

хангельской губернии. — Тр. по лесному опытному делу в России. Спб., 1913, вып. 45. — 135 с.

Поступила 8 февраля 1984 г.

УДК 630*232.31 : 631.165

ОБ УЧЕТЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ УРОЖАЕВ СЕМЯН ХВОЙНЫХ ПОРОД

Г. В. СТАДНИЦКИЙ, Г. М. СМЕТАНИН

Ленинградский технологический институт ЦБП
Батецкий лесхоз Новгородской области

Проблема учета и предсказания урожая семян хвойных пород, несмотря на ее большую значимость, до настоящего времени остается сравнительно узким местом в лесном семеноводстве. В ряде случаев нет ясности, что считать учетом, а что прогнозом урожая. Так, в «Наставлении по лесосеменному делу» [6, с. 11] говорится об учете ожидаемого урожая, хотя ясно, что учесть можно лишь уже имеющийся урожай, а ожидаемый — необходимо предсказать.

Традиционно любые прогнозы делятся на долгосрочные и краткосрочные, хотя и здесь нет четкого подразделения. Во избежание путаницы в терминологии мы предлагаем считать долгосрочным прогнозом такой, при котором предсказывается урожай шишек или семян на более или менее отдаленную перспективу, а краткосрочным — прогноз ближайшего, подлежащего заготовке урожая. Кроме того, необходимы экспресс-методы, позволяющие не только прогнозировать урожай в обширном регионе, но и оценивать его в конкретных насаждениях. В лесном семеноводстве можно, таким образом, выделить четыре основных варианта прогноза урожая: долгосрочный с заблаговременностью более 2 лет, долгосрочный с заблаговременностью 1—2 года, краткосрочный прогноз урожая текущего года (менее чем за год) и краткосрочный оперативный, позволяющий переходить от балла урожая к числу шишек (или их массе) и далее — семян. Соответствующие шкалы перехода и формулы для определения массы семян по баллу урожая в единицах шкалы В. Г. Каппера были, например, разработаны для условий Севера А. И. Барабиным [2—4]. Все эти варианты должны образовывать единую систему непрерывного лесосеменного мониторинга.

Краткосрочный прогноз ближайшего урожая обычно осуществляется на I и II фенологических фазах на основе прямого учета озими или женских стробил. В отличие от долгосрочных вариантов, он позволяет предсказать не только балльные, но и количественные значения урожая шишек и семян. Долгосрочные прогнозы практически возможно делать преимущественно в балльных показателях. Однако следует помнить, что прогноз в баллах дается только для крупной территориальной единицы, в то время как количественный прогноз урожая шишек и тем более семян должен осуществляться непосредственно для конкретных насаждений, где предполагается собирать урожай, например, для временных лесосеменных участков или иных насаждений, подлежащих рубке в семенной год. Весьма распространенная ошибка — указание балла урожая в единицах шкалы В. Г. Каппера для отдельных таксационных выделов. При оценке урожая на конкретных участках также возникают определенные трудности, связанные с необходимостью характеризовать семенность всего участка материалами, полученными на основе выборочных учетов. Заметим, что объемы выборок (количества модельных деревьев) пока слабо обоснованы статистически. Кроме то-

