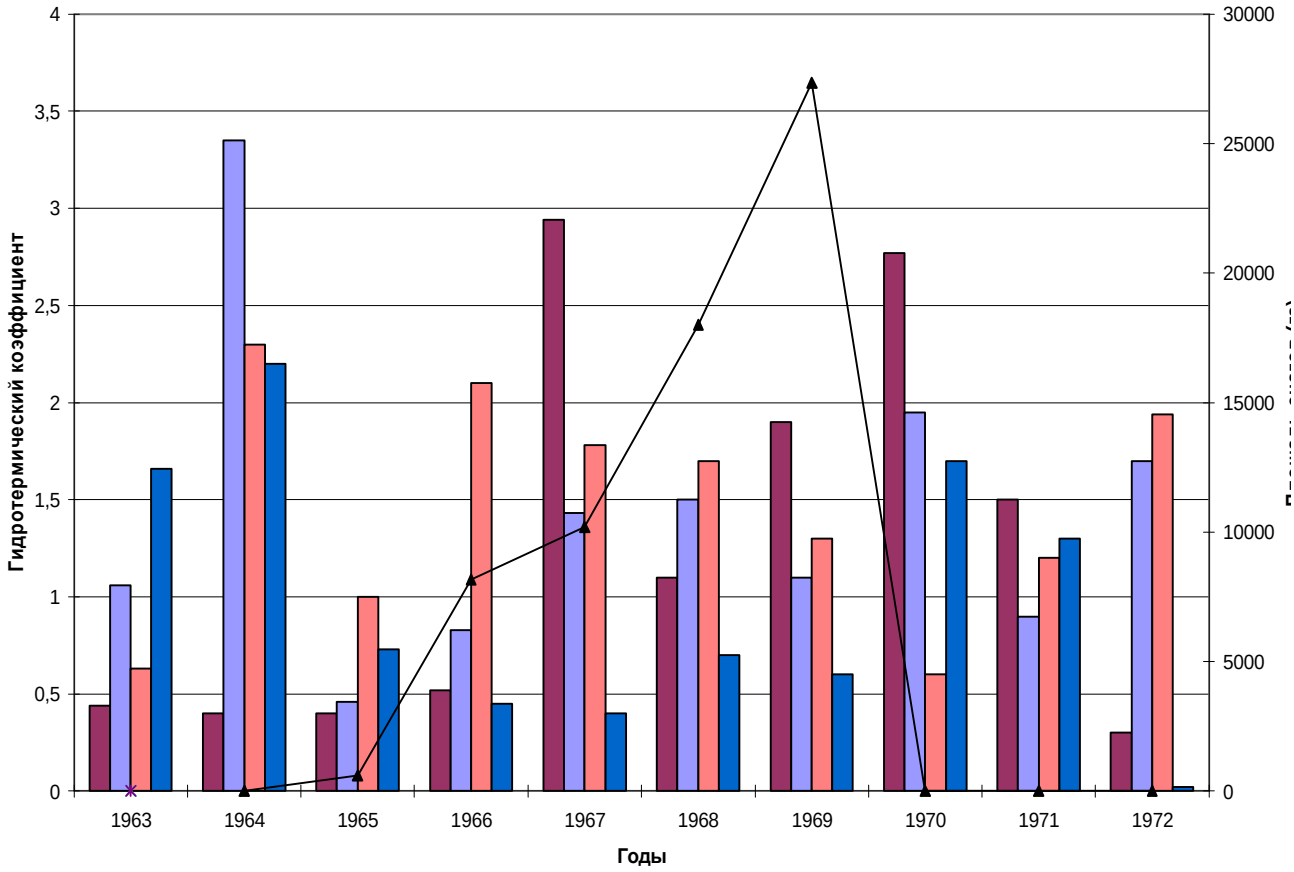

Рис. 5.3. Динамика гидротермического коэффициента Селянинова в период вспышки массового размножения непарного шелкопряда в Уйском лесхозе Челябинской обл. (1965-1970 г.г.). ГТК на основе данных Южно-Уральской метеостанции. Слева – направо ГТК мая-августа

В год начала продромальной фазы (1965) данные двух, расположенных достаточно близко метеостанций заметно различаются. По данным Октябрьской метеостанции интенсивная засуха наблюдалась в мае, июне, августе (0,54; 0,26; 0,35), тогда как ГТК июля был выше нормы (1,6) (рис. 5.2). Согласно результатам Южно-Уральской метеостанции наблюдалась сильная майско-июньская засуха (ГТК -0,4; 0,46), ГТК июля был в пределах нормы (1,0) (рис. 5.3).

В 1966 г. происходит интенсивный рост площади очагов в продромальной фазе вспышки. Климатические условия в этом году характеризу-

ются майской и июльской засухой (ГТК-0,6), тогда как ГТК июня был несколько выше нормы (1,16). В 1967 г. происходит дальнейший рост площади очагов массового размножения непарного шелкопряда в менее благоприятных климатических условиях. Слабая засуха наблюдается только в июле (ГТК-0,75) и августе (0,46), тогда как ГТК мая был повышенным (1,72), а июнь – на фоне ГТК чуть ниже нормы (0,96). Но это не привело к затуханию вспышки.

Таким образом, отсутствие воздействия фактора абиотического стресса (засухи) в течение двух лет весной и (или) в первой половине лета быстро, несмотря на инерционность популяции, приводит к кризису адаптации и резкому снижению вспышечного потенциала.

На следующий год, несмотря на менее благоприятные климатические условия предыдущего года, вспышечный потенциал популяции сохраняется и происходит дальнейший рост площади очагов. Климатические условия в этот период характеризуются вновь наличием исключительно интенсивной майской засухи (ГТК – 0,17), в июне-июле ГТК немного выше нормы (1,16; 1,2), в августе – засуха (ГТК-0,75).

В эруптивной фазе (1969 г.) общая площадь очагов достигла 27 тыс. га, а климатические условия для популяции непарного шелкопряда были еще менее благоприятными, чем в предыдущем году. Сильная засуха наблюдается только в августе, что, в связи с завершением личиночного развития и окукливанием, вероятно, уже не имеет значения для популяции, по сравнению с весенней засухой, когда отродившиеся гусеницы и гусеницы младшего возраста наиболее чувствительны к условиям среды (температура, влажность) и качеству кормового субстрата (рис. 5.2, 5.3).

В мае ГТК выше нормы (1,36), в июне-июле незначительно ниже нормы (0,98; 0,96).

В фазе затухания вспышки, в 1970 г. климатические условия еще менее благоприятны для развития вспышки, чем в предыдущем году. Май и

июнь холодный и дождливый (ГТК -2,04;1,94). Засуха наблюдается только в июле (ГТК-0,46), август – в норме (рис. 5.2, 5.3).

В 1971 году, в фазе начала депрессии май и июль также дождливые (ГТК-1,6;1,5), июнь засушливый (ГТК-0,49). В 1972 г. в фазе депрессии вновь наблюдается майская и августовская засухи (ГТК 0,43; 0,18), тогда как июнь и июль –дождливые (рис. 5.2). В 1973 году вновь наблюдаются майская (0,72) и августовская (0,54) засухи, тогда как ГТК июня незначительно ниже нормы, а июля – повышенный (1,65). В 1974 г., в последнем году фазы депрессии, ГТК мая-июня вновь характерны для сильной засухи (0,19; 0,29), ГТК июля –незначительно выше нормы, а августа - пониженный, характерный для умеренной засухи (0,75).

