

Прогнозирование степени повреждения листвы насекомыми-фитофагами в комплексных очагах массового размножения

Белов А.Н.

Насекомые-фитофаги наносят значительный экологический и экономический ущерб, повреждая леса на огромных площадях практически на всей территории нашей страны. Прогнозирование изменений их численности и вредоносности относится к наиболее сложным проблемам лесной экологии и лесозащиты. Биологические особенности наиболее распространенных видов насекомых-фитофагов обуславливают их способность многократно увеличивать плотность популяций в течение короткого периода времени, а открытый образ жизни определяет зависимость динамики численности от многих факторов внешней среды и, в первую очередь, от климатических факторов.

В энтомологической литературе в последние десятилетия неоднократно указывалось на связь возникновения вспышек массового размножения насекомых-фитофагов с определенными метеорологическими ситуациями. Согласно А.И.Воронцову [3] вспышки массового размножения обусловлены крайними отклонениями отдельных метеорологических элементов от нормы и их аномальным развитием в течение нескольких лет. Такие отклонения могут вывести популяцию вредителя из латентного состояния, изменить соотношение в развитии насекомого-фитофага с комплексом энтомофагов, вызвать разрыв или усилить совпадение в фенологии кормовых растений и личиночной фазы развития вредителя, способствовать развитию эпизоотий и массовой гибели насекомых.

В отношении роли конкретных климатических характеристик, вызывающих подъем численности насекомых, высказываются разные мнения. По данным А.И.Ильинского [6], П.М.Распопова [8] и др. вспышки размножения хвое- и листогрызущих насекомых следуют за годами с засушливой жаркой погодой в период личиночной фазы онтогенеза. По мнению С.А.Максимова [5] вспышки размножения шелкопряда-монашенки вызываются зимней засухой, началу массовых размножений сосновой совки предшествует влажная осень с выпадением толстого слоя снега на не замерзшую землю и последующими морозами, а размножения соснового шелкопряда происходят после сухой осени с выпадением снега на мерзлую почву и последующего жаркого мая-июня. По данным М.Г.Ханисламова [9] подъемы численности непарного шелкопряда связаны с засухами в мае-июне, сочетаемыми с суровой зимой и высоким снежным покровом.

Климатические факторы могут оказывать влияние и на динамику численности насекомых в ходе развития вспышки массового размножения. И.Я.Поляков [7] признает за климатическими факторами ведущую роль (наряду с трофическими факторами), определяющую течение вспышки размножения. Развивая синтетическую теорию динамики численности популяций, Г.А.Викторов [2] подчеркивал, что изучение модифицирующих факторов (в первую очередь погодных условий) имеет первостепенное значение для понимания механизмов изменения плотности популяций и соответственно для их прогнозирования.

Следует отметить, что имеющиеся в научно-технической литературе сведения о зависимости численности и вредоносности насекомых-фитофагов от погодных условий по большей части имеют общий характер, недостаточно аргументированы фактическим

материалом и не содержат статистического обоснования [3]. Одними из причин этого являются характерная для лесных экосистем множественность факторов, одновременно воздействующих на популяции насекомых, сочетание прямого влияния метеорологических факторов с косвенным влиянием через изменение физиологического состояния кормовых растений и условий среды обитания, а также наличие эффекта запаздывания действия метеорологических факторов. В этих условиях для получения достоверных выводов необходима специальная математико-статистическая обработка больших массивов фактических данных с использованием возможностей современной электронно-вычислительной техники.

Наше исследование проведено в типичных первичных очагах насекомых-фитофагов: это – ослабленные вмешательством человека чистые порослевые дубовые насаждения III-IV бонитета, произрастающие на склонах разных экспозиций с бедными сухими почвами, со слабо развитыми подлеском и напочвенным травянистым покровом. Использованы материалы изучения динамики повреждений листы деревьев дуба в течение 20 лет на 12 постоянных пробных площадях в комплексных очагах насекомых-фитофагов в нагорных дубравах Нееловского лесничества Базарно-Карабулакского мехлесхоза Саратовской области. Для характеристики погодных условиях использованы сведения гидрометеостанции пос. Свободный Базарно-Карабулакского района.