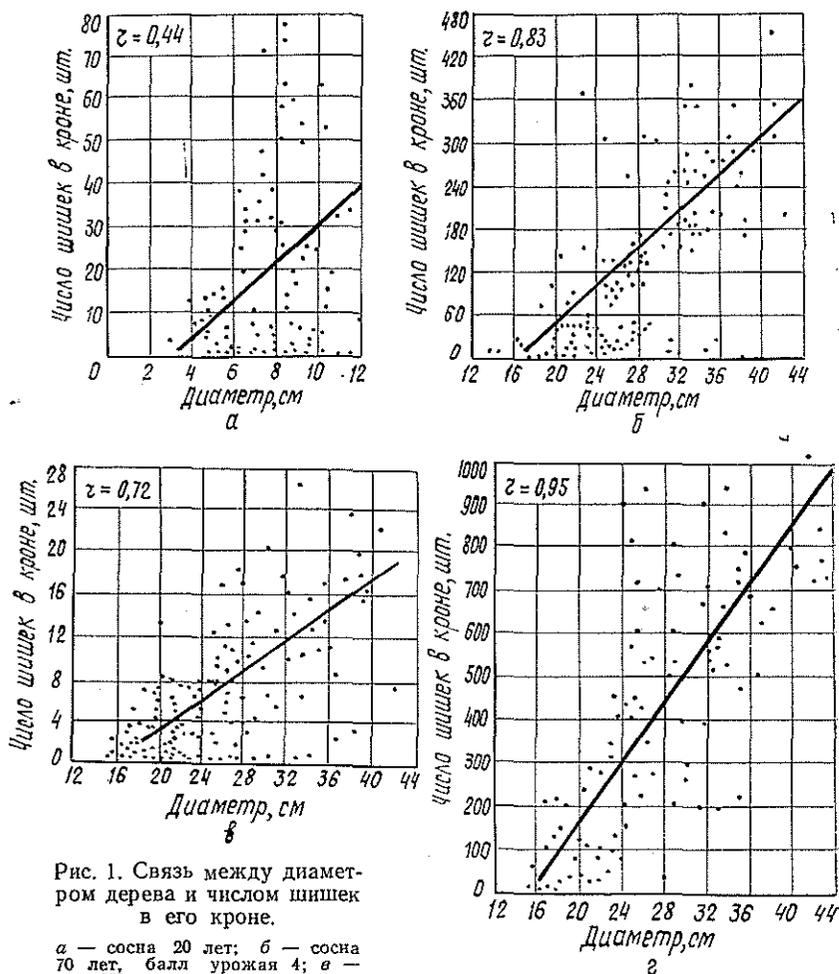


Рис. 1. Связь между диаметром дерева и числом шишек в его кроне.

а — сосна 20 лет; б — сосна 70 лет, балл урожая 4; в — ель IV класса возраста, балл урожая 4; г — то же при балле 5.

го, следует иметь в виду, что в различных регионах и насаждениях одному и тому же баллу урожая могут соответствовать разные количества шишек. Таким образом, стоит задача научиться переходить от балльных прогностических оценок урожая в районе к количественным оценкам будущего урожая шишек (и семян) в конкретных насаждениях.

Эту задачу мы решили для Ленинградской и смежных с ней областей и для условий приспевающих сосняков и ельников зеленомошных типов, из которых обычно и назначаются временные лесосеменные участки. Методика работы заключалась в экспертном определении балла урожая и сопоставлении с результатами сплошного учета шишек на 100—200 деревьях и полного картирования размещения деревьев на участке. Подсчитаны все здоровые и поврежденные насекомыми шишки. Обследовано 13 участков приспевающих древостоев и 4 участка молодняков I класса возраста.

Известно, что интенсивность образования шишек в кроне дерева при прочих равных условиях связана с его рангом в насаждении, определяемым классом развития и таксационными характеристиками. При

Таблица 1

Уравнения связи числа шишек с диаметром дерева
для 70—90-летних насаждений и молодняков зеленомошных типов

Порода	Диаметр дерева <i>D</i> , см	Число шишек <i>ЧШ</i> , шт.	Балл урожая по Кан- перу	Уравнения связи	
				$ЧШ = K_0 + K_1 D$	$ЧШ = K_1 B + D$
Сосна 70—90 лет	26,0	178	4	$-360,0 + 20,9D$	$20,9(-17,2 + D)$
	26,0	130	4	$-262,0 + 15,1D$	$15,1(-17,4 + D)$
	24,3	110	4	$-217,7 + 13,5D$	$13,5(-16,1 + D)$
	26,1	71	3	$-62,1 + 5,1D$	$5,1(-12,2 + D)$
	24,7	49	3	$-59,1 + 4,3D$	$4,3(-15,0 + D)$
	22,5	8	1	$-11,5 + 0,9D$	$0,9(-15,0 + D)$
	24,8	5	1	$-10,4 + 0,6D$	$0,6(-15,0 + D)$
Сосна 20 лет	5,8	11	3	$-22,4 + 5,8D$	$5,8(-3,9 + D)$
	7,4	20	4	$-12,4 + 4,3D$	$4,3(-2,9 + D)$
	7,0	14	4	$7,0 + 0,9D$	$0,9(-7,6 + D)$
	5,6	5	3	$-11,2 + 2,7D$	$2,7(-4,1 + D)$
Ель 70—90 лет	22,5	380	5	$-448,1 + 36,8D$	$36,8(-12,2 + D)$
	24,2	330	5	$-499,9 + 34,3D$	$34,3(-15,9 + D)$
	24,5	94	3	$-254,4 + 14,1D$	$14,1(-18,0 + D)$
	26,2	87	3	$-171,7 + 9,9D$	$9,9(-15,9 + D)$
	28,5	4	1	$-12,8 + 0,8D$	$0,8(-17,0 + D)$
22,8	5	1	$-17,9 + 1,0D$	$1,0(-15,9 + D)$	

