

УДК 502.7

## ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ДРЕВОСТОЕВ В ЖИГУЛЕВСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

© 2007 К.А. Кудинов

Жигулевский государственный природный заповедник им. И.И. Спрыгина

Освещено содержание работ по изучению динамики древостоеов основных лесообразующих пород, проводившихся в Жигулевском заповеднике в последней четверти минувшего столетия. Изложены представления о динамике древостоеов, положенные в основу теории мониторинга естественного развития древостоеов, охарактеризованы собранные материалы и первые материалы их анализа. Показано изменение породного состава насаждений пробных площадей за весь период наблюдений, оценена средняя интенсивность процессов роста, отмирания и пополнения древостоеов и ее различия по породам и пятилетним периодам. Оценено влияние основных процессов развития древостоеов на динамику суммарного объема их стволов (запаса) и проведено сравнение временных рядов показателей динамики древостоеов различных насаждений и отдельных пород.

### Постановка вопроса

После всемирного форума в Рио-де-Жанейро (1992) внимание научной и природоохранной общественности приводило к себе понятие «биоразнообразие». Этим термином пестрят и популярные публикации, и научные работы, и официальные документы. Причем, в первую очередь, под этим понимается разнообразие видов живых организмов, т. е. генетическое разнообразие природы. Однако это только одна компонента этого весьма емкого понятия. Понятие «биоразнообразие» включает в себя и все разнообразие популяций и сообществ живых организмов, реализующееся в разнообразных природных условиях и проявлениях антропогенного воздействия. Объектом нашего исследования было разнообразие древесных сообществ, а конкретнее - совокупностей древесных стволов, то есть древостоеов.

Согласно Федеральному закону от 14 марта 1995 г. «Об особо охраняемых природных территориях» одной из целей государственных природных заповедников является «сохранение и изучение естественного хода природных процессов и явлений...» (ст. 6). Для достижения этой цели на заповедники возложена задача «организации и проведения научных исследований, включая ведение Летописи природы» (Ст. 7, п. 6).

В соответствии с действующим методическим пособием цель ведения Летописи природы в заповедниках заключается в том, чтобы «систематически, в течение неопределенно длительно-го времени, собирать сведения по динамике при-

родных процессов в пределах заповедника и на сопредельных территориях» [7, с. 12]. В сущности, эта цель научных исследований в заповедниках, вытекающая из идей, сформулированных в трудах классиков теории заповедного дела В.В. Докучаева [2] и Г.А. Кожевникова [3], тождественна понятию экологического мониторинга применительно к заповедникам.

Значительная часть растительного покрова в большинстве заповедников России представлена лесами, что делает слежение за динамикой лесов важнейшей составной частью мониторинга природного комплекса заповедника. Среди компонентов лесных экосистем определяющее положение занимает древостой, играющий также ведущую роль в процессах кругооборота вещества и энергии в лесных экосистемах. В связи с этим, наряду с мониторингом других компонентов природного комплекса, изучение динамики древостоеов в заповедниках должно быть признано важной составной частью ведения Летописи природы в лесных заповедниках вообще и Жигулевского заповедника в частности.

Однако изучению древостоеов в заповедниках на протяжении всей истории заповедного дела в нашей стране уделялось весьма скромное внимание [5]. Хотя во многих заповедниках при лесоустройстве закладывались лесные пробные площади, серьезного интереса к изучению динамики древостоеов, за редкими исключениями, ни в самих заповедниках, ни со стороны руководства заповедной системой не проявлялось. Во всяком случае, во всех руководствах по ведению

Летописи природы в заповедниках, включая и ныне действующее, термин «древостой» не упоминается. Лишь в плане научной работы заповедников на 1976-1980 гг. фигурировало мероприятие: «Создание системы постоянных пробных площадей для изучения формирования древостоев в заповедниках Главохоты РСФСР». В соответствии с этим планом нами была подготовлена «Временная инструкция по заложению постоянных лесных пробных площадей, их содержанию и обработке материалов» [4]. Эта инструкция не получила одобрения в научных кругах, а сама работа, не получив поддержки руководства, благополучно заглохла. И только в двух заповедниках: Дарвинском и Жигулевском продолжались систематические наблюдения за развитием древостоев.

В Дарвинском заповеднике эта работа была начата в 1945 г. по инициативе А.М. Леонтьева, который стал впоследствии инициатором постановки и руководителем темы «Типы леса и почвы Дарвинского заповедника», одним из разделов которой была «Таксационная характеристика пробных площадей». Для исполнения этого разделя в 1959 г. в Дарвинский заповедник был привлечен автор этих строк, выполнивший эту работу до 1972 г. С 1970 г. к этой работе в Дарвинском заповеднике подключился В.С. Писанов, продолживший ее после того, как в 1972 г. автор настоящих строк был переведен в Жигулевский заповедник.

### **Методика исследования**

В 1972 г. в Жигулевском заповеднике проводились полевые работы по лесоустройству, и в соответствии с предложенной нами методикой здесь были заложены постоянные лесные пробные площади.

Было бы неверным утверждать, что в Жигулевском заповеднике постоянные лесные пробные площади были заложены в 1972 г. впервые. По личному свидетельству А.М. Краснитского, сообщенному автору этих строк, пробные площади в лесах Жигулевского заповедника он видел при работе в нем в 1960 г. Однако ни в работах этого автора, ни в архивных материалах данных по этим пробным площадям обнаружить не удалось. Поэтому в 1972 г. работу по организации наблюдений за развитием древостоев пришлось начинать «с чистого листа».

В 1972 г. в Жигулевском заповеднике было заложено 30 пробных площадей, а в 1976 г. - еще 5. В дальнейшем 3 пробные площади были разбиты на секции. С учетом разбивки на секции проб-

ными площадями, заложенными в 1972 г., было презентировано 31 насаждение, а заложенными в 1976 г. - еще 10 насаждений. При заложении пробные площади разбивались на квадраты, на все стволы наносились номера. В дальнейшем по мере подрастания тонкомера на вновь появившиеся стволы наносились новые метки. Как при закладке, так и при последующих обследованиях, в журнале фиксировались номер (или иная метка) ствола, его порода, степень толщины и состояние дерева. К настоящему времени проведено по 6-7 сплошных обследований древостоев (в 1972, 1976, 1981, 1986, 1991, 1996 и 2001 гг.). Все данные обследований внесены в соответствующую базу данных, в которой поля соответствуют приведенным выше показателям за каждый год обследования, а записи – каждому отдельному стволу. Всего в базе данных содержится 18 727 записей. В 1983 и 2001 гг. проводилось измерение высот деревьев для характеристики зависимости высоты от диаметра ствола отдельных пород в различных насаждениях. Всего в 1983 г. было произведено 2858, а в 2001 г. - 1917 измерений высот.

На первых порах основная трудность обработки материалов заключалась в большом количестве цифровых данных, при ручной обработке которых постоянно проскальзывали ошибки, выявлявшиеся на более поздних этапах. В дальнейшем с освоением компьютера, и в частности, СУБД Foxbase и языка dbaseIII, эти проблемы были решены. Но тут мы столкнулись с тем обстоятельством, что в лесной таксации отсутствует теория динамики древостоя. Существующая теория хода роста насаждений много внимания уделяла вопросам зависимости таксационных признаков от возраста, интересуясь при этом в основном процессом роста и, в меньшей степени, процессом отмирания деревьев. Процесс роста при этом характеризовался приростом, а процесс отмирания - так называемой «выбираемой частью». Процесс пополнения древостоя тонкомером теория хода роста вообще обходила молчанием. Однако фактически наблюдаемые процессы развития древостоев на наших пробных площадях настоятельно требовали учета всех трех компонентов их динамики, что заставило нас предпринять соответствующие теоретические разработки. Во-первых, потребовалось разработать строгую систему терминов, а во-вторых, найти теоретические и расчетные формулы для нахождения выработанных показателей.