В дубравах района исследований в последние десятилетия наиболее высокой была численность непарного шелкопряда, зеленой дубовой листовертки, златогузки, желтоусой пяденицы, боярышниковой листовертки, кольчатого шелкопряда [4]. Вследствие неодинаковой продолжительности периодов вспышек тех или иных видов насекомых, неодинаковой степени реализации вспышек, из-за особенностей перехода вспышки размножения из одной фазы в другую, в отдельные годы в составе комплексных очагов доминировали разные виды насекомых. В результате этого большая или меньшая степень объедания листьев в дубравах регистрируется практически ежегодно. Проведенные исследования показали [1], что среди метеорологических факторов вегетационного периода непосредственно в год повреждения листы наибольшее значение имеют количество осадков и средняя температура воздуха июня; влияние погодных условий в предшествующие периоды времени не проводилось.

При анализе экспериментальных данных было отмечено, что динамика степени повреждения листы в районе исследований характеризуется нерегулярными подъемами и спадами. Выявлен один семилетний и один четырехлетний периоды последовательного увеличения и уменьшения степени дефолиации в диапазоне от 5-10 до 80-90% и, кроме того, чередование лет низкого и высокого (или низкого и умеренного) уровней степени дефолиации.

В таблице приведены коэффициенты корреляции степени повреждения листы на разных пробных площадях, которые позволяют оценить синхронность динамики степени дефолиации в разных насаждениях. Для 31 из 66 парных сочетаний пробных площадей сопряженность варьирования степени дефолиации может быть квалифицирована как очень тесная ($r > 0,8$), для 28 сочетаний как тесная ($r = 0,6, 0,8$); лишь для 7 сочетаний отмечена умеренная связь ($r < 0,6$), причем в 5 случаях с участием 2 пробных площадей, а именно 67А и 69А. Кроме того, в результате статистической обработки экспериментальных данных не выявлено достоверного временного сдвига моментов начала подъема и спада степени дефолиации, хотя в некоторых случаях годы максимальной степени повреждения листьев на разных пробных площадях не совпадали. Это означает, что ход вспышек размножения насекомых-фитофагов в исследованных древостоях в значительной мере синхронен, а имеющиеся расхождения в темпах развития

вспышки и в степени дефолиации, по-видимому, в основном связаны с различиями в видовом составе и плотности популяций насекомых-фитофагов, а также в физиологическом состоянии деревьев в разных насаждениях.

При изучении особенностей погоды было отмечено, что в период с 1928 г. отклонения среднемесячной температуры воздуха от средней многолетней в 69,3% случаев не превышали $\pm 2,5^{\circ}\text{C}$, а встречаемость отклонений среднемесячной температуры от нормы более чем на $\pm 5,5^{\circ}\text{C}$ составляет 9,2%. Анализ погодных ситуаций в годы, предшествовавшие началу подъема численности насекомых-фитофагов, не выявил какой-либо закономерности в чередовании месяцев с крайними значениями температуры воздуха, а также сколько-нибудь значительного сходства в общем температурном режиме каких-либо сезонов или отдельных месяцев в течение 3-5 лет перед вспышками размножения. Полученные результаты, по-видимому, означают, что температурная составляющая погодных условий не является ключевым фактором начала массового размножения насекомых-фитофагов в районе исследований.