Таким образом, результаты анализа убедительно показали, что на протяжении 4 лет наблюдается либо полная весенне-летняя засуха, либо частичная (в течение 2 месяцев), либо весенняя – майская. Следовательно, на разном уровне интенсивности, но фактор абиотического стресса оказывал воздействие на древостой ежегодно, на протяжении 4 лет. В фазе депрессии также ежегодно наблюдаются локальные майские, или июньские засухи.

Следующая вспышка массового размножения наблюдалась в 1976-1980 г.г. Как и у предыдущей вспышки, за 3 года до начала подъема численности наблюдаются сильные, повторные весеннее-летние засухи. Так, ГТК мая в 1972 г. составил 0,42, ГТК июня-июля был немного выше нормы, ГТК августа составил 0,17 (рис. 5.4). В следующем, 1973 г. также наблюдалась майская засуха (ГТК – 0,71), ГТК июня был в норме, а в августе вновь наблюдалась интенсивная засуха (ГТК августа 0,53). В 1974 г. вновь наблюдалась исключительно интенсивная майско-июньская засуха (ГТК мая -0,2, итюня – 0,28), при этом ГТК июля была в норме, августа – чуть ниже нормы (рис. 5.4).

Непосредственно перед продромальной фазой, в 1975 г. имела место интенсивная весенне-летняя засуха (ГТК 0.2; 0,15; 0,3).

Несомненно, все эти повторные сильные засухи, которые продолжались уже в течение 4 лет послужили фактором абиотического стресса для древостоев и популяции непарного шелкопряда и способствовали резкому росту вспышечного потенциала, росту экологической плотности популяции непарного шелко

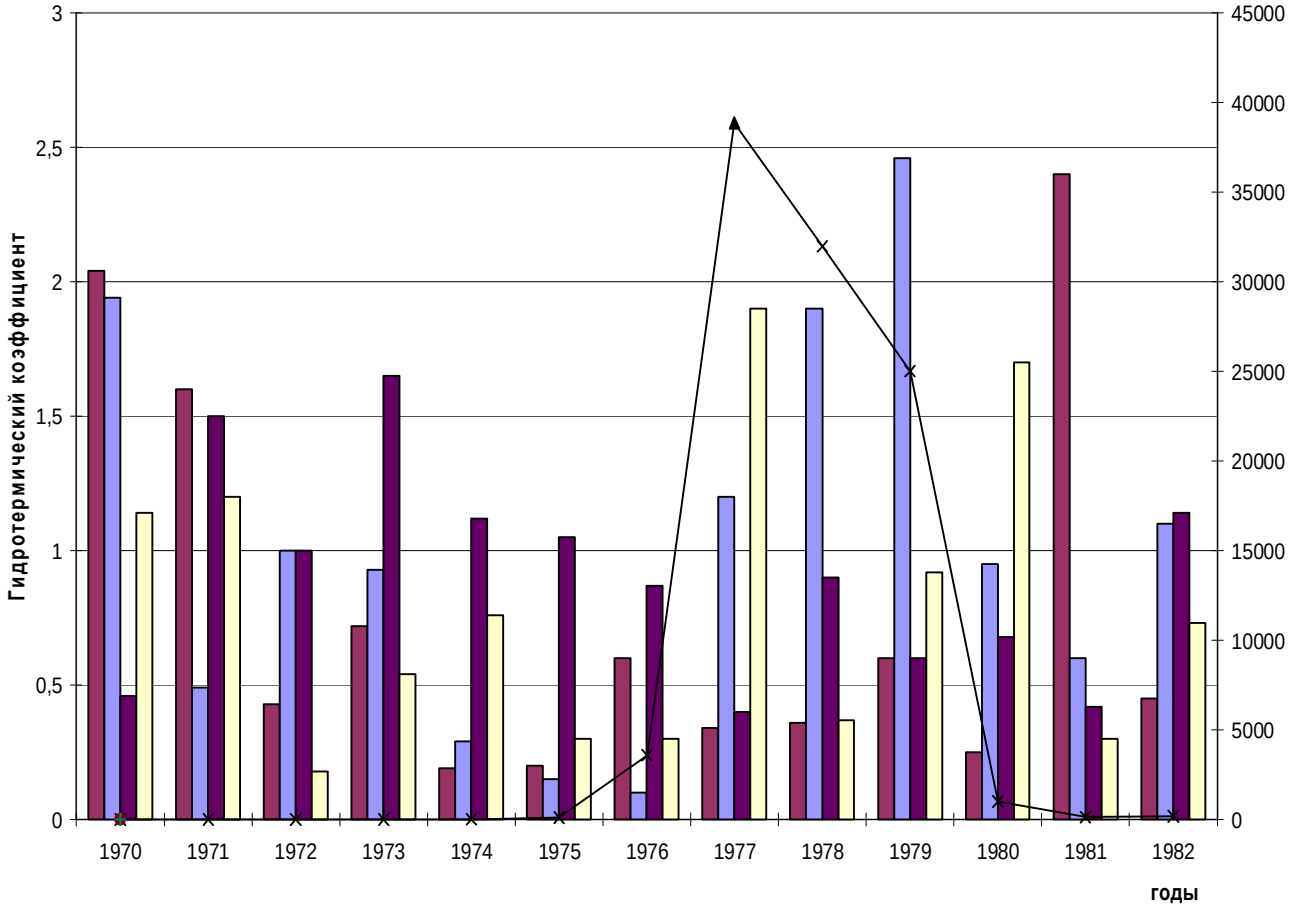

Рис. 5.4. Динамика гидротермического коэффициента Селянинова в период вспышки массового размножения непарного шелкопряда в Уйском лесхозе Челябинской обл. (1976-1980 г.г.). Слева – направо ГТК мая-августа

пряда и возникновению первых очагов. В 1976 г. в продромальной фазе вспышки продолжалась интенсивная весенне-летняя засуха, когда ГТК мая, июня, августа достигал, соответственно, 0,6; 0,1; 0,3, а ГТК июля также был ниже нормы (0,87) (рис. 5.4).

По нашему мнению, воздействие сильных весенне-летних засух в течение 5 лет обеспечило значительный рост вспышечного потенциала популяции и исключительно быстрый рост площадей очагов, от 5 тыс. га в 1976 г. до 40 тыс. га в 1977 г.

Для эруптивной фазы вспышки (1977 г., общая площадь очагов – 39 тыс. га) были характерны: продолжение засухи в мае (ГТК 0,34), июле (0,4), на фоне ГТК июля, чуть выше нормы и влажных климатических условий августа. Несмотря на продолжение засухи в 1978 г., (ГТК мая 0,36, августа 0,37), на фоне очень влажного июня (1,9), наблюдается некоторое снижение общей площади очагов, которое продолжилось и в последующие два года (рис. 5.4).

Для фазы затухания вспышки в 1979 г. характерны следующие климатические условия: умеренно засушливые май и июль (ГТК 0,6), чрезвычайно дождливый июнь (ГТК 2,45) и август чуть ниже нормы. На следующий год происходит полное затухание вспышки на фоне низких ГТК мая, июля, близкого к норме июня и повышенного ГТК августа (рис. 5.4).