группировке деревьев по ступеням толщины в условиях любых обследованных участков при всех урожаях шишек оказалось, что распределение массы шишек в пологе соответствует нормальному, откуда следует, что зависимость между высотой или диаметром дерева и числом шишек в его кроне может быть аппроксимирована уравнением прямой. Действительно, в прямоугольных координатах число шишек — ступень толщины наблюдается вытягивание облака точек, соответствующих отдельным наблюдениям, таким образом, что можно проследить близкую к линейной зависимость, тем более заметную, чем обильнее урожай (рис. 1). В табл. 1 приведены полученные на ЭВМ уравнения связи. Как видим, во всех 17 объектах наблюдается линейная зависимость числа шишек от диаметра дерева:

$$ЧШ = K_0 + K_1 D, \quad (1)$$

где $ЧШ$ — число шишек в кроне дерева, шт.;

K_0 — свободный член, соответствующий минимальному диаметру дерева, при котором в его кроне не может быть шишек;

K_1 — коэффициент, отражающий связь между диаметром дерева и числом шишек;

D — диаметр дерева, см.

Значения K_0 и K_1 в уравнениях, полученных для 70—80-летних насаждений сосны и ели, закономерно убывают по мере уменьшения числа шишек в кроне дерева. Преобразуя (1), получим:

$$ЧШ = K_1 (B + D). \quad (2)$$

При этом выясняется, что во всех преобразованных уравнениях (табл. 1) значения $B = \frac{K_0}{K_1}$ близки, что дает возможность вывести среднее значение, получив $B = -15,0 = \text{const}$ для сосны и $B = -15,9$ — для ели. Таким образом, в правой части уравнения (2) остается одна за-

висимая переменная, определяемая числом шишек в кроне или баллом урожая (рис. 2). Пользуясь этим графиком, можно на основании экспертно установленного или предсказанного по методам А. И. Барабина [1] или Г. В. Стадницкого [9] урожая находить значения K_1 и по формуле (2) определять искомое число шишек. Понятно, что эти количества будут варьировать в зависимости от среднего диаметра насаждения (табл. 2).

Нетрудно видеть, что в некоторых случаях число шишек при низком урожае больше, чем при высоком. Это вполне понятно, поскольку число шишек в кроне зависит от диаметра дерева. В то же время аналогичной закономерности для молодняков вывести не удастся (табл. 1), и для оценки урожая здесь пока целесообразно использовать экспресс-метод ЦНИИЛГиС [6].

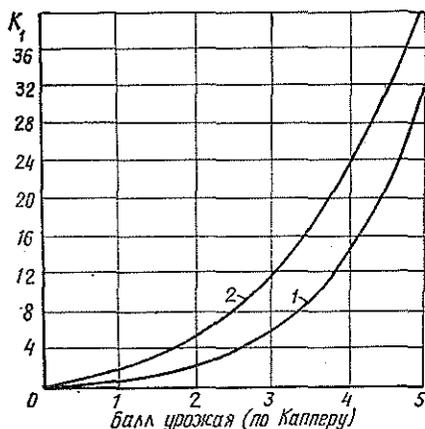


Рис. 2. Изменение коэффициента K_1 в уравнении (2) в зависимости от балла урожая шишек сосны (1) и ели (2) для 70—90-летних насаждений Ленинградской области.