Вместе с тем результаты статистической обработки экспериментальных данных указывают на определенную зависимость степени вредоносности насекомых-фитофагов от погодных условий не только текущего года (год N), но и ряда предыдущих лет. Как показало сопоставление оценок степени повреждения листьев на пробных площадях с гидротермическими характеристиками отдельных периодов времени, в год N-1 существенное значение имела средняя температура воздуха в январе и в период с апреля по декабрь, а также количество осадков в марте, мае-июне и с сентября по декабрь, в год N-2 - температура воздуха в январе, апреле и августе и количество осадков в январе-феврале, июне и августе, в год N-3 - температура воздуха в апреле, июне и октябре и количество осадков в феврале.

Уравнение множественной регрессии, количественно оценивающее степень дефолиации в зависимости от температурного режима месяцев с наиболее высокими показателями коэффициента корреляции имеет вид:

$$Df_{(n)} = 118,8 + 0,690t_{I(n-1)} - 2,742t_{IV(n-1)} + 0,945t_{VI(n-1)} + 1,848t_{VII(n-1)} - 2,017t_{XI(n-1)} + 1,769t_{I(n-2)} - 1,418t_{VIII(n-2)} - 3,258t_{VI(n-3)} \quad (1)$$

где $Df_{(n)}$ – степень повреждения листьев в год N, %;

$t_{I(n-1)}$, $t_{IV(n-1)}$, $t_{VI(n-1)}$, $t_{VII(n-1)}$ и $t_{XI(n-1)}$ - среднемесячная температура воздуха в январе, апреле, июне и ноябре года N-1, $^{\circ}\text{C}$; $t_{I(n-2)}$ и $t_{VIII(n-2)}$ - среднемесячная температура воздуха в январе и августе года N-2, $^{\circ}\text{C}$; $t_{VI(n-3)}$ - среднемесячная температура воздуха в июне года N-3, $^{\circ}\text{C}$.

Коэффициент множественной корреляции независимых переменных уравнения (1) со степенью дефолиации $R = 0,774$, а коэффициент детерминации $R^2 = 0,599$. Это означает, что изменения значений среднемесячной температуры воздуха восьми указанных выше интервалов времени обуславливает 59,9% вариабельности зависимой переменной, т.е. степени повреждения листьев. Известно, что уравнения регрессии при указанном уровне показателей связи отличаются сравнительно невысокой точностью. И действительно, стандартная ошибка уравнения регрессии (1) равна $\pm 13,6\%$ при том, что средняя степень дефолиации в районе исследований за весь период наблюдений составила 46,3%.

Повысить точность приведенного выше уравнения можно путем введения в него дополнительных характеристик погоды. Так, при использовании температурных характеристик не 8, а 16 месяцев за трехлетний период, предшествующий году

повреждений листвы, был получен коэффициент множественной корреляции $R = 0,921$ и, соответственно, коэффициент детерминации $R^2 = 0,848$, т.е. в 1,4 раза выше. Аналогичный результат достигается при использовании сведений о месячном количестве осадков или о гидротермическом коэффициенте.

Однако увеличение описательной точности регрессионной модели по типу уравнения (1) не позволяет использовать ее в целях прогнозирования развития лесопатологической ситуации из-за отсутствия достоверной корреляционной зависимости между степенью повреждения листвы в два последовательных года: как показал статистический анализ, в условиях района исследований коэффициент корреляции степени дефолиации в год N и в год $N+1$ равен всего лишь $0,170 \pm 0,240$.

Возможность разработки прогностической модели на основе использования метеорологических данных возникает при использовании в качестве зависимой переменной показателя $K_{df} = Df_{(n)}/Df_{(n-1)}$, где K_{df} – коэффициент изменения степени дефолиации от года $N-1$ к году N , доли единицы; $Df_{(n)}$ и $Df_{(n-1)}$ – степень повреждения листвы соответственно в год N и год $N-1$. Была выявлена существенная связь данного показателя с параметрами, характеризующими отклонения погодных условий отдельных месяцев от средних многолетних значений, а именно $\Delta t = t_i - T$ и $\Delta P = p_i - P$, где Δt и ΔP – отклонения среднемесячной температуры воздуха t_i -того месяца и количества осадков p_i i -того месяца от соответствующих многолетних значений температуры T (в $^{\circ}\text{C}$) и количества осадков P (в мм).