Таким образом, вспышке предшествует очень интенсивная весенне-летняя засуха в течение четырех лет, которая в мае-июне продолжалась и в следующие два года. Следовательно, практически весь период вспышки, за исключением фазы кризиса реализовался на фоне интенсивной весенне-летней засухи.

Начало фазы депрессии (1981 г.) характеризуется значительно повышенным ГТК мая (2,4), но интенсивной засухой июня-августа (ГТК-0,6; 0,42; 0,3) (рис. 5.4). Сравнительный анализ климатических условий двух соседних метеостанций убедительно показывает, что, несмотря на близкое расстояние, в отдельные периоды наблюдаются заметные различия, которые, в основном, сводятся к тому, что в условиях Октябрьского района засухи проявляются чаще, имеют более интенсивный характер и длительность, чем в Южно-Уральской.

Как видно из рис. 5.4, важной отличительной особенностью протекания этой вспышки массового размножения было то, что и в годы, предшествующие подъему численности, и в годы развития вспышки она протекала на фоне постоянных, повторных весенне-летних засух. Это, по нашему мнению, обеспечило высокий уровень возрастания вспышечного потенциала популяции непарного шелкопряда, что отразилось, как на высоком уровне подъема площадей вспышки, так и на общей значительной площади очагов (рис. 5.4).

Следующая вспышка массового размножения непарного шелкопрядв в лесах Челябинской обл. сформировалась в 1983 г. и продолжалась до 1991 г. (рис. 5.5).

Проанализируем особенности климатических условий, предшествующие подъему численности популяции. Как видно из рис. 5.5, за три года до начала подъема численности, в 1980 г. (в конце периода депрессии) вновь наблюдается сильная весенняя засуха (ГТК мая – 0,26, июля – 0,47, на фоне ГТК июня чуть ниже нормы) (рис. 5.5). На следующий год также наблюдается сильная повторная засуха в июне-августе (ГТК -0,60, 0,43, 0,3)., на фоне дождливого мая (ГТК – 2,43). В 1982 г. в мае наблюдалась интенсивная засуха (ГТК-0,45), показатели ГТК июня были незначительно выше нормы, июль был дождливым (ГТК 1,79), август вновь засушливый (0,73).

В фазе начала подъема численности (1983 г.) ГТК мая был выше нормы (1,46), а в июне-августе – интенсивная засуха (рис. 5.5).

Таким образом, воздействие локального фактора абиотического стресса наблюдалось в течение четырех лет и сопровождалось быстрой адаптацией популяции к этим условиям, ростом вспышечного потенциала, возрастанием экологической плотности популяции и появлением первых очагов на следующий год.

В 1984 г. в начале продромальной фазы вспышки ГТК мая был незначительно выше нормы, в июне наблюдалась сильная засуха (ГТК-0,23),

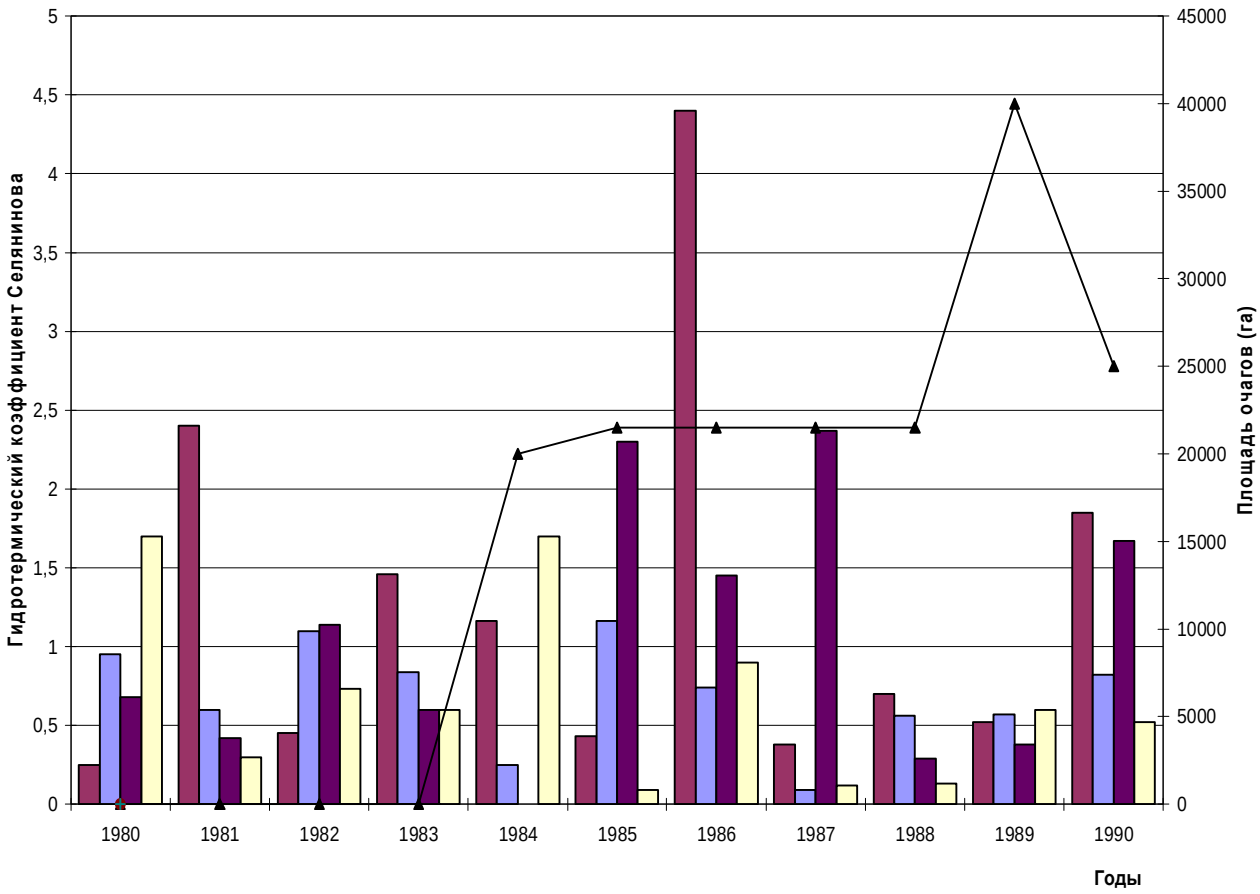

Рис. 5.5. Динамика гидротермического коэффициента Селянинова в период вспышки массового размножения непарного шелкопряда в Уйском лесхозе Челябинской обл. (1983-1991 г.г.). Слева – направо ГТК мая-августа

данные по июлю отсутствуют.

Таким образом, видно, что отсутствие интенсивной локальной засухи в мае, на фоне нормальных показателей ГТК мая и последующая засуха в июне не приводят к затуханию вспышки, наоборот, происходит интенсивный рост площади очагов и развитие вспышки.

На следующий год (1985 г.) климатическая ситуация складывается следующим образом: наблюдаются сильные майская и августовская засухи, на фоне ГТК июня незначительно выше нормы и значительно повышенного ГТК июля (2,3) (рис. 5.5).

Вероятно, такие резкие колебания ГТК по месяцам оказывают отрицательное воздействие на рост вспышечного потенциала и, так как подобные резкие колебания продолжаются и на следующий год, дальнейшего роста площади очагов почти не наблюдается, но вспышечное состояние популяции сохраняется.