Таблица 2

Число шишек, соответствующее баллам шкалы В. Г. Каппера для 70—90-летних насаждений зеленомошных типов

Порода	Диаметр, см	Пределы числа шишек, шт., в кроне деревьев при баллах урожая				
		1	2	3	4	5
Ель	22—32	4—14	27—73	72—192	144—384	216—576
Сосна	22—28	4—8	12—26	30—68	84—182	180—390

Таким образом, хотя линейная зависимость числа шишек от диаметра дерева подтвердилась для всех 17 пробных площадей, полученные коэффициенты уравнений оказались справедливыми лишь для группы зеленомошных припевающих насаждений IV—V классов возраста. Общая закономерность не подтвердилась для молодняков, поскольку их семеношение далеко не стабилизировано и зависит от многих причин. Кроме того, обработка на ЭВМ материалов, полученных на единичных пробных площадях, заложенных в других типах условий, а также в других более северных районах (например, Архангельская область), показала наличие иных коэффициентов K_0 и K_1 при сохранении общей линейной зависимости ЧШ от D . Следовательно, системы уравнений и количественная интерпретация балльных шкал должны быть дифференцированы как для разных регионов, так и для разных групп типов леса. Необходимо также указать, что Л. Ф. Правдин [7], выполнивший аналогичную работу в сходных с нашими условиях, получил на примере двух пробных площадей (по одной для сосны и ели) эмпирические формулы со значением $B = -15,0$, т. е. совпавшим с нашими данными. Вряд ли это совпадение случайно, если учесть закономерные изменения коэффициентов K_0 и K_1 в серии уравнений. По-видимому, в будущем было бы справедливо именовать этот коэффициент «коэффициентом (или константой) Правдина».

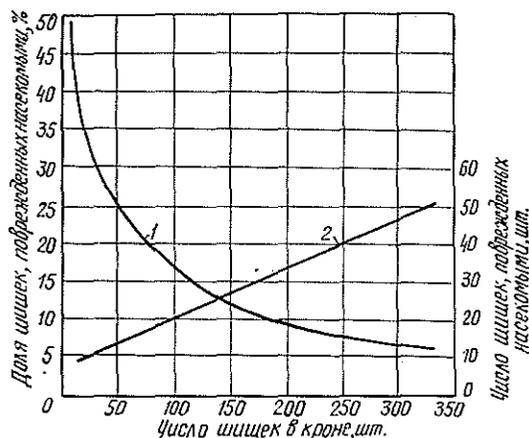


Рис. 3. Изменение доли поврежденных насекомыми шишек (1) и их числа (2) в зависимости от числа шишек в кроне дерева.

В системе предсказания урожая сложно и ответственно установить возможный объем конечной продукции лесосеменного хозяйства — собственно семян. Известно, что их качество и количество варьирует в зависимости от погодных условий в период пыления, от заморозков, жизнедеятельности комплекса насекомых-конобионтов. Поэтому выход семян из шишек при переработке последних может быть различным. Существует ряд формул, позволяющих переходить от числа шишек на модельных деревьях к числу семян или от массы шишек через процент выхода семян к их массе ([6, 8, 9] и др.). Однако, имея экспресс-метод прогнозирования урожая шишек, целесообразно располагать и экспресс-методом прогнозирования потерь семян от вредителей.