В результате статистического анализа установлено, что наиболее тесно параметр K_{df} коррелирует с температурным режимом воздуха (параметром Δt) в период с марта по май, в июне, сентябре и октябре года $N-1$, в феврале, июне и августе года $N-2$, в январе и августе года $N-3$, а также с количеством осадков (параметром ΔP) в апреле, сентябре, октябре и декабре года $N-1$, в феврале, марте, мае и декабре года $N-2$ и в феврале $N-3$. Для значительного количества проанализированных периодов времени получены показатели связи, достоверные с вероятностью более 90%.

Следует отметить, что значения коэффициента корреляции между параметром K_{df} и метеорологическими характеристиками для одних и тех же периодов времени на разных пробных площадях различаются. Причем для одних периодов разброс оценок показателя связи сравнительно невелик и в определенной степени может быть объяснен погрешностями измерений степени повреждения листьев и отличием реальных характеристик метеорологических ситуаций в конкретных древостоях от характеристик, фиксируемых гидрометеостанциями. Так, значения коэффициента корреляции между показателями Δt для февраля года $N-2$ и K_{df} колеблются от 0,240 до 0,502 (средняя оценка $r = 0,380$ при коэффициенте вариации $V = 20,9\%$). В ряде других случаев варьирование показателя связи значительно больше. В частности, разброс значений коэффициента корреляции параметра K_{df} и показателя ΔP для декабря года $N-2$ (от 0,131 до 0,741 при среднем $r = 0,367$ и $V = 62,5\%$), а также для февраля года $N-3$ (от -0,129 до -0,512 при среднем $r = -0,304$ и $V = 40,1\%$), по-видимому, в значительной мере связан с пространственным размещением древостоев. Наиболее высокие показатели связи в последнем примере характерны для небольших по площади древостоев дуба островного типа, окруженных липняками с примесью клена и сосняками, а также для древостоев дуба на склонах южных и юго-западных экспозиций. Для этой же группы древостоев выявлена наиболее тесная связь параметра K_{df} с температурным режимом воздуха в период с апреля по июнь года $N-1$. Температурный режим в сентябре и октябре года $N-1$ в данных древостоях, напротив, имел существенно меньшее значение в сравнении с другими насаждениями.

На основе отбора интервалов времени с наиболее высокими показателями связи были получены уравнения множественной регрессии для количественного прогнозирования изменений степени повреждения листвы в древостоях дуба с использованием гидрометеорологических данных. Для всей совокупности исследованных древостоев уравнение имеет вид:

$$K_{df} = 1,074 + 0,056\Delta t_{IX(n-1)} + 0,010\Delta t_{X(n-1)} + 0,230\Delta t_{II(n-2)} - 0,258\Delta t_{VI(n-2)} - 0,108\Delta t_{VIII(n-2)} + 0,066\Delta t_{I(n-3)} + 0,086\Delta t_{VIII(n-3)} + 0,019\Delta P_{IV(n-1)} - 0,002\Delta P_{IX(n-1)} + 0,012\Delta P_{X(n-1)} + 0,016\Delta P_{II(n-2)} - 0,017\Delta P_{III(n-2)} - 0,007\Delta P_{V(n-2)} + 0,019\Delta P_{XII(n-2)} - 0,010\Delta P_{II(n-3)}, (2)$$