В 1986 г. ГТК мая и июля характеризовался как чрезвычайно высокий (4,4; 2,3), июнь – ГТК незначительно выше нормы, август был засушливыми, с резко пониженными ГТК (рис. 5.5).

В течение следующих трех лет происходит быстрый переход от локальных засух в отдельные месяцы весны-лета к полным интенсивным засухам в течение всей весны-лета. В этом смысле 1987 г. имеет переходный характер, так как, несмотря на очень интенсивные засухи в мае, июне, августе (ГТК-0,38; 0,09; 0,12), в июле наблюдается вновь сильное колебание ГТК (2,37) (рис. 5.5). В результате общие площади очагов вновь не растут.

В течение следующих двух лет происходит переход от продромальной к эруптивной фазе, показатели ГТК стабильно низки и характеризуются интенсивными засухами в течение всей весны, лета и части осени. Вспышечный потенциал очень быстро вновь возрастает и площадь очагов уже в 1989 г. достигает максимума (39 тыс. га) (рис. 5.5). В 1990 г. происходит постепенное затухание вспышки и заметное снижение площади очагов. Это обусловлено повышенными показателями ГТК мая, июля, несмотря на то, что ГТК июня был незначительно ниже нормы.

Учитывая особенности климатический условий популяции непарного шелкопряда в северной части ареала (Свердловской обл.) и Челябинской обл. было целесообразно проанализировать возможные различия в функционировании механизмов инициирования вспышечного потенциала в различных климатических условиях и географические особенности климатических условий протекания вспышек массового размножения непарного шелкопряда в северной части ареала.

Ранее нами было показано, что все вспышки массового размножения непарного шелкопряда в Свердловской обл. также были синхронизированы с засухами (Колтунов и др., 1998; Koltunov, Andreeva, 1999).. Но подробный анализ климатических условий, предшествующих вспышкам и условий реализации вспышек (по характеру, продолжительности и интенсивности засух) ранее еще не проводился.

К сожалению, климатические данные, ранее, чем с 1965 г. у нас отсутствовали, что не позволило провести анализ климатических условий, предшествующих вспышке массового размножения, возникшей в 1958 г. Но из литературных данных известно, что ей также предшествовали засухи (Новоженов, 1961; Распопов, 1961).

Как видно из рис. (глава попдин) начала периода анализа гидротермических коэффициентов совпадает с эруптивной фазой вспышки массового размножения 1958-1968 г.г. в лесах Свердловской обл. (рис. 6)

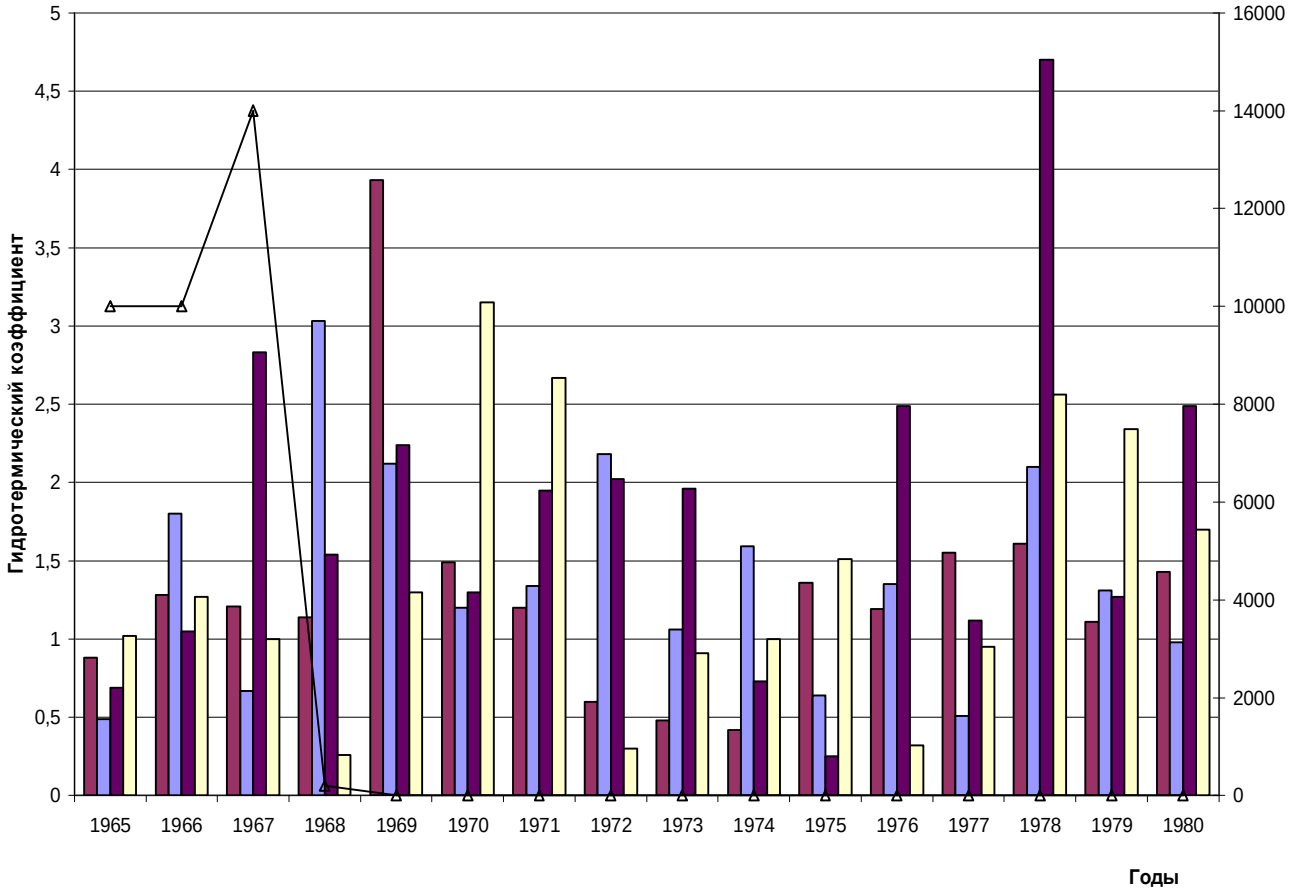

Рис. 5.6. Динамика гидротермического коэффициента Селянинова в

период вспышки массового размножения непарного шелкопряда в Каменск-Уральском р-оне Свердловской обл. (1958-1968 г.г.). Сле ва – направо ГТК мая-августа

Как видно из рис. 5.6, в 1965 г. эруптивная фаза вспышки реализуется на фоне пониженного ГТК мая (0,87), выраженной июньской засухи (ГТК – 0,5) и нормального ГТК августа (рис. 5.6). В следующем, 1966 г. весенне-летней засухи не было, а эруптивная фаза вспышки развивалась на фоне незначительно повышенного ГТК мая (1,26), более высокого показателя ГТК июня (1,78) и незначительно повышенного ГТК июля (1,26). В 1997 г. эруптивная фаза вспышки продолжалась на фоне ГТК мая чуть выше нормы (1,19), июньской засухи (ГТК – 0,66) и очень дождливого периода июля (ГТЕ – 2,80) ГТК августа чуть ниже нормального (0,98) (рис. 5.6).