Анализ полученных на тех же пробных площадях данных о поврежденности шишек сосны долгоносиком-смолевкой сосновых шишек, а ели — еловой шишковой мухой, еловой шишковой листовёрткой и шишковой огневкой показал, что определенные зависимости существуют и здесь. Так, число шишек, поврежденных насекомыми, линейно возрастает с увеличением урожая шишек, в то время как те же количества, выраженные в процентах, нелинейно убывают (рис. 3). Эта закономерность объясняется тем, что чем выше урожай, тем всегда меньше поврежденность шишек. Линейные зависимости во всех случаях наблюдаются также между числом поврежденных шишек и диаметром дерева. Но при этом закономерного изменения коэффициентов в полученных уравнениях связи не наблюдается, что объясняется многими специфическими особенностями биологии насекомых, не поддающимися формализации. Поэтому для определения поврежденности шишек и потерь семян в них следует пользоваться либо уравнениями перехода от числа шишек к числу семян [2, 3], либо ориентироваться на рубку модельных деревьев. Нами установлено, что пять любых деревьев, взятых из средней для насаждения ступени толщины, обеспечивают достоверную оценку урожая шишек с точностью 10—12 %. Если же требуется оценить поврежденность шишек насекомыми, то во временных лесосеменных участках для точности оценки, равной 20, 30 или 40 %, необходимо брать соответственно 8—21, 5—15 или 3—5 модельных деревьев (чем меньше урожай, тем больше объем выборки), а на постоянных лесосеменных участках — соответственно вести перечет шишек на 19—36, 11—21 и 9—17 любых деревьях.

Таким образом, разработанный нами экспресс-метод можно использовать двояким образом. Во-первых, зная балл урожая шишек по району, можно за 2—5 месяцев до начала заготовки шишек установить конкретные количества шишек, которые могут быть получены с тех или иных семенных участков, и именно там вести заготовку. Эта работа складывается из следующих последовательных операций.

1. В любое время определить экспертно (визуально) балл «цветения» или урожая шишек.

2. По графику (рис. 2) установить значение K_1 для формулы (2).

3. По формуле (2) найти среднее число шишек ($ЧШ$) в насаждении с известным средним диаметром и умножить на число деревьев на участке или единице площади.

4. По переходным формулам, данным перечета или модельным деревьям определить вероятный выход семян с учетом потерь от вредителей.

Во-вторых, в той же последовательности можно установить предполагаемый урожай в конкретных участках за 12—18 месяцев до начала заготовок шишек. Разница заключается в том, что балл урожая определяется не экспертно, а предсказывается заранее по методикам А. И. Барабина или Г. В. Стадницкого. Понятно, что этот путь требует контроля после начала «цветения» ели или на основании учетов озими сосны.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Барабин А. И. О лесотаксационных особенностях семеношения в связи с прогнозированием урожая семян ели. — Изв. высш. учеб. заведений. — Лесн. журн., 1968, № 5. [2]. Барабин А. И. Оценка семеношения ели баллами Каппера и ареал прогноза. — Арханг. межотр. центр НТИ и пропаганды, 1983. (Информ. листок № 82—83). [3]. Барабин А. И. Количественная оценка урожаяв семян ели. — Арханг. межотр. центр НТИ и пропаганды, 1983. (Информ. листок № 83—83). [4]. Барабин А. И. Составление прогнозов семеношения ели. — Арханг. межотр. центр НТИ и пропаганды, 1983. (Информ. листок № 80—83). [5]. Каппер В. Г. Об организации ежегодных систематических наблюдений над плодоношением древесных пород. — М.—Л.: ГосНИИ лесн. хоз-ва и лесн. пром-сти, 1931. [6]. Наставление по лесосеменному делу. — М.: Гослесхоз СССР, 1980. [7]. Правдин Л. Ф. Закономерность в плодоношении древостоев. — Сб. исследований по лесоводству ЦНИИЛХ. Л.: Гослестехиздат 1936. [8]. Сретенский В. А. Предварительное определение урожайности шишек. — Лесн. хоз-во, 1970, № 7. [9]. Стадницкий Г. В. Временные рекомендации по прогнозу и оценке предстоящего урожая семян ели европейской. — Л.: ЛенНИИЛХ, 1972.

Поступила 28 мая 1984 г.

УДК 630*228.11

УСТАНОВЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ПОЛНОТЫ ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЛЕСОСТЕПИ УССР

М. И. ШВЕЦ

Украинская сельскохозяйственная академия

Полнота лесонасаждений — основной критерий при проектировании и проведении рубок ухода за лесом. Она характеризует степень использования деревьями занимаемого ими пространства [2]. Для определения нормативов наибольшей абсолютной полноты (суммы площадей сечения, $m^2/га$) в лесной таксации применяют метод, согласно которому максимально полными являются наиболее продуктивные в данном возрасте, классе бонитета или типе леса древостои [5]. Анализ спе-