где $\Delta t_{IX(n-1)}$ и $\Delta t_{X(n-1)}$ - отклонения среднемесячных температур в сентябре и октябре года N-1 от средних многолетних значений; $\Delta t_{II(n-2)}$, $\Delta t_{VI(n-2)}$ и $\Delta t_{VIII(n-2)}$ - то же в феврале, июне и августе года N-2; $\Delta t_{I(n-3)}$ и $\Delta t_{VIII(n-3)}$ - то же в январе и августе года N-3; $\Delta P_{IV(n-1)}$, $\Delta P_{IX(n-1)}$ и $\Delta P_{X(n-1)}$ - отклонения количества осадков в апреле, сентябре и октябре года N-1 от средних многолетних значений; $\Delta P_{II(n-2)}$, $\Delta P_{III(n-2)}$, $\Delta P_{V(n-2)}$ и $\Delta P_{XII(n-2)}$ - то же в феврале, марте, мае и декабре года N-2; $\Delta P_{II(n-3)}$ - то же в феврале года N-3.

Коэффициент множественной корреляции для совокупности независимых переменных уравнения (2) весьма высок: $R^2 = 0,950$, а для отдельных пробных площадей колеблется в диапазоне $0,901 \div 0,986$. Стандартная ошибка уравнения (2) равна $\pm 0,30$.

Нетрудно заметить, что при значениях $\Delta t = 0$ и $\Delta P = 0$ параметр $K_{df} = a_0$, т.е. в целом для района исследований (а также для большинства пробных площадей) имеет место соотношение $K_{df} > 1,0$. Это означает, нормальные погодные условия в целом благоприятны для роста плотности популяций насекомых в чистых порослевых средневозрастных древостоях района исследований. При обработке данных по пробным площадям 67А и 69А получены значения параметра $a_0 < 1,0$, указывающие на потенциально неблагоприятные условия для развития вспышек массового размножения листогрызущих насекомых, что, возможно, обусловлено особой лесопатологической ситуацией в соответствующих древостоях, отличающихся изолированным, островным положением среди липняков с примесью клена и других лиственных пород.

Сопоставление фактических и вычисленных по уравнению (2) значений K_{df} позволило сделать вывод о том, что использование этого уравнения в условиях района исследований дает возможность в 75-80% случаев правильно предсказывать тенденцию развития степени повреждения насаждений насекомыми-фитофагами в предстоящем вегетационном периоде.

Материалы исследования показывают, что в условиях нагорных порослевых дубовых древостоев Саратовской области погодные условия не являются ключевым фактором, определяющим момент начала вспышек массового размножения листогрызущих насекомых. В то же время температура воздуха и количество осадков в определенные периоды времени оказывают существенное влияние на динамику повреждений листвы в типичных комплексных очагах насекомых-фитофагов. Выявлены периоды времени и метеорологические характеристики, определяющие колебания показателей вредоносности листогрызущих насекомых. Разработаны математические модели, которые могут быть использованы в системах прогнозирования лесопатологической ситуации и при планировании лесозащитных мероприятий.

Таблица 1

Показатели синхронности динамики степени повреждения листвы насекомыми-фитофагами на разных пробных площадях

Пробная площадь	Пробная площадь											
	56А	56Б	56В	67А	69А	71А	71Б	71В	82А	82Б	82В	93А
56А	1,0											
56Б	0,91	1,0										
56В	0,92	0,90	1,0									
67А	0,52	0,51	0,48	1,0								
69А	0,66	0,69	0,61	0,88	1,0							
71А	0,89	0,89	0,90	0,64	0,69	1,0						
71Б	0,92	0,88	0,95	0,45	0,57	0,87	1,0					
71В	0,82	0,81	0,82	0,73	0,73	0,79	0,79	1,0				
82А	0,63	0,70	0,59	0,84	0,83	0,75	0,59	0,80	1,0			
82Б	0,77	0,81	0,74	0,80	0,90	0,80	0,73	0,88	0,90	1,0		
82В	0,79	0,76	0,76	0,67	0,72	0,89	0,79	0,76	0,76	0,83	1,0	
93А	0,73	0,79	0,74	0,82	0,87	0,85	0,74	0,85	0,91	0,95	0,88	1,0

Таблица 2

Связь показателя изменения степени дефолиации K_{df} с показателем отклонений среднемесячной температуры воздуха Δt и показателем отклонений количества осадков ΔP в отдельные месяцы.