Не вдаваясь в детали, можно ограничиться указанием на то, что процесс развития древостоя

(т.е. совокупности деревьев) состоит из трех разнонаправленных процессов его изменения: роста, отмирания (отпад) и пополнения (за счет подрастающего тонкомера). В результате действия этих процессов каждый таксационный признак изменяется. То изменение, которое вызвано действием всех трех процессов, мы называем общим изменением и для его обозначения предлагаем термин «приращение». Изменения, происходящие в результате роста, мы предлагаем называть «приростом». Изменения, вызванные отпадом, предложено именовать «припадом», а вызванные пополнением - «приполнением».

Заметим, что термин «приращение» в лесной таксации до нашей работы не был в обиходе. Это термин, широко используемый в математическом анализе (приращение функции, приращение аргумента, предел их отношения – производная функции). Термин «прирост» очень широко применялся в лесной таксации, им обозначалось в первую очередь накопление количества древесины, а также изменение во времени некоторых других таксационных признаков насаждений (диаметра и высоты деревьев и насаждений, суммы площадей сечения стволов и т.п.). В зависимости от того, за какое время оценивалось это изменение,

различались разные категории прироста: полный, средний, средний периодический, текущий, годичный. Поскольку изменения таксационных признаков происходят под влиянием разных процессов (не только роста), терминология, связанная с показателями изменения, оказалась довольно запутанной. Например, Н.П. Анучин [1], ссылаясь на предложения Антанайтиса и Загреева, приводит 37 категорий прироста по запасу (с. 434). Из них 11 - в абсолютном выражении, т.е. в  $m^3/год$  и 26 - в относительном (в %/год).

Вслед за Н.В. Третьяковым [6] мы именуем таксационные признаки, характеризующие древостой в определенный момент времени, статическими, а характеризующие изменение древостоя во времени – кинематическими (или динамическими).

Основу предлагаемой системы динамических таксационных признаков древостоя составляет понятие о древостое как о совокупности стволов и классификации ее составляющих в зависимости от процессов, произошедших со стволов, за период между обследованиями древостоя. Различаемые при этом категории компонентов древостоя приведены в табл. 1.

**Таблица 1.** Динамика (кинематика) древостоев – изменение совокупностей стволов, образующих древостой, за период между последовательными обследованиями: исходным (i) и конечным (i+1). (У.о. – условное обозначение совокупностей стволов)

Объединенная совокупность стволов		Объединяемые совокупности стволов			
		Первая		Вторая	
Термин	У.о.	Термин	У.о.	Термин	У.о.
ЖИВОЙ ДРЕВОСТОЙ (исходный)	Ж(i)	РОСШИЙ ДРЕВОСТОЙ	Ш(i)	ОТПАД	О(i)
ЖИВОЙ ДРЕВОСТОЙ (конечный)	Ж(i+1)	ВЫРОСШИЙ ДРЕВОСТОЙ	Р(i+1)	ПОПОЛНЕНИЕ	П(i+1)
ОТПАД	О(i+1)	СВЕЖИЙ СУХОСТОЙ	У(i+1)	СВЕЖИЙ БУРЕЛОМ	Б(i+1)
СУХОСТОЙ (исходный)	С(i)	СТАРЫЙ СУХОСТОЙ	Х(i+1)	СВЕЖИЙ ВАЛЕЖНИК	Л(i+1)
СУХОСТОЙ (конечный)	С(i+1)	СТАРЫЙ СУХОСТОЙ	Х(i+1)	СВЕЖИЙ СУХОСТОЙ	У(i+1)
НОВЫЙ ВАЛЕЖНИК	В(i+1)	СВЕЖИЙ БУРЕЛОМ	Б(i+1)	СВЕЖИЙ ВАЛЕЖНИК	Л(i+1)

В соответствии с этой системой приведенными ниже формулами определены четыре катего-

рии показателей динамики растущего древостоя.

$$И(I, I+1, T) = \{T[\dot{Ж}(I+1)] - T[\dot{Ж}(I)]\} / t_i, \quad (1)$$

$$A(I, I+1, T) = \{T[\dot{Ш}(I)] - T[\dot{Ж}(I)]\} / t_i \quad (2)$$

$$P(I, I+1, T) = \{T[\dot{Р}(I+1)] - T[\dot{Ш}(I)]\} / t_i \quad (3)$$

$$\Pi(I, I+1, T) = \{T[\dot{Ж}(I+1)] - T[\dot{Р}(I+1)]\} / t_i, \quad (4)$$

где:

$I(i,i+1,T)$  – среднее годичное изменение (приращение) древостоя по признаку «Т» за период  $\langle i, i+1 \rangle$  между  $i$ -ым и  $i+1$ -ым обследованиями;

$T[\Delta]$  – значение ТП «Т» древостоя категории «Д» (см. таблицу 1) при обследовании с номером  $i$ , или  $i+1$ .

$A(i,i+1,T)$  – средний годичный припад древостоя по признаку «Т» за период  $\langle i, i+1 \rangle$  между  $i$ -ым и  $i+1$ -ым обследованиями;

$P(i,i+1,T)$  – средний годичный прирост древостоя по признаку «Т» за период  $\langle i, i+1 \rangle$  между  $i$ -ым и  $i+1$ -ым обследованиями;

$\Pi(i,i+1,T)$  – среднее годичное приполнение древостоя по признаку «Т» за период  $\langle i, i+1 \rangle$  между  $i$ -ым и  $i+1$ -ым обследованиями;

$t_i$  – продолжительность периода (лет) между  $i$ -ым и  $i+1$ -ым обследованиями.

Заметим, что совокупности  $Ш(i)$  и  $P(i+1)$  идентичны по набору стволов, но составляющие их стволы различаются размерами, поскольку за период между обследованиями они росли, что и позволяет по разности таксационных показателей этих совокупностей судить о приросте. Аналогичное соотношение имеет место между совокупностями отмерших стволов  $O(i)$  и  $O(i+1)$ , разница в таксационных показателях этих совокупностей представляет собою «прирост на отпаде» ( $PO$ ), которую при небольшой величине периода между обследованиями можно пренебречь.

$$PO(I,i+1,T) = \{T[O(i+1)] - T[O(i)]\} / t_i , \quad (5)$$

где:

$PO(i,i+1,T)$  – прирост на отпаде древостоя по признаку «Т» за период  $\langle i, i+1 \rangle$  между  $i$ -ым и  $i+1$ -ым обследованиями, а остальные обозначения те же, что и в формулах (1)-(4). Для аддитивных таксационных признаков (т.е. суммируемых – запаса, суммы площадей сечения стволов и т.п.) величину  $PO(i,i+1,T)$  следует прибавлять к ве-

личине прироста  $P(I,I+1,T)$  и вычесть из величины припада  $A(I,I+1,T)$ . Для неаддитивных таксационных признаков внесение подобных поправок лишено смысла.