Как видно из рис 5.1-5.5, эти климатические условия заметно отличаются от климатических условий потекания вспышек массового размножения непарного шелкопряда в Южном Зауралье в сторону менее комфортных климатических условий для популяции непарного шелкопряда. Поэтому нестабильные климатические условия, с частыми резкими колебаниями ГТК обусловили быстрое затухание вспышки, которое началось со следующего года (рис. 5.6).

Фаза затухания вспышки (1968 г.) реализовалась на фоне незначительно повышенного ГТК мая (1,12), чрезвычайно дождливых условий июня (ГТК – 3,01), ГТК июля выше нормы (1,52) и сильной засухи в августе (ГТК – 0,24) (рис. 5.6). Из рис. 5.6 видно, что, если проанализировать тенденции динамики максимальных значений ГТК по годам, о начала периода наблюдений, то видно, что с каждым годом уровень значений ГТК быстро нарастает, вследствие того, что приближается фаза максимума цикличности климатических условий (максимума осадков).

В следующем (1969 г.) вспышка окончательно затухает, а показатели ГТК вступают в фазу максимума. Засуха отсутствует, а гидротермические

коэффициенты еще более увеличиваются. Так, ГТК мая впервые достигает 4,0 (рис. 5.6). Столь дождливые условия вызывают смену направления адаптации популяции. Популяция быстро адаптируется к диаметрально противоположным климатическим условиям, происходит резкое ухудшение качества кормового субстрата, вследствие чего биотический (вспышечный) потенциал популяции быстро снижается.

В последующие годы климатический цикл проходит фазу максимума осадков (1969 г.), которые, затем, в течение нескольких лет постепенно снижаются. Тем не менее, в течение последующих трех лет ни одной засухи не наблюдается, а гидротермические коэффициенты летних месяцев явно повышенные (рис. 5.6). К циклу минимального количества осадков ситуация приходит только в 1974 г, когда вновь начинают наблюдаться весенне-летние засухи, часто повторные, но это не сопровождается возникновением новой вспышки массового размножения.

Очевидно, это обусловлено как неблагоприятными в целом климатическими условиями, так и сильными отклонениями в значениях ГТК по отдельным месяцам, что не дает популяции в условиях постоянной нестабильности климатических условий повысить вспышечный потенциал.

Следующая вспышка массового размножения в березовых лесах Свердловской обл. возникла в 1984-1987 г.г. Как видно из рис. 5.7, ей предшествовали повторные засухи за 3 и 2 года до начала подъема численности (рис. 5.7). Первая засуха наблюдалась в 1981 г. Она по характеру резко отличается от таких же засух, предшествующих подъему численности популяции непарного шелкопряда в условиях Челябинской области. Она была не весенней, а июльско-августовской, в отличие от указанных засух. Кроме того, ГТК мая и июня в 1981 г. отличались очень высокими показателями (ГТК мая – 2,22, июня 1,44) (рис. 5.7). На следующий год (1982) сформировалась сильная майская засуха (ГТК-0,317), ГТК июня вновь значительно превышает норму (2,4), ГТК июля ниже нормы (0,85).

На следующие год засуха отсутствует, гидротермические коэффициенты мая, июня (1,93; 2,95). Такие по

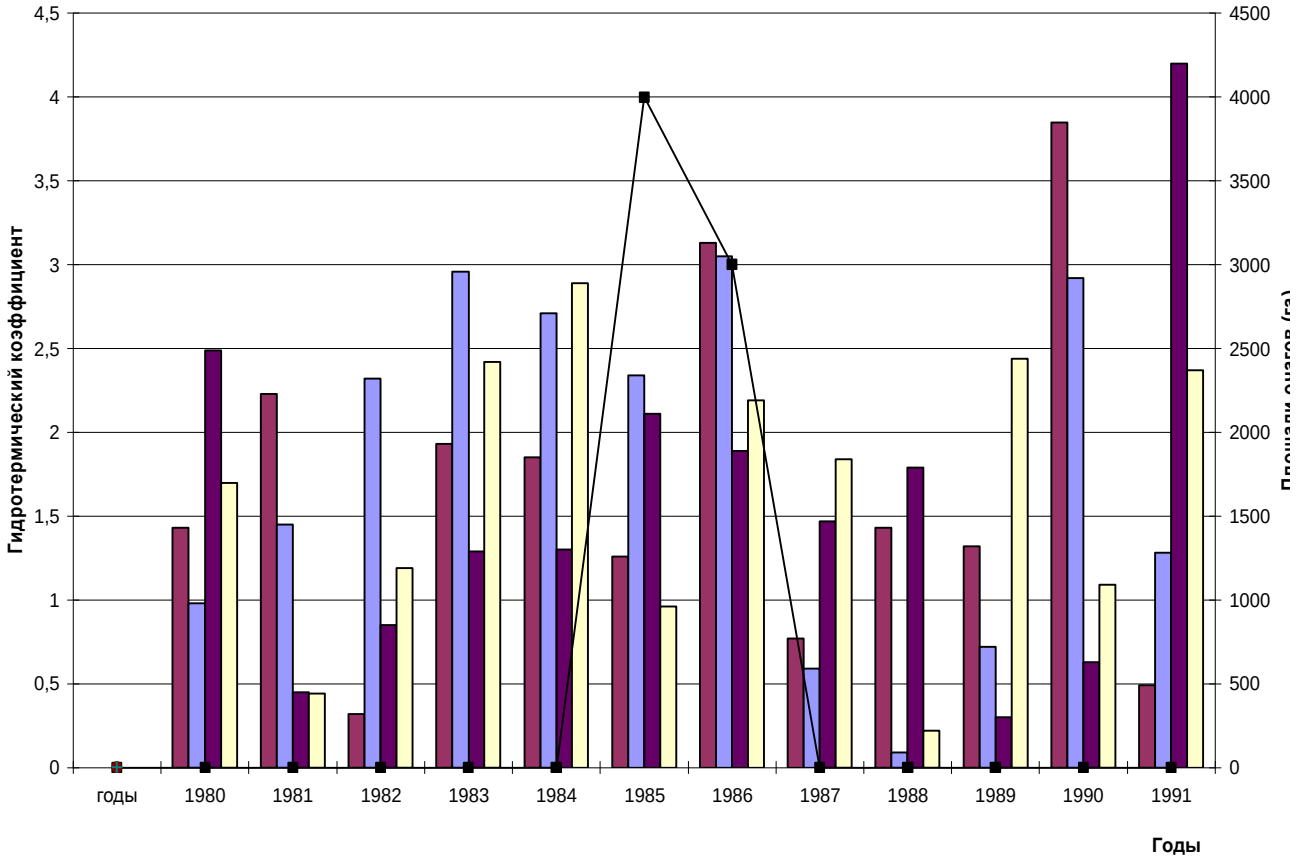

Рис. 5.7. Динамика гидротермического коэффициента Селянинова в период вспышки массового размножения непарного шелкопряда в Каменск-Уральском р-оне Свердловской обл. (1983-1987 г.г.). Слева – направо ГТК мая-августа

казатели ГТК вновь нехарактерны для начала фазы подъема численности популяции в условиях Челябинской обл.

В год начала продромальной фазы вспышки (1994 г.) климатические условия характеризуются, также, отсутствием засух в этот весенне-летний период. ГТК мая, июня составлял 1,84; 2,69 (рис. 5.7). Гидротермичекий коэффициент июля составил 1,30 (незначительно выше нормы), августа 2,88, что значительно выше нормы.