Месяц, год	Коэффициент корреляции для пробных площадей											
	56А	56Б	56В	67А	69А	71А	71Б	71В	82А	82Б	82В	93А
Отклонения среднемесячной температуры												
Март, год N-1	-0,312	-0,142	-0,194	-0,116	-0,177	-0,432	-0,289	-0,033	-0,176	-0,072	-0,501	-0,487
Апрель, год N-1	0,211	0,289	0,253	0,480	0,623	0,208	0,132	0,321	0,492	0,465	0,207	0,389
Май, год N-1	-0,062	-0,076	-0,023	-0,409	-0,343	0,046	-0,135	-0,138	-0,252	-0,149	0,145	0,035
Июнь, год N-1	-0,215	-0,161	-0,238	-0,583	-0,534	-0,285	-0,105	-0,213	-0,378	-0,233	-0,312	-0,411
Сентябрь, год N-1	0,587	0,629	0,540	0,212	0,183	0,388	0,578	0,472	0,386	0,389	0,267	0,377
Октябрь, год N-1	0,479	0,475	0,498	0,084	-0,123	0,337	0,464	0,485	0,186	0,269	0,217	0,212
Февраль, год N-2	0,447	0,463	0,337	0,359	0,317	0,324	0,322	0,453	0,502	0,449	0,240	0,351
Июнь, год N-2	-0,413	-0,319	-0,431	0,374	0,408	-0,322	-0,323	-0,062	0,201	0,141	-0,250	-0,139
Август, год N-2	-0,473	-0,473	-0,416	-0,344	-0,336	-0,387	-0,394	-0,379	-0,432	-0,367	-0,262	-0,375
Январь, год N-3	-0,370	-0,577	-0,387	-0,466	-0,490	-0,097	-0,353	-0,487	-0,574	-0,548	0,077	-0,176
Август, год N-3	0,307	0,573	0,473	0,384	0,343	0,170	0,344	0,678	0,566	0,694	0,047	0,273
Отклонения месячного количества осадков												
Апрель, год N-1	0,221	0,416	0,470	0,212	0,193	0,078	0,227	0,483	0,246	0,414	-0,013	0,127
Сентябрь, год N-1	-0,283	-0,466	-0,319	-0,183	-0,337	-0,213	-0,334	-0,422	-0,540	-0,121	-0,298	-0,393
Октябрь, год N-1	0,383	0,420	0,388	0,188	0,182	0,408	0,401	0,249	0,307	0,226	0,341	0,409
Декабрь, год N-1	-0,245	-0,222	-0,294	-0,144	-0,148	-0,393	-0,202	-0,203	-0,171	-0,221	-0,432	-0,448
Февраль, год N-2	0,504	0,432	0,250	0,470	0,383	0,325	0,433	0,386	0,482	0,376	0,223	0,326
Март, год N-2	-0,351	-0,400	-0,335	-0,368	-0,286	-0,217	-0,245	-0,436	-0,454	-0,405	-0,187	-0,308
Май, год N-2	0,551	0,645	0,558	0,426	0,317	0,273	0,521	0,652	0,542	0,558	0,109	0,280
Декабрь, год N-2	0,151	0,198	0,131	0,707	0,741	0,231	0,098	0,366	0,608	0,516	0,232	0,428
Февраль, год N-3	-0,274	-0,246	-0,230	-0,512	-0,458	-0,187	-0,129	-0,300	-0,443	-0,366	-0,181	-0,321

Примечание к таблице. Жирным шрифтом выделены показатели связи, достоверные с вероятностью $P > 80\%$

Таблица 3

Параметры уравнения регрессии (2) коэффициента изменения степени дефолиации для разных пробных площадей в связи с гидротермическими условиями. Пояснения в тексте