В принятой системе определений обеспечено следующее соотношение между показателями динамики древостоев по любому количественному таксационному признаку «Т».

$$I(I,i+1,T) = P(i,i+1,T) + A(i,i+1,T) + \Pi(i,i+1,T) \quad (6)$$

Принятая система позволяет также обозначить динамические показатели отмершего древостоя.

$$IX(i,i+1,T) = \{T[C(i+1)] - T[C(i)]\} / t_i , \quad (7)$$

$$PX(i,i+1,T) = \{T[X(i)] - T[C(i)]\} / t_i , \quad (8)$$

$$PX(i,i+1,T) = \{T[C(i+1)] - T[X(i)]\} / t_i , \quad (9)$$

$$IX(i,i+1,T) = PX(i,I+1,T) + PX(i,i+1,T) , \quad (10)$$

$$PB(i,i+1,T) = T[B(i+1)] / t_i , \quad (11)$$

где также применены обозначения совокупностей стволов из табл. 1 и:

$IX(i,i+1,T)$  - общее среднее годовое изменение сухостоя по таксационному признаку «Т» за период между  $i$ -ым и  $i+1$ -ым обследованиями;

$t_i$  - продолжительность периода между  $i$ -ым и  $i+1$ -ым обследованиями;

$PX(i,i+1,T)$  - среднее годовое изменение сухостоя по таксационному признаку «Т» за счет его разрушения за период между  $i$ -ым и  $i+1$ -ым обследованиями (расход сухостоя по признаку Т);

$PX(i,i+1,T)$  - среднее годовое изменение сухостоя по таксационному признаку «Т» за счет его поступления за период между  $i$ -ым и  $i+1$ -ым обследованиями (приход сухостоя по признаку Т).

$PB(i,i+1,T)$  - поступление валежника (в среднем за год) за период между  $i$ -ым и  $i+1$ -ым обследованиями по таксационному признаку Т.

Формулы (1)-(4) дают определение абсолютные показатели изменения таксационных признаков. В ряде случаев, более наглядными оказываются относительные показатели изменения. Нами предложены определения относительных изменений таксационных признаков, т.е. выраженных в долях, в основном процентах. В основу их определения положена общепринятая в лесной таксации формула Прессслера для нахождения относительного прироста по объему древесины [см. например Анучин, [1, с. 425], формула (380):

$$P(V) = (200 / n) \bullet (V_k - V_h) / (V_k + V_h) , \quad (12)$$

где:

$P(V)$  - процент прироста по объему ( $V$ );

$V_n$  - величина объема  $V$  в начале периода роста;

$V_k$  - величина объема  $V$  в конце периода роста:

$$P_{I(i,i+1,T)} = 200 \cdot I(i,i+1,T) / \{T[J(i+1)] + T[J(i)]\}, \quad (13)$$

$$P_{A(i,i+1,T)} = 200 \cdot A(i,i+1,T) / \{T[J(i+1)] + T[J(i)]\}, \quad (14)$$

$$P_{P(i,i+1,T)} = 200 \cdot P(i,i+1,T) / \{T[J(i+1)] + T[J(i)]\}, \quad (15)$$

$$P_{\Pi(i,i+1,T)} = 200 \cdot \Pi(i,i+1,T) / \{T[J(i+1)] + T[J(i)]\}, \quad (16)$$

где:

$P_{I(i,i+1,T)}$  - процент общего изменения (относительное приращение) древостоя по признаку «Т» за период  $i, i+1$  между  $i$ -ым и  $i+1$ -ым обследованиями;

$P_{A(i,i+1,T)}$  - процент припада (относительный припад) древостоя по признаку «Т» за период  $i, i+1$  между  $i$ -ым и  $i+1$ -ым обследованиями;

$P_{P(i,i+1,T)}$  - процент прироста (относительный прирост) древостоя по признаку «Т» за период  $i, i+1$  между  $i$ -ым и  $i+1$ -ым обследованиями;

$$P_{I(i,i+1,T)} = P_{A(i,i+1,T)} + P_{P(i,i+1,T)} + P_{\Pi(i,i+1,T)}. \quad (17)$$

В результате проведенной обработки собранных данных определены статические таксационные признаки древостоя каждой породы на каждой пробной площади на момент каждого обследования и показатели изменения древостоя каждой породы за каждый период между обследованиями за счет отмирания и роста деревьев, пополнения и совместного действия этих процессов.

## Исполнители

Естественно, что в исполнение данного многолетнего и трудоемкого исследования вложили свой труд многие работники. В 1972 г. пробные площади были заложены инженерами 1-й Горьковской экспедиции Поволжского лесоустроительного предприятия В/О «Леспроект» Г.И. Кукушкиным (№№ 1-15) и С.В. Корнеевым (№№ 16-30). В закладке пробных площадей №№ 31-35 в 1976 г. кроме автора этих строк принимали участие студенты Куйбышевского государственного университета В.А. Грешников и В.В. Кудрин. Картирование расположения деревьев на пробных площадях №№ 1-30 было выполнено в 1973 г. студентами Куйбышевского государственного университета под руководством доцента кафедры ботаники Т.И. Плаксиной. Кроме того, в разные годы в работе принимали участие сотруд-

$n$  - число лет в периоде роста.

Согласно принятой нами системе обозначений для разных категорий относительного изменения таксационного признака соответствующие проценты изменения определяются следующими формулами:

$P_{\Pi(i,i+1,T)}$  - процент приполнения (относительное приполнение) древостоя по признаку «Т» за период  $i, i+1$  между  $i$ -ым и  $i+1$ -ым обследованиями;

остальные обозначения те же, что и в формулах (1)-(4).

Нетрудно догадаться, что для относительных показателей изменения древостоя справедлива формула (17), аналогичная формуле (6) для абсолютных показателей динамики древостоя:

ники Жигулевского заповедника: М.Е. Терентьева, И.В. Любина, Л.В. Коротаева, Г.П. Коротаев, Р.Н. Уткина, С.Г. Грошев, Л.А. Чунихина, Н.И. Снарская. Полевое обследование древостоя в 2001 г. проводили инженеры Пензенской лесоустроительной экспедиции ФГУП «Поволжский леспроект» В.М. Мельников, С.П. Белореков, М.А. Романов и Н.А. Кирюшин. Основную массу работы по внесению полевых данных в компьютер и прогонке процедурных файлов при обработке материалов выполнила научный сотрудник заповедника Л.В. Воробьева. Всем участникам этой работы автор выражает свою искреннюю благодарность.

## Собранный материал

Методика исследований и результаты первичной обработки собранных данных детально отражены в книгах Летописи природы за 2002 и 2003 гг. В книге Летописи природы за 2005 г. освещена история исследования, а также общие теоретические предпосылки работы.

Как уже указывалось выше, всего было заложено 35 постоянных лесных пробных площадей. На 30 из них, заложенных в 1972 г. №1-№30, перечеты были выполнены 7 раз, а на остальных пробных площадях, заложенных в 1976 г., - 6. Размер пробных площадей колебался от 0,2 до

1,05 га, а в среднем составил около 0,35 га. Все собранные данные о диаметрах и состоянии каждого ствола внесены в базы данных, которые мы именуем «Журнал» (Jall.dbf). Всего в этой базе содержится 18 727 записей, отражающих диаметр и состояние ствола каждого дерева на мо-

мент каждого обследования. Естественно, что не все стволы по своим размерам и состоянию могли считаться «учетными», образующими совокупность, именуемую древостоем. Ниже в табл. 2 приведены сведения о количестве учетных стволов и их распределении по породам.