Эруптивная фаза вспышки (1985 г.) реализовалась на фоне следующих климатических условий: ГТК мая был незначительно выше нормы (1,26), августа, наоборот, чуть ниже нормы (0,95), а гидротермические коэффициенты июня и июля были заметно выше нормы (2,35; 2,11) (рис. 5.7).

На следующий год началось снижение общей площади очагов и затухание вспышки массового размножения. При этом затухание реализовалось на фоне очень неблагоприятных климатических условий. Гидротермические коэффициенты мая и июня составили, соответственно 3,11; 3,05. То есть, это максимально неблагоприятные гидротермические коэффициенты за весь период вспышки. Гидротермические коэффициенты июля, августа составили, соответственно 1,90; 2,19 (рис. 5.7). Таким образом, эруптивная фаза вспышки возникла в период цикла максимального количества осадков (рис. 5.7).

В 1987 г. произошло полное затухание вспышки массового размножения. Климатические условия в этот период характеризуются наличием майско-июньской засухи (ГТК – 0,77; 0,57), а июля и августа гидротермическими условиями превышающими норму (ГТК-1,48; 1,84). Последующие годы фазы депрессии характеризуются тем, что они проходили на фоне точки минимума гидротермического коэффициента, то есть - относительно более благоприятными климатическими параметрами с ежегодными засухами, но наличием резких колебаний ГТК в течение одного сезона (рис. 5.7).

Анализ климатических особенностей реализации вспышки массового размножения вспышек массового размножения непарного шелкопряда в условиях менее благоприятных погодных условий Свердловской обл. показал, что каждой вспышке, как и в условиях Челябинской обл. за 2-3 года предшествует повторная засуха. Характер их в этих условиях отличается не столь высокой интенсивностью, полнотой и продолжительностью. Кроме того, для них часто характерно наличие заметных колебаний ГТК в течение одного сезона.

Другие важные отличия заключаются в почти полном отсутствии хорошо выраженных засух в период собственно вспышки, во-вторых – в отсутствии полных и повторных засух, что, наоборот, характерно для климатических условий реализации вспышек массового размножения непарного шелкопряда в условиях Челябинской обл.

Таким образом, непосредственно вспышка в условиях северной границы ареала непарного шелкопряда способна протекать на фоне нормальных гидротермических условий, т. е. не синхронизирована с засухами. Это, вероятно, обусловлено адаптацией этой географической популяции к обитанию в менее благоприятных климатических условиях, а, также тем, что наиболее часто засухи возникают в фазе цикла минимума ГТК. Они вызывают возрастание биотического (вспышечного) потенциала у популяции, а реализация вспышки происходит уже в фазе более высоких циклических колебаний параметров ГТК. Вследствие этого быстрая потеря вспышечного потенциала невозможна вследствие инерционности свойств этого показателя. Поэтому вспышка успевает реализоваться на фоне нормальных показателей ГТК, но характеризуется очень коротким периодом эруптивной фазы и собственно фазы вспышки. А совпадение вспышки с фазой максимума ГТК быстро приводит ее к затуханию.

Таким образом, анализ климатических условий реализации вспышек массового размножения непарного шелкопряда на Урале за последние 30 лет позволил выявить ряд достаточно устойчивых закономерностей.

К одной из наиболее важных закономерностей целесообразно отнести то, что всегда подъему численности популяции за 2-3 года до него предшествовали сильные повторные весенне-летние засухи. Ранее это было показано другими авторами для других географических популяций (Бенкевич, 1984). Одновременно в этот же период наблюдаются и особенно низкие температуры декабря (глава 6, табл. 6.1).

Мы предполагаем, что именно эти весенне-летние засухи играют ключевую роль в реализации механизма вспышек массового размножения.

Они инициируют быстрый рост биотического (вспышечного) потенциала у популяции непарного шелкопряда за счет воздействия, с одной стороны, фактора абиотического стресса на древостои, быстро откликающиеся на этот фактор временной потерей энтоморезистентности и изменением кормовых свойств субстрата (листьев), с другой стороны, резкое улучшение экологических условий среды, совместно с улучшением качества кормового субстрата инициируют быструю адаптацию популяции к изменившимся условиям среды. Это сопровождается быстрым ростом биотического (вспышечного) потенциала уже через 2-3 года. В результате в это время начинается быстрый рост численности популяции и развитие вспышки массового размножения.

К другой важнейшей особенности вспышек логично отнести то, что все вспышки за последние 45 лет в условиях Челябинской обл. были обязательно сопряжены с периодическими засухами, причем не только на уровне обобщенных показателей динамики вспышек по Челябинской области в целом (как было показано нами ранее (Колтунов, 1996; Колтунов и др., 1998; Koltunov, Andreeva, 1999), но и на уровне локальных вспышек массового размножения непарного шелкопряда по лесхозам.

Таким образом, очевидно, что в благоприятных климатических условиях вспышки массового размножения непарного шелкопряда часто синхронизированы с засухами. В этот период они также являются важным фактором постоянного воздействия абиотического стресса на древостои, а, также, фактором прямого воздействия более благоприятных климатических условий на популяцию этого фитофага, что способствует в этот период сохранению высокого уровня биотического (вспышечного) потенциала у популяции непарного шелкопряда.

Особенностью реализации вспышек массового размножения в северной части ареала популяции является возможность реализации вспышки на фоне нормальных гидротермических условий, когда вспышка несинхронизирована с засухами. Но по этой причине вспышечный цикл очень

короткий. При этом вспышке обязательно должны предшествовать, за 2-3 года повторные засухи, инициирующие механизм возрастания биотического (вспышечного) потенциала.

Как показали результаты изучения климатических условий реализации вспышек, кроме «полных» вспышек (весенне-летних, наблюдающихся в течение всего сезона весны, лета, части осени), вероятно, огромное значение в качестве фактора абиотического стресса имеют и локальные сезонные засухи. Учитывая очевидную их сезонную неравнозначность, вероятно, наиболее важное значение как фактор абиотического стресса имеют весенние засухи (май). Июньские засухи, вероятно, также имеют значение как фактор абиотического стресса, но их уровень стрессового воздействия ниже, чем у майских.

Летние и осенние засухи уже менее значимы, как фактор абиотического стресса, так как онтогенез гусениц в августе уже завешен и этот фактор уже не имеет никакого значения при воздействии его на кормовой субстрат, ни как климатический фактор развития популяции. Например, в течение последней вспышки такой локальный фактор как майские или майско-июньские засухи действовали в течение 9 лет подряд.

Следовательно, на основании полученных результатов можно предполагать, что возрастание вспышечного потенциала может детерминироваться не только «полными» интенсивными засухами с мая по август, но, также, и локальными весенними засухами.

Как показано нами ранее этот фактор (засухи) выполняет роль фактора мощного абиотического стресса, вызывая реакцию части древостоя, которая затем и подвергается дефолиации непарным шелкопрядом, т.е. – временно обеспечивает потерю энтоморезистентности. Но мы предполагаем, что, хотя и в меньшей степени, но эту функцию выполняют не только «полные» засухи, но и локальные, в большей степени весенние (майские и июньские). Это убедительно показано результатами анализа климатических условий реализации всех вспышек массового размножения (за 30 лет)

на уровне лесхозов. Фактор локальных засух воздействовал, практически, постоянно в период вспышек.