Независимые переменные	Коэффициенты регрессии при независимых переменных для пробных площадей											
	56А	56Б	56В	67А	69А	71А	71Б	71В	82А	82Б	82В	93А
a_0	1,087	1,208	1,617	0,860	0,666	1,278	1,166	1,327	1,192	1,226	1,500	1,590
$\Delta t_{IX(n-1)}$	0,210	0,070	0,225	-0,193	-0,420	0,470	0,202	-0,091	-0,612	-0,487	1,689	1,035
$\Delta t_{X(n-1)}$	0,043	0,048	0,164	-0,125	-0,370	0,146	0,065	0,042	-0,182	-0,138	0,223	0,020
$\Delta t_{II(n-2)}$	0,208	0,150	0,398	0,229	0,383	0,222	0,156	0,301	0,357	0,392	0,503	0,585
$\Delta t_{VI(n-2)}$	-0,319	-0,217	-0,732	0,026	-0,163	-0,589	-0,209	-0,254	-0,304	-0,355	-1,650	-1,437
$\Delta t_{VIII(n-2)}$	-0,030	-0,053	-0,096	-0,258	-0,308	0,067	-0,064	-0,208	-0,397	-0,326	0,503	0,208
$\Delta t_{I(n-3)}$	0,104	0,011	0,067	0,033	0,025	0,214	0,084	0,080	-0,011	-0,016	0,823	0,570
$\Delta t_{VIII(n-3)}$	-0,023	0,065	0,137	0,091	0,099	0,044	0,024	0,362	0,233	0,521	0,058	0,254
$\Delta P_{IV(n-1)}$	0,013	0,014	0,026	0,019	0,037	0,004	0,009	0,030	0,026	0,036	0,016	0,034
$\Delta P_{IX(n-1)}$	-0,001	-0,011	-0,003	0,014	0,002	0,004	-0,003	-0,007	-0,019	-0,025	0,023	0,005
$\Delta P_{X(n-1)}$	0,018	0,014	0,020	-0,001	-0,006	0,028	0,018	0,005	0,007	-0,008	0,070	0,052
$\Delta P_{II(n-2)}$	0,020	0,011	-0,014	0,013	0,026	0,020	0,017	0,009	0,028	0,015	0,062	0,054
$\Delta P_{III(n-2)}$	-0,022	-0,018	-0,042	0,005	0,013	-0,033	-0,026	-0,018	0,010	-0,012	-0,057	-0,044
$\Delta P_{V(n-2)}$	-0,008	-0,005	-0,018	0,005	0,005	-0,024	-0,006	0,004	0,010	0,001	-0,073	-0,057
$\Delta P_{XII(n-2)}$	0,015	0,007	0,033	0,019	0,022	0,048	0,009	0,026	0,028	0,025	0,152	0,129
$\Delta P_{II(n-3)}$	-0,012	-0,010	-0,035	-0,004	-0,002	-0,18	-0,007	-0,011	-0,007	-0,018	-0,044	-0,044