**Таблица 2. Распределение числа учетных стволов по годам учета и древесным породам**

Породы	Годы учета						
	1972	1976	1981	1986	1991	1996	2001
	Общее число учетных стволов						
Все породы	11 487	12 781	11 203	10 638	10 144	9551	8635
в том числе:							
Сосна	725	1110	1072	1044	992	947	868
Осина	2073	1920	1786	1539	1212	910	761
Береза	1126	1245	1292	1218	1078	996	933
Липа	3460	3533	3353	3316	3227	3065	2814
Дуб	505	497	228	200	159	141	122
Клен	3098	3322	2452	2290	2296	2267	2114
Ильм	482	462	356	388	567	661	554
Вяз	2	218	205	183	180	173	141
Осокорь	0	144	135	126	112	104	94
Тополь белый	0	47	43	42	40	32	27
Ольха черная	0	149	149	174	186	176	142
Ива белая	0	118	101	93	80	69	60
Ива козья	13	9	23	16	11	7	2

Поскольку объектом исследования служили не отдельные деревья, а их совокупности - древостои, то определенный интерес представляет и количество выделенных таких совокупностей. С учетом подразделения некоторых пробных площадей на секции и признавая за древостой совокупность не менее чем из 5 стволов, было подсчитано количество древостоев, которое приведено в табл. 3.

Измерения высот деревьев производилось дважды - в 1983 и в 2001 гг. При этом фиксировался номер обмеряемого ствола, высота и степень диаметра на момент измерения высоты. После суворой зимы 1978/79 гг. у некоторых пород наблюдалась массовая суховершинность. Поэтому при измерении высот учитывалась высота до усыхания вершины, а если ствол был суховершинным, то и высота заменившей вершину. Всего было сделано 4775 измерений высот. Распределение числа измерений высот по годам работы и древесным породам приведено в табл. 4.

Ниже в таблицах ради краткости применяются обычные сокращенные обозначения древесных пород. Во избежание недоразумений в табл. 5 приведена их расшифровка.

Существенный интерес представляет общая

таксационная характеристика изучавшихся насаждений. Естественно, что за 30-летний период исследований значение таксационных признаков насаждений менялось, в силу чего отображение всего набора таксационных характеристик становится весьма громоздким. Достаточно заметить (по данным табл. 1), что только количество определений общей таксационной характеристики насаждений составило 277, количество же определений таксационных характеристик древостоев отдельных пород (совокупностей стволов) числом не менее 5 деревьев) составило 922.

Поэтому для общего обзора ниже в табл. 6 приведены только средние (за весь период наблюдений) таксационные признаки насаждений всей совокупности пробных площадей (с учетом их разбивки на секции).

Собранный материал довольно обширен и его всесторонний анализ еще предстоит произвести, но некоторые результаты получены уже к настоящему времени. В частности, проанализирован общий характер изменения состава насаждений пробных площадей, оценена средняя интенсивность роста, отмирания и пополнения древостоев и влияние этих процессов на изменение запасов древостоев. Настоящая работа имеет целью освещение полученных результатов.

**Таблица 3.** Распределение числа древостоев по годам учета и древесным породам

Преобладающие породы	Годы учета						
	1972	1976	1981	1986	1991	1996	2001
	Общее число древостоев						
Насаждения							
Любая	31	41	41	41	41	41	41
Из них насаждения с преобладанием (в момент заложения) отдельных пород							
Сосна	4	6	6	6	6	6	6
Осина	6	6	6	6	6	6	6
Береза	4	4	4	4	4	4	4
Липа	10	11	11	11	11	11	11
Дуб	2	2	2	2	2	2	2
Клен	5	6	6	6	6	6	6
Осокорь	—	2	2	2	2	2	2
Тополь белый	—	1	1	1	1	1	1
Ольха черная	—	2	2	2	2	2	2
Ива белая	—	1	1	1	1	1	1
Древостои отдельных пород							
Сосна	4	6	6	6	6	6	6
Осина	12	11	11	9	10	10	10
Береза	9	9	9	9	9	8	8
Липа	27	29	29	29	29	29	29
Дуб	18	19	12	10	9	7	6
Клен	28	31	33	33	33	33	34
Ильм	22	23	20	21	20	21	20
Вяз	0	5	5	5	6	6	7
Осокорь	—	4	4	4	4	3	3
Тополь белый	—	1	1	1	1	1	1
Ольха черная	—	3	3	3	3	3	3
Ива белая	—	1	1	1	1	1	1
Ива козья	0	0	1	1	1	0	0
Всего	120	142	135	132	132	128	127

Примечание. проставлен в тех случаях, когда данные породы не были представлены в насаждениях обследовавшихся пробных площадей. Ноль проставлен в тех случаях, когда число стволов данной породы на каждой из обследовавшихся пробных площадей было менее 5.

**Таблица 4.** Количество обмеренных высот деревьев

Порода	Количество измерений, выполненных		
	в 1983 г.		в 2001 г.
	высоты до усыхания вершины	высоты заменившей вершины	
Сосна	244	—	191
Осина	281	—	151
Береза	247	2	220
Липа	610	14	606
Дуб	97	67	13
Клен	601	445	585
Ильм	29	12	17
Вяз	61	—	29
Осокорь	62	—	37
Тополь белый	20	—	11
Ива белая	59	—	32
Ольха черная	59	—	25
Всего	2318	540	1917

#### Динамика состава насаждений

Обычно в лесной практике состав насаждений характеризуется формулой состава. В ней

перед условным обозначением каждой породы проставляется доля запаса стволов этой породы, выраженная в десятых долях. Перед обозначе-

**Таблица 5.** Расшифровка условных обозначений (УО) древесных пород

УО	Названия пород	УО	Названия пород
С	Сосна обыкновенная	Тч	Тополь черный (осокорь)
Ос	Осина	Тб	Тополь белый (серебристый)
Б	Береза повислая	Иб	Ива белая (ветла)
Лп	Липа мелколистная	Ик	Ива козья (бредина)
Д	Дуб летний	Ол	Ольха клейкая
Кл	Клен остролистный	Рб	Рябина обыкновенная
Ил	Ильм горный	Че	Черемуха обыкновенная
Вя	Вяз гладкий	Яб	Яблоня лесная
		ВС	Все породы (любая порода)

**Таблица 6.** Средние таксационные показатели насаждений пробных площадей

Преобладающая порода <sup>1)</sup>	Густота, шт./га	Размеры среднего дерева		Возраст, лет	Класс бонитета	Полнота		Запас стволов, м <sup>3</sup> /га		Число определений
		Диаметр, см	Высота, м			Абсолютная, кВ.м/га	Относительная	Живых деревьев	Сухостоя	
Насаждения с преобладанием любой породы										
ВС	930	21,22	18,68	76	III	28,044	0,94	242,99	20,78	277
В том числе с преобладанием отдельных пород										
С	711	23,06	20,16	116	IV	32,645	0,97	304,73	8,19	40
Ос	1385	17,62	19,11	54	I	31,208	1,09	288,34	34,31	42
Б	1281	16,70	18,53	49	I	25,829	1,05	225,63	9,07	28
Лп	1069	18,91	16,71	71	III	26,440	0,88	210,52	21,33	76
Д	713	20,50	18,00	81	III	23,577	0,78	195,29	54,64	14
Кл	624	23,79	17,91	86	III	23,346	0,77	192,35	17,79	41
Тч	337	35,40	29,07	93	I	31,739	0,88	296,88	24,26	12
Тб	626	29,34	21,85	93	II	41,626	1,44	360,27	7,91	6
Иб	505	35,20	26,90	93	I	47,790	1,36	446,17	35,90	6
Ол	703	18,88	12,17	49	III	18,384	0,84	142,29	5,85	12

<sup>1)</sup> Имеется в виду порода, преобладавшая в составе древостоя в момент заложения пробной площади.