Кроме фактора стресса, как такового, мы рассматриваем воздействие засух непосредственно перед возникновением вспышки как фактор быстрой адаптации популяции к изменением условий среды обитания, а также, при воздействии его в течение нескольких лет – как один из ключевых факторов, детерминирующих быстрый рост вспышечного потенциала, что совершенно необходимо для реализации вспышки (Koltunov, 2001).

По нашему мнению, это обусловлено тем, что воздействие ежегодно фактора абиотического стресса вызывает у популяции быструю адаптацию к изменению условий среды обитания и качества кормового субстрата. Сравнительно стабильные условия быстро вызывают у популяции, обладающей значительным вспышечным потенциалом быстрый рост этого потенциала. Это приводит к тому, что популяция непарного шелкопряда с высоким вспышечным потенциалом начинает обладать одновременно и инерционностью, что позволяет в течение краткого времени (вероятно, 1 года) сохранять высокий вспышечный потенциал при сравнительно неблагоприятных климатических условиях и при возвращении условий среды обитания к оптимуму продолжать реализацию вспышечного потенциала.

Конкретной особенностью части фазы депрессии и является чрезвычайная нестабильность климатических условий, так как, видимо, кроме цикла повторяющихся засух, отчетливо прослеживается и определенный цикл влажных периодов. Он наиболее хорошо виден на графике динамики ГТК в Челябинской области за последние 50 лет (рис. 5.8). Его пики наблюдаются в 1969, 1978, 1991, 1992, 1999 г.г.

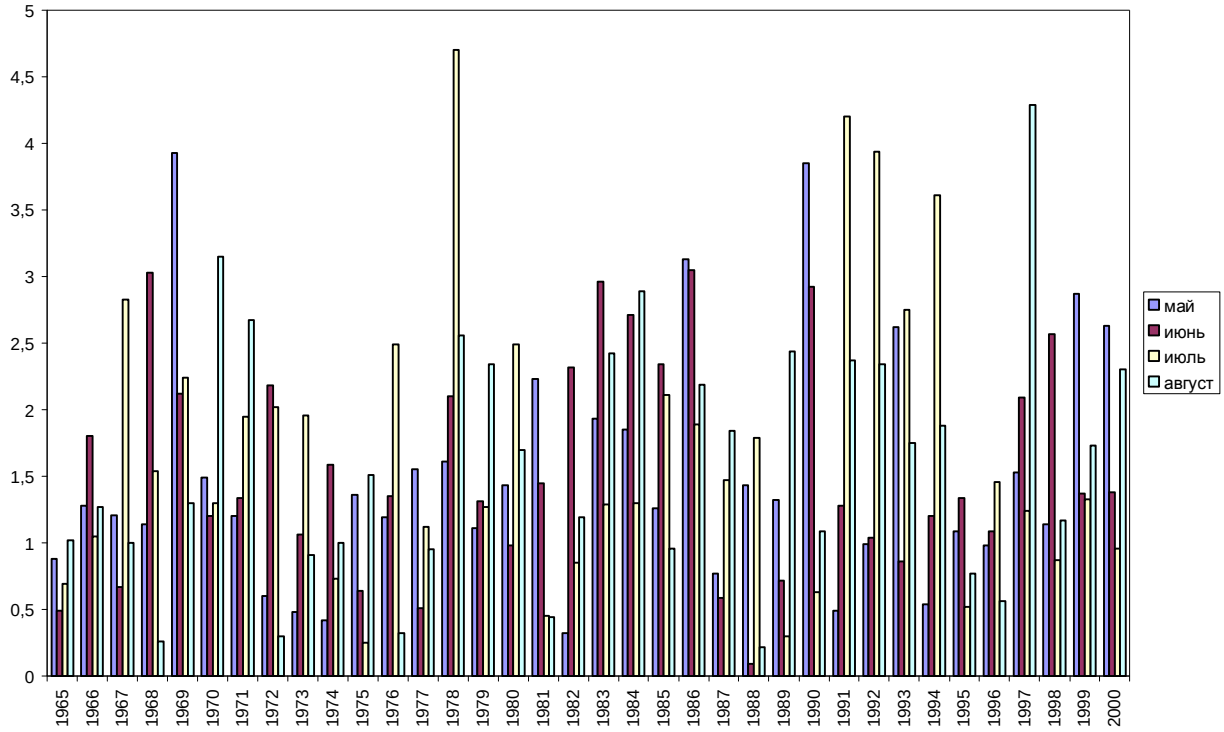

Рис. 5.8. Динамика гидротермических коэффициентов Селянинова (мая-августа) С 1965 по 2000 г.г. по Каменск-Уральскому р-ону Свердловской обл.

Как показывают результаты наложения популяционной динамики зауральской популяции непарного шелкопряда на динамику ГТК, начало и середина фазы депрессии популяции часто совпадают именно с относительно циклическими периодами повышенных коэффициентов ГТК (повышенной влажности). В то же время, как данный, на и другие рисунки (рис. 5.1-5.8) отчетливо показывают, что месячные колебания ГТК в этот период также очень высоки. Например, в 1968 г – от исключительно дождливого месяца (ГТК=3.1), до сильной локальной засухи в другой летний месяц этого года (ГТК=0,25). То есть, для этого периода характерны особенно сильные колебания значений ГТК.

Такая непредсказуемость среды обитания и резкие колебания климатических условий не только по годам, сезонам, но и в течение одного весенне-летнего сезона, не дает возможность адаптации популяции к одним стабильным условиям среды обитания, а вызывает необходимость по-

стоянной смены вектора адаптации. Поэтому происходит кризис адаптации и вспышечный потенциал падает до минимального уровня.

С другой стороны, как показали результаты анализа, теоретически, учитывая заметную цикличность климатических, вспышка должна была бы возникать именно в самый благоприятный климатический период – в годы самого минимального количества осадков, между двумя пиками максимума осадков (рис 5.8). Но, анализ гидротермических коэффициентов за многие десятилетия показывает, что такие условия встречаются редко (рис. 5.1-5.8). Чем обусловлены такие особенности климатических условий протекания вспышек? Ответ совершенно очевиден. Они обусловлены тем, что для реализации вспышки популяции, обладающей высоким вспышечным потенциалом, который, к тому же, еще и обладает свойством колебаться в различные фазы популяционного цикла в очень широких пределах (Колтунов, 2001, 2002), сначала необходимо, чтобы биотический потенциал возрос до вспышечного уровня и только после этого вспышка может быть (при определенных условиях) реализована.

Таким образом, совершенно очевидно, что эти механизмы не синхронизированы во времени. Возрастание вспышечного потенциала происходит до фазы собственно вспышки (в период роста численности популяции), собственно вспышка происходит позже, вслед за периодом возрастания вспышечного потенциала. Поэтому рост вспышечного потенциала, как главного компонента возможности реализации вспышки более важен для популяции.