Таблица 4

Связь размера раннего прироста с месячным количеством осадков

Древостой	Оценки коэффициента корреляции*														
	Месяцы предыдущего года										Месяцы текущего года				
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V
56А	-0,002	-0,429	0,199	0,225	0,399	0,152	-0,216	-0,094	-0,237	0,720	0,354	0,098	-0,192	-0,061	0,048
56Б	-0,024	-0,247	0,446	0,382	0,239	0,126	0,011	-0,056	-0,079	0,780	0,238	0,090	-0,250	0,152	0,054
56В	0,247	-0,315	0,308	0,238	0,167	0,121	0,099	0,022	-0,127	0,495	0,469	0,173	-0,069	-0,087	-0,119
67А	0,190	-0,333	0,323	0,116	0,224	0,225	0,053	0,177	0,025	0,790	0,152	-0,135	-0,380	0,188	0,113
69А	0,009	-0,370	0,188	0,074	0,302	0,123	-0,180	0,134	-0,138	0,803	0,297	-0,023	-0,346	0,004	0,188
71А	0,341	-0,354	0,364	0,213	0,270	0,238	0,060	0,076	0,227	0,366	0,404	0,078	0,047	0,020	-0,181
71Б	0,252	-0,293	0,433	0,174	0,366	0,304	0,035	0,117	-0,186	0,503	0,282	-0,037	-0,119	0,025	-0,252
71В	0,278	-0,335	0,046	-0,103	0,372	0,251	-0,172	0,121	0,036	0,472	0,377	-0,046	-0,179	-0,147	0,061
82А	0,020	-0,142	0,316	0,300	0,228	0,219	-0,200	0,221	-0,242	0,717	0,128	-0,111	-0,352	-0,007	-0,047
82Б	-0,144	-0,253	0,261	0,344	0,118	0,151	-0,089	-0,042	-0,220	0,871	0,236	-0,083	-0,307	-0,140	-0,018
82В	0,053	-0,160	0,412	0,412	0,101	0,118	-0,053	0,058	-0,197	0,848	0,212	-0,102	-0,370	0,105	-0,154
93А	0,089	-0,347	0,162	0,207	0,329	0,252	-0,211	0,020	-0,222	0,699	0,430	-0,044	-0,233	-0,034	-0,140

* Жирным шрифтом выделены оценки, превышающие ошибку коэффициента корреляции

Таблица 5

Связь размера раннего прироста со среднемесячной температурой

Древостой	Оценка коэффициента корреляции*														
	Месяцы предыдущего года										Месяцы текущего года				
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V
56А	0,102	0,209	-0,023	0,221	-0,232	-0,490	-0,215	-0,350	-0,201	0,224	0,248	-0,032	0,061	-0,223	0,021
56Б	0,263	0,359	0,094	0,068	-0,428	-0,516	-0,344	-0,357	0,101	0,040	0,215	-0,076	0,089	-0,336	-0,012
56В	0,216	0,100	0,000	-0,103	-0,286	-0,475	-0,327	-0,078	-0,051	-0,049	0,314	0,048	-0,015	-0,579	0,043
67А	0,123	0,504	0,163	0,298	-0,277	-0,466	-0,375	-0,537	-0,132	0,140	0,173	0,190	0,031	-0,314	-0,187
69А	0,239	0,541	0,381	0,380	-0,291	-0,388	-0,202	-0,456	-0,075	0,157	0,076	-0,300	-0,033	-0,105	-0,112
71А	0,107	0,028	-0,122	-0,108	-0,351	-0,617	-0,340	-0,098	-0,123	0,082	0,325	0,143	-0,020	-0,494	-0,008
71Б	0,058	0,062	-0,123	-0,018	-0,397	-0,727	-0,279	-0,127	-0,170	0,185	0,417	-0,038	-0,008	-0,488	-0,114
71В	-0,012	0,298	0,221	0,260	-0,121	-0,481	-0,087	-0,031	-0,106	0,228	0,291	-0,214	-0,326	-0,442	-0,323
82А	0,292	0,401	0,203	0,152	-0,394	-0,521	-0,213	-0,405	-0,121	0,128	0,132	-0,261	0,052	-0,078	0,161
82Б	0,351	0,550	0,219	0,181	-0,267	-0,409	-0,260	-0,445	-0,026	0,050	0,105	-0,195	0,120	-0,133	-0,257
82В	0,370	0,424	0,114	-0,040	-0,349	-0,562	-0,233	-0,250	0,161	0,022	0,173	-0,191	0,012	-0,234	0,173
93А	0,221	0,387	0,214	0,105	-0,268	-0,606	-0,107	-0,172	-0,004	0,084	0,244	-0,242	-0,178	-0,331	-0,010

* Жирным шрифтом выделены оценки, превышающие ошибку коэффициента корреляции