ниями пород, запас которых составляет от 0,5% до 5% общего запаса, ставится знак «+», а менее 0,5% - знак «ед.» (сокращение от слова «единично»). Такое грубое отображение участия различных пород в составе насаждения позволяет отразить только его очень значительные изменения. Поэтому для выявления более тонких изменений состава насаждений было решено характеризовать участие каждой породы не в десятых, а в тысячных долях – промилле (%). Кроме того, поскольку специального изучения формы стволов не проводилось, нельзя было считать вычисленные показатели запаса достаточно надежными и объективными показателями для суждения о динамике древостоя. Поэтому участие породы в составе характеризовалось тысячными долями абсолютной полноты – суммы площадей сечения стволов. Именно эти данные и приведены в табл. 7.

Рассматривая приведенные данные, необхо-

димо иметь в виду, что в связи с заложением в 1976 г. дополнительных пробных площадей изменения среднего состава насаждений пробных площадей к этому году связаны именно с этим обстоятельством, а не с природными процессами. Но после 1976 г. набор пробных площадей оставался неизменным, и изменения участия пород в составе насаждений отражают процессы реального развития насаждений. Из приведенных данных можно видеть, что наиболее стабильным было участие в составе всех насаждений: сосны (124-127%), березы (84-93%), ольхи (42-45%) и тополей - черного (45-52%) и серебристого (17-18%). Не очень велик также размах колебаний во времени среднего участия клена (164-196%). Однако при этом прослеживается явное снижение участия клена от 1976 к 1986 г. и последующее увеличение к 2001 г. Заметно возрастало за период наблюдений участие в составе насаждений липы (с 223 до 289%), ильма (с 17 до 26%)

**Таблица 7.** Породный состав насаждений пробных площадей

По- ро- ды	Участие пород в общей полноте по годам, %.							В среднем	
	Годы обследований								
	1972	1976	1981	1986	1991	1996	2001		
Пор.	1972	1976	1981	1986	1991	1996	2001	Средн.	
В среднем на всех пробных площадях									
С	104	127	127	126	126	125	124	123	
Ос	187	134	135	130	122	105	97	128	
Б	108	84	89	90	91	92	93	92	
Лп	269	223	268	284	287	289	290	273	
Д	98	79	47	41	35	32	31	50	
Кл	211	189	171	164	172	184	196	183	
Ил	22	17	16	18	22	27	25	21	
Вя	0	17	16	16	17	21	22	16	
Тч	—	50	52	51	51	46	46	44	
Тс	—	17	18	18	18	17	17	15	
Ол	—	42	42	43	42	44	45	38	
Иб	—	20	18	18	17	17	15	16	
Ик	2	1	1	1	1	0	0	1	
Рб	0	0	0	0	0	0	0	0	
Че	0	0	0	0	0	0	0	0	
Яб	0	0	0	0	0	0	0	0	
В насаждениях с преобладанием Сосны									
С	786	853	855	847	844	839	832	839	
Б	68	47	50	51	53	53	55	53	
Лп	72	47	48	49	48	48	49	51	
Д	7	4	1	1	1	1	1	2	
Кл	66	48	45	51	52	58	62	54	
Ил	1	0	0	0	0	0	0	0	
Вя	0	1	1	1	1	1	1	1	
Яб	0	0	0	0	0	0	0	0	
В насаждениях с преобладанием Осины									
Ос	761	752	756	740	702	601	544	694	
Б	56	54	56	56	60	63	65	58	
Лп	87	91	92	100	111	143	157	112	
Д	12	11	5	4	5	6	5	7	
Кл	51	59	60	65	81	129	168	88	
Ил	32	33	31	35	41	57	59	41	
Вя	0	0	0	1	1	2	1	1	
Ик	1	0	0	0	0	0	0	0	
В насаждениях с преобладанием Березы									
Ос	182	145	141	132	118	112	118	135	
Б	651	675	703	713	710	706	706	695	
Лп	24	31	38	48	61	67	65	48	
Д	46	46	31	26	21	19	18	30	
Кл	72	84	65	56	63	69	68	68	
Ил	15	14	15	18	21	23	23	18	
Вя	1	1	1	1	1	1	1	1	
Ик	8	5	6	4	4	3	2	4	
Рб	0	0	0	0	0	0	0	0	
Че	1	1	2	2	1	0	0	1	
В насаждениях с преобладанием Липы									
С	9	8	9	8	8	8	8	8	
Ос	40	29	27	22	16	14	9	22	
Б	10	9	10	10	11	11	11	10	
Лп	478	474	556	579	578	574	574	546	
Д	126	118	65	57	50	42	38	70	
Кл	213	248	221	211	221	231	244	227	

## Окончание табл. 7

Ил	23	17	16	15	18	24	19	19
Вя	0	4	4	5	5	5	5	4
Ол	0	1	1	1	1	1	0	1
Ик	2	1	0	0	0	0	0	0
Рб	0	0	0	0	0	0	0	0
В насаждениях с преобладанием Дуба								
Ос	44	37	57	58	54	50	56	51
Б	9	5	10	10	10	12	12	9
Лп	198	206	300	308	331	338	332	287
Д	514	512	282	252	199	195	199	307
Кл	210	224	329	350	381	379	372	321
Ил	26	17	22	24	27	27	31	25
В насаждениях с преобладанием Клена								
Ос	1	0	0	0	1	2	2	1
Б	3	2	5	6	6	5	5	5
Лп	452	424	546	592	587	574	566	536
Д	90	98	74	64	55	53	55	69
Кл	627	601	508	467	467	473	486	516
Ил	26	40	32	38	49	58	52	42
Ик	0	0	3	1	1	2	0	1
Рб	0	0	0	0	0	0	0	0
Яб	0	2	0	0	0	0	0	0
В насаждении с преобладанием Ивы белой (ветлы)								
Иб	—	479	434	429	391	390	303	404
Вя	—	185	180	159	166	166	167	171
Тч	—	336	385	413	442	444	530	425
В насаждениях с преобладанием Ольхи								
Ос	—	5	5	5	5	6	7	5
Д	—	9	9	10	11	13	16	11
Кл	—	0	0	0	0	7	10	3
Ил	—	0	0	0	1	3	5	1
Вя	—	59	55	56	61	66	83	63
Тч	—	182	188	168	159	133	80	152
Тб	—	7	7	8	8	0	0	5
Ол	—	740	736	754	757	775	800	760
В насаждении с преобладанием Тополя белого (серебристого)								
Лп	—	8	9	10	11	13	15	11
Д	—	17	19	18	20	13	0	15
Кл	—	0	0	0	0	0	3	1
Вя	—	31	31	33	32	36	43	34
Тч	—	10	12	13	14	16	18	14
Тб	—	695	704	704	720	692	693	701
Ол	—	240	225	223	204	229	229	225
В насаждениях с преобладанием Тополя черного (осокоря)								
Б	—	13	15	19	25	41	46	26
Вя	—	149	140	151	163	224	219	174
Иб	—	174	162	164	157	152	154	160
Тч	—	666	685	667	655	583	582	640

**Примечание.** Прочерк проставлен в тех случаях, когда данные породы не были представлены в насаждениях обследовавшихся пробных площадей; ноль - когда участие данной породы в составе насаждений было менее 0,5%.