Поэтому он происходит часто в период фазы минимума осадков, так как именно в этот период наиболее часто возникают засухи, наиболее подходящие для инициирования роста вспышечного потенциала у популяций непарного шелкопряда. Параметры таких засух уже перечислены нами выше. Но после окончания этого периода популяция уже имеет высокий биотический потенциал, который, в свою очередь, как уже указывалось нами выше (глава 3) может быть реализован не только на фоне засухи, но

и на фоне нормальных гидротермических коэффициентов, и даже отдельных периодов повышенных гидротермических коэффициентов. Это свойство инерционности биотического потенциала, которое обеспечивает возможность продолжения вспышки в течение короткого периода даже в относительно менее благоприятных климатических условиях.

Ряд авторов вообще считает, что, после возникновения вспышки, она в любом случае реализуется. Погасить ее с помощью неблагоприятных климатических факторов, по мнению этих авторов, невозможно (Лямцев с сотр., 2000).

Мы не полностью согласны с этим мнением, но, действительно, запас вспышечного потенциала достаточно значителен. Поэтому и происходит определенный сдвиг времени наступления вспышки по отношению к циклическим колебаниям климатических условий. Но именно поэтому в зонах, близких к северной границе вспышек массового размножения непарного шелкопряда, продолжительность эруптивной фазы и является исключительно короткой, так как наступающий неблагоприятный климатический цикл настолько неблагоприятен для популяции, что происходит быстрое затухание вспышки. Из этого очевиден и ответ. Вспышка в этих условиях затухает очень быстро потому, что популяция непарного шелкопряда обладает огромной экологической пластичностью и к наступлению кардинально отличающихся экологических условий (пониженные температуры и высокая влажность, и инициируемое ей изменение химического состава листьев и хвои, снижающее кормовую ценность субстрата) столь же быстро адаптируется, как и к улучшению экологических условий. Именно в этом и заключается высокий потенциал адаптации у этой группы вспышечных видов насекомых-филлофагов.

При этом, для реализации вспышки более важное значение имеет воздействие фактора абиотического стресса (засухи), перед подъемом численности, так как именно этот фактор инициирует возрастание (вспышечного) биотического потенциала, так как биотический (вспышечный) по-

тенциал не является постоянной величиной, а колеблется в широких пределах, в зависимости от фазы популяционного цикла. В фазе депрессии вспышечный потенциал очень низок. Именно по этой причине невозможно возникновение вспышек в фазе депрессии.

Климатические условия в период протекания собственно, вспышки также важны, но имеют меньшее значение, чем перед подъемом численности, вследствие инерционности вспышечного потенциала. Кроме того, как показали результаты анализа взаимосвязи климатических условий в разные фазы популяционного цикла зауральской популяции непарного шелкопряда, наиболее тесная взаимосвязь этих факторов имеет место перед вспышкой массового размножения, в период подъема численности популяции. В этот период взаимосвязь с засухами наиболее значительна.

Мы считаем, что это обусловлено тем, что именно фактор абиотического стресса (засухи) инициируют механизм быстрого роста биотического (вспышечного) потенциала. При этом, на данном этапе (этапе возрастания вспышечного потенциала) важное значение имеет и опосредованное воздействие изменения кормовых свойств субстрата после воздействия фактора абиотического стресса. И в этот период популяционного цикла (начало роста численности), пока вспышечный потенциал еще низок, популяция очень высоко чувствительна к качеству кормового субстрата.

Позже, после возрастания вспышечного потенциала и начала собственно вспышки массового размножения, по нашему мнению, чувствительность популяции непарного шелкопряда с высоким биотическим (вспышечным) потенциалом к качеству корма способна снижаться. Об этом убедительно свидетельствуют климатические условия протекания отдельных вспышек массового размножения этого фитофага в Зауралье. Видно, что отдельные вспышки массового размножения в эруптивной фазе совершенно не сопровождаются воздействием фактора абиотического стресса (засух), причем, даже не полных весенне-летних засух, а частичных (весенних) (рис. 5.1-5.8). При этом, и в северной части ареала непарного шелко-

пряда вспышке массового размножения всегда предшествует воздействие фактора абиотического стресса (засух).

Кроме этого фактора, вероятно важным дополнительным фактором абиотического стресса на древостои являются, также, резкие отклонения в температуре декабря-января, в сторону ее значительного снижения как за 2-3 года до начала вспышки, так и непосредственно перед подъемом численности популяции непарного шелкопряда (как показано нами в главе , а, также ранее другими авторами для других географических популяций непарного шелкопряда (Ханисламов, 1958).

Видимо, это единственная гипотеза, способная объяснить причину успешной полной дефолиации крон древостоев в эруптивной фазе вспышке без воздействия фактора абиотического стресса.

Кроме того, как уже указывалось выше, фактором, способствующим реализации вспышки в менее благоприятных климатических условиях, служит, также, инерционные свойства популяции с высоким вспышечным потенциалом, вследствие чего вспышка не затухает и в неблагоприятный климатический период, как видно из рис. 5.1-5.8. Но этот механизм совершенно не в состоянии объяснить полное успешное прохождение эруптивной фазы вспышки в северной части ареала зауральской популяции на фоне нормального и даже повышенных гидротермических коэффициентов (рис. 5.7).

Вместе с тем необходимо пояснить, что в южной части ареала зауральской популяции большинство вспышек массового размножения всегда реализуется на фоне воздействия фактора абиотического стресса на популяцию насекомых и древостои (рис. 5.1-5.5).

Вероятно, это служит главной причиной того, что площади очагов массового размножения непарного шелкопряда в березовых лесах Челябинской области многократно выше, чем очагов в лесах Свердловской обл, хотя облесенность Челябинской обл. значительно ниже (рис. 3.4).

По этой же причине проблемы управления численностью непарного шелкопряда, как научной проблемы, не существует, так как наиболее эффективно управление численностью популяции осуществляется комплексом климатических факторов в сочетании с биотическими (колебание вспышечного потенциала).

По нашему мнению все остальные биотические факторы, такие как пораженность паразитами и хищниками и болезнями никакой заметной роли в реализации вспышки не принимают.

Чтобы объяснение предложенной нами концепции вспышек было более полным очень важно также проанализировать известный тезис о том, что не каждая засуха сопровождается вспышкой массового размножения насекомых-фитофагов, и в частности, непарного шелкопряда. Это совершенно естественно и подробно разъяснено в главе 3. Серия засух закономерно инициирует механизм быстрой адаптации популяции к этим условиям среды, одновременно включается также фактор абиотического стресса, воздействующий на древостои, в результате чего кормовая ценность листьев существенно возрастает. Но, если сложившиеся условия нестабильны и прерываются влажными условиями, похолоданиями более, чем в течение части одного летнего сезона, то механизм адаптации сбивается и плотность популяции, ранее быстро нарастающая за счет роста выживаемости и абсолютного возрастания численности, и начинается адаптация совершенно к противоположным условиям среды. Вспышка не реализуется, несмотря на то, что было наступление кратковременной засухи. Кроме того, в северных экосистемах огромное значение имеет еще один абиотический фактор: зимние температуры. При низких зимних температурах наблюдается массовая гибель яиц, что существенно сказывается на популяционной динамике (Воронцов, 1978; Ильинский, 1961).

С точки зрения этой гипотезы становится понятно, почему только отдельные виды лесных насекомых-фитофагов способны к крупномасштаб-

ным вспышкам. Именно они обладают большим вспышечным потенциалом, что и обеспечивает им возможность быстрой адаптации к изменяющимся условиям среды обитания, быстрому росту численности и образованию очагов массового размножения.