и вяза (с 16 до 21%). Очень четко прослеживается заметное снижение участия в составе насаждений дуба (с 79 до 32%) и осины (со 137 до 97%), а также ивы белой (с 20 до 15%).

Изменение участия отдельных пород в насаж-

дениях с преобладанием различных пород не было одинаковым. Так, в сосняках снижение участия клена к 1981 г. было незначительным, а в целом за период наблюдений проявилась заметная тенденция к увеличению его участия (с 48

до 62%). Еще более четко прослеживается увеличение участия клена в составе насаждений с исходным преобладанием осины (с 59 до 168%), а также дуба (с 224% в 1976 г., до 381% - в 1991 г. и 372% - в 2001 г.). Четко выражено снижение участия клена в период с 1976 до 1986 г. в насаждениях с исходным преобладанием в составе липы или клена, где дальнейшее увеличение его участия в составе было выражено слабо. Это изменение участия клена в составе насаждений, несомненно, обусловлено необычайно сильными морозами зимы 1978/1979 гг.

Этой зимой от мороза пострадали практически все древесные породы, но наиболее явным были повреждения из кустарников лещины и боярышника, кроны которых полностью отмерли до высоты снежного покрова, а из древесных пород – клена и дуба, которые летом 1979 г. до июля оставались полностью без листвы.

Совершенно иными причинами вызвано снижение участия осины в составе насаждений. Вся осина в лесах заповедника поражена сердцевинной гнилью, в силу чего ее древостои не могут доживать до высокого возраста.

Отмирание осины, поврежденной сердцевинной гнилью, как правило, проявляется в сломе стволов без образования сухостоя. Однако в последнее время в лесах заповедника получило широкое распространение усыхание осины. По-видимому, оно связано с отмеченным усилением повреждения листьев осины паршой. Усиленное отмирание осины привело к смене преобладающей породы в двух подконтрольных насаждениях.

Вообще за четверть века наблюдений изменение преобладающей породы в насаждениях наблюдалось не так уж редко. Во всяком случае в 12 насаждениях (из 41, представленных пробными площадями) преобладающая порода в 2001 г. стала не той, что была при начале наблюдений. Сведения о случаях смены преобладающей породы представлены в табл. 8.

Из приведенных в табл. 8 данных можно видеть, что в осиновых и дубовых лесах изменение степени участия породы, преобладавшей в составе в 70-е годы, к 2001 г. было весьма значительным: более чем в 2-3 раза. В кленово-липовых лесах изменение степени участия породы, преобладавшей при закладке пробной площади, не было столь значительным. В сущности, эти насаждения как имели почти равное участие липы и клена в составе, так и остались такими же. В общем же прослеживается вполне определенная тенденция к смене осиновых и дубовых лесов

**Таблица 8.** Изменение преобладающей породы с 1972 (1976) к 2001 г.

№№ пробных площадей (секций)	Преобладающая порода в насаждении					
	при заложении пробной площади в 1972 (в 1976) г.		в 2001 г.			
	порода	участие, % при закладке в 2001 г.	порода	участие, % при закладке в 2001 г.		
Осиновые леса						
03	Ос	668	267	Лп	154	401
20	Ос	879	209	Кл	40	462
Кленово-липовые леса						
08	Кл	548	212	Лп	385	672
09	Кл	437	349	Лп	430	598
13	Кл	517	421	Лп	448	535
31	Кл	337	304	Лп	322	440
11	Лп	523	478	Кл	396	510
22	Лп	426	444	Кл	388	517
32В	Лп	451	454	Кл	444	463
Дубовые леса						
25	Д	688	292	Лп	171	397
28	Д	339	105	Кл	344	531
Ивовый лес						
35В	Иб	479	303	Тч	336	530

кленово-липовыми или липово-кленовыми. Изменение преобладающей породы в насаждении из ветлы и осокоря связано, по-видимому, с большей долговечностью осокоря (тополя черного) по сравнению с ветвой (ивой белой).

#### Прирост по диаметру среднего дерева

Мерой интенсивности процесса роста древостоя служит его прирост. Как уже упоминалось выше, под приростом (по какому-либо таксационному признаку) понимается изменение таксационного признака, происходящее в результате роста стволов деревьев, образующих древостой. Разумеется, рост деревьев вызывает изменение многих таксационных признаков. Разработанная нами система определений позволяет оценить величину прироста по любому количественному таксационному признаку, однако информативность найденных показателей прироста по разным таксационным признакам далеко не одинакова. Заметим, например, что годичный прирост по такому таксационному признаку, как возраст, тождественно равен 1 для любого периода, любой породы в любом насаждении. Действительно, возраст каждого дерева за 1 год увеличивается

на 1 год и ровно на 1 год за год он увеличится в среднем для всех деревьев, доживших до конца периода.

Рост деревьев выражается в увеличении размера стволов, увеличении их диаметров, высот и объемов. Но если диаметры стволов измеряются непосредственно у каждого дерева, входящего в древостой, то высота оценивается путем экстраполяции выявленных эмпирических зависимостей на основании выборочного измерения высот, а объем - на основании подбора соответствующих массовых таблиц. В силу этого прирост по высоте и запасу древостоя будут в значительной степени определяться погрешностями оценки этих показателей и не могут достаточно надежно и объективно отражать процесс роста древостоя. Поэтому целесообразно сосредоточить внимание на приросте диаметру среднего дерева. Абсолютный прирост по диаметру измеряется в *мм/год*. В табл. 9 приводятся данные о приросте различных пород по диаметру среднего дерева в насаждениях пробных площадей. Кроме самих показателей прироста в табл. 9 приведены сведения о количестве выполненных определений величины прироста, по которым были найдены усредненные значения.

Из данных табл. 9 можно видеть, что в среднем для всех пород прирост по диаметру среднего дерева за весь период наблюдений составлял около *2 мм/год* (2,22). Наибольшей скоростью роста по диаметру за весь период наблюдений отличался осокорь, а наименьшей – сосна. По величине прироста по диаметру древесные породы (представленные достаточно крупными совокупностями стволов на пробных площадях) расположились (от наибольшего до наименьшего) в следующий ряд:

Осокорь (4,00), Тополь серебристый (3,01), Осина (2,78), Ильм (2,60), Ветла (2,46), Береза (2,29), Дуб (2,28), Клен (2,22), Ива козья (1,98), Ольха (1,94), Липа (1,90), Вяз (1,82), Сосна (1,26).

При этом насаждения по величине среднего прироста всех пород в насаждениях с преобладанием различных пород расположились несколько в ином порядке. Наибольшим приростом отличались насаждения с преобладанием осокоря (3,26). На втором месте оказались осинники (2,82), далее в убывающем порядке следуют дубняки (2,54), насаждение с преобладанием серебристого тополя (2,51), клена (2,38), березы и ветлы (2,32), липняки (2,10), ольшаники (1,84) и на последнем месте – сосняки (1,22).

Средняя скорость роста отдельных пород в насаждениях различного состава обнаружила за-

метные различия. Так, осина наибольший прирост (в среднем за весь период наблюдений) обнаружила в березняках (3,33), несколько ниже был прирост осины в насаждениях с преобладанием клена (2,98) и осины (2,89) и заметно ниже - в липняках (1,27). Средняя скорость роста березы по диаметру была наибольшей в осинниках (3,00), более низкой - в березняках (2,51) и липняках (2,23) и самой низкой - в сосняках (1,54). Средний прирост липы за весь период наблюдений был наибольшим в насаждениях с преобладанием дуба (2,21) или клена (2,12), несколько меньшим - в осинниках (1,97) и липняках (1,95) самым низким - в сосняках (1,19) и березняках (1,17). Дуб в среднем за весь период наиболее быстро рос по диаметру в дубняках (2,51), медленнее - в липняках (2,26) и еще медленнее - в березняках (1,65). Прирост клена в среднем за весь период наблюдений оказался наибольшим в насаждениях с преобладанием дуба (2,76), несколько меньшим - в осинниках (2,62), еще ниже - в насаждениях с преобладанием клена (2,52) или липы (2,39). Минимальной скоростью роста клена по диаметру была в березняках (1,38) и сосняках (1,37). Средняя скорость роста по диаметру ствала ильма была наибольшей в липняках (2,74), несколько меньшей - в осинниках (2,70) и насаждениях с преобладанием клена (2,63) и дуба (2,43). Медленнее всего ильм рос в березняках (2,11).

По данным табл. 9 можно также проследить соотношение скорости роста насаждений в разные пятилетия общего периода наблюдений. Правда, при этом нельзя сбрасывать со счета изменения наборов данных, по которым произошло усреднение прироста. Особенно велики различия за начальный (1972-1976 гг.) и последующие периоды в наборах насаждений, а также в наборах древостоев Сосны, Дуба, Клена. Поэтому при рассмотрении динамики прироста данные о приросте вышеуказанных пород за начальный (первый) период обычно исключались.

Наивысший прирост сосны по диаметру отмечался в третьем периоде (1981-1986 гг. - 1,43), а наименьший - в пятом (1991-1996 гг. - 0,85). Соотношение прироста осины за разные периоды в насаждениях с преобладанием разных пород не было одинаковым. Так, в осинниках и березняках максимум прироста осины отмечался в первом и втором периодах (1972-1976 гг. и 1976-1981 гг. - 3,62 и 5,28 соответственно), а минимум - в четвертом (1986-1991 гг. - 1,23 и 0,94). В насаждениях с преобладанием липы, наоборот, наибольший прирост осины имел место в четвертом пе-

**Таблица 9.** Средний периодический прирост по диаметру среднего дерева на пробных площадях

По- ро- ды	Средний годичный прирост по диаметру среднего дерева, мм/год за период (Z) и число определений (n), прироста по периодам													
	1972-1976		1976-1981		1981-1986		1986-1991		1991-1996		1996-2001			
	Z	n	Z	n	Z	n	Z	n	Z	n	Z	n		
Пор.	1972-1976		1976-1981		1981-1986		1986-1991		1991-1996		1996-2001			
	В насаждениях с преобладанием любой породы													
ВС	2,48	31	2,16	41	2,57	41	1,97	41	2,11	41	2,10	41	2,22	237
С	1,82	4	1,28	6	1,43	6	1,31	6	0,85	6	1,03	6	1,26	34
Ос	3,37	11	3,67	11	2,93	9	1,09	10	2,23	10	3,27	10	2,78	61
Б	2,84	9	2,37	9	2,51	9	2,26	9	2,13	8	1,52	8	2,29	52
Лп	1,98	27	1,68	29	2,37	29	1,67	29	1,94	29	1,77	29	1,90	172
Д	3,01	18	2,48	12	2,18	10	1,15	9	1,67	7	2,24	6	2,28	62
Кл	2,40	29	1,91	33	2,13	33	2,02	33	2,49	33	2,40	34	2,22	195
Ил	1,77	22	1,85	20	3,23	21	3,16	20	3,26	21	2,35	19	2,60	123
Вя	—	0	0,86	5	1,98	5	1,83	6	2,24	6	2,01	7	1,82	29
Тч	—	0	4,71	4	3,88	4	4,16	4	3,04	3	3,98	2	4,00	17
Тб	—	0	4,13	1	2,69	1	3,78	1	1,82	1	2,63	1	3,01	5
Ол	—	0	1,95	3	3,03	3	2,64	3	1,48	3	1,26	3	1,94	15
Иб	—	0	1,01	2	2,85	2	2,75	2	3,23	2	2,45	2	2,46	10
Ик	—	0	0,00	1	2,87	1	3,07	1	—	0	—	0	1,98	3
	В насаждениях с преобладанием Сосны обыкновенной													
ВС	1,50	4	1,07	6	1,41	6	1,31	6	0,97	6	1,14	6	1,22	34
С	1,82	4	1,28	6	1,43	6	1,31	6	0,85	6	1,03	6	1,26	34
Б	1,82	2	1,34	2	1,81	2	1,51	2	0,87	2	1,89	2	1,54	12
Лп	1,28	2	1,42	2	1,54	2	0,73	2	1,10	2	1,07	2	1,19	12
Кд	1,38	4	1,49	4	1,58	4	1,03	4	1,51	4	1,22	4	1,37	24
	В насаждениях с преобладанием Осины													
ВС	3,23	6	3,09	6	2,92	6	1,41	6	2,81	6	3,46	6	2,82	36
Ос	3,62	6	3,61	6	3,28	6	1,23	6	2,29	6	3,29	6	2,89	36
Б	3,65	1	2,53	1	3,99	1	1,79	1	3,47	1	2,57	1	3,00	6
Лп	2,11	6	1,48	6	1,67	6	1,53	6	2,43	6	2,61	6	1,97	36
Д	2,65	2	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	2,65	2
Кд	2,68	4	1,89	6	2,14	6	2,01	6	3,51	6	3,49	6	2,62	34
Ил	2,34	5	1,72	5	2,55	6	2,84	6	3,40	6	3,18	5	2,70	33
Вя	—	0	—	0	—	0	1,12	1	3,13	1	0,00	1	1,42	3
	В насаждениях с преобладанием Бересы повислой													
ВС	3,10	4	3,14	4	2,24	4	1,90	4	2,35	4	1,23	4	2,32	24
Ос	4,59	3	5,28	3	2,50	2	0,94	2	2,01	2	3,09	2	3,33	14
Б	3,48	4	3,11	4	2,52	4	2,17	4	2,56	4	1,20	4	2,51	24
Лп	1,23	2	1,01	2	0,93	2	1,50	2	1,63	2	0,69	2	1,17	12
Д	1,79	3	2,35	1	1,19	1	1,34	1	1,14	1	1,82	1	1,65	8
Кд	1,47	4	1,55	4	0,73	4	1,40	4	2,04	4	1,10	4	1,38	24
Ил	2,94	2	1,59	2	2,12	3	2,27	3	2,98	3	0,85	3	2,11	16
Ик	—	0	0,00	1	2,87	1	3,07	1	—	0	—	0	1,98	3
	В насаждениях с преобладанием Липы мелколистной													
ВС	2,48	10	1,82	11	2,60	11	1,92	11	1,96	11	1,88	11	2,10	65
Ос	0,77	2	1,44	2	1,64	1	1,69	1	0,91	1	1,54	1	1,27	8
Б	2,15	2	1,83	2	2,43	2	3,40	2	1,64	1	1,02	1	2,23	10
Лп	2,20	10	1,74	11	2,68	11	1,73	11	1,71	11	1,66	11	1,95	65
Д	4,05	8	2,43	8	1,52	6	1,27	6	1,32	4	1,66	3	2,26	35
Кд	2,81	10	1,99	11	2,44	11	2,29	11	2,38	11	2,47	11	2,39	65
Ил	1,56	9	2,29	6	4,41	6	3,43	5	3,55	5	1,65	4	2,74	35
Вя	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	1,78	1	1,78	1
	В насаждениях с преобладанием Дуба летнего													
ВС	2,54	2	2,65	2	3,01	2	1,75	2	2,23	2	3,02	2	2,54	12
Лп	2,13	2	2,15	2	2,62	2	1,97	2	1,99	2	2,38	2	2,21	12
Д	3,03	2	2,33	2	3,08	2	0,68	2	2,62	2	3,32	2	2,51	12

Окончание табл. 9

По- ро- ды	Средний годичный прирост по диаметру среднего дерева, мм/год за период (Z) и число определений (n), прироста по периодам											
	1972-1976		1976-1981		1981-1986		1986-1991		1991-1996		1996-2001	
	Z	n	Z	n	Z	n	Z	n	Z	n	Z	n
Пор.	1972-1976		1976-1981		1981-1986		1986-1991		1991-1996		1996-2001	
Кд	2,92	2	3,33	2	3,38	2	2,01	2	2,23	2	2,84	2
Ил	1,05	1	2,48	1	1,43	1	-	0	3,79	1	3,38	1
В среднем												
ВС	2,34	5	1,93	6	3,01	6	2,35	6	2,48	6	2,17	6
Ос	-	0	-	0	-	0	0,00	1	3,68	1	5,26	1
Лп	1,89	5	1,95	6	3,16	6	1,95	6	2,25	6	1,49	6
Д	2,54	2	3,34	1	5,32	1	-	0	-	0	-	0
Кд	2,72	5	1,84	6	2,40	6	2,63	6	2,69	6	2,86	6
Ил	1,28	5	1,49	6	3,65	5	3,69	6	2,94	6	2,71	6
В насаждениях с преобладанием Клена остролистного												
ВС	-	0	2,65	2	3,35	2	3,25	2	3,37	2	3,67	2
Вя	-	0	1,33	2	2,74	2	2,85	2	3,34	2	3,35	2
Тч	-	0	4,22	2	3,90	2	3,67	2	4,78	1	4,48	1
Иб	-	0	,70	1	4,21	1	3,33	1	4,52	1	3,46	1
В насаждении с преобладанием Тополя черного (осокоря)												
ВС	-	0	3,23	1	2,55	1	3,03	1	1,75	1	2,00	1
Вя	-	0	0,63	1	1,46	1	0,56	1	0,86	1	1,84	1
Тб	-	0	4,13	1	2,69	1	3,78	1	1,82	1	2,63	1
Ол	-	0	2,56	1	2,95	1	2,36	1	1,98	1	1,46	1
В насаждении с преобладанием Ольхи черной												
ВС	-	0	1,95	2	2,96	2	2,77	2	1,20	2	1,25	2
Кл	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	1,33	1
Вя	-	0	0,43	1	1,16	1	1,72	1	0,32	1	1,44	1
Тч	-	0	4,84	1	2,44	1	2,85	1	0,55	1	-	0
Ол	-	0	1,65	2	3,06	2	2,77	2	1,24	2	1,17	2
В насаждении с преобладанием Ивы белой (ветлы)												
ВС	-	0	1,62	1	2,44	1	3,01	1	2,40	1	2,14	1
Вя	-	0	0,58	1	1,79	1	1,85	1	2,45	1	2,27	1
Тч	-	0	5,56	1	5,30	1	6,45	1	3,78	1	3,47	1
Иб	-	0	0,33	1	1,48	1	2,16	1	1,95	1	1,44	1

риоде (1,69), а наименьший - в первом (0,77).

Также различным было соотношение скорости роста по диаметру стволов бересы в насаждениях различного состава. В осинниках наибольшая скорость роста бересы по диаметру стволов была отмечена в третьем периоде (1981-1986 гг. - 3,99), а наименьшая - в четвертом (1986-1991 гг. - 1,79). В насаждениях с преобладанием бересы эта порода наиболее быстро росла в первом периоде (1972-1976 гг. - 3,48), а медленнее всего - в шестом (1996-2001 гг. - 1,20).

В липняках максимум роста бересы по диаметру отмечен в четвертом периоде (1986-1991 гг. - 3,40), а минимум - в шестом (1996-2001 гг. - 1,02). И, наконец, в сосновых насаждениях наибольшая скорость роста бересы отмечена в последнем периоде (1996-2001 гг. - 1,89), а наименьшая - в пятом (1991-1996 гг. - 0,87).

Наибольший прирост липы отмечен в третьем

периоде (1981-1986 гг.) в насаждениях с преобладанием клена (3,16), липы (2,68), дуба (2,62), осины (1,64) и сосны (1,54). Только в березняках наибольшая скорость роста липы по диаметру ствола отмечена в пятом периоде (1991-1996 гг. - 1,63). Наименьший прирост отмечен в шестом периоде (1996-2001 гг.) в насаждениях с преобладанием липы (1,66), клена (1,49) и бересы (0,69), а также в четвертом (1986-1991 гг.) в дубняках (1,97) и сосновых (0,73) и втором периоде (1976-1981 гг.) - в осинниках (1,48).

Наибольшая скорость роста дуба по диаметру в среднем на всех пробных площадях и в насаждениях с преобладанием бересы наблюдалась во втором периоде (1976-1981 гг. - 2,48 и 2,35). В липняках наибольший прирост дуба отмечен в первом периоде (1972-1976 гг. - 4,05), а в дубовых насаждениях - в последнем (1996-2001 гг. - 3,32). Наименьшим приростом дуба по диамет-

ру характеризовался в большинстве насаждений четвертый период (1986-1991 гг.: 1,15 - в среднем во всех насаждениях, 0,68 - в дубняках и 1,27 - в липняках), а в березняках - пятый (1991-1996 гг. - 1,14).

В среднем для насаждений всех пробных площадей наибольшая скорость роста клена по диаметру стволов отмечена в пятом периоде (1991-1996 гг. - 2,49), а наименьшая - во втором (1976-1981 гг. - 1,93). Однако характер изменения скорости роста клена по диаметру сильно различался по насаждениям. Так, максимальный прирост клена по диаметру в липняках отмечен в первом периоде (1972-1976 гг. - 2,81), в дубняках и сосняках - в третьем (1981-1986 гг. - 3,38 и 1,58), в осинниках и березняках - в пятом (1991-1996 гг. - 3,51 и 2,04). Минимальный прирост клена по диаметру среднего дерева в насаждениях с преобладанием липы или клена отмечен во втором периоде (1976-1981 гг. - 1,99 и 1,84), в дубняках и осинниках - в третьем (1981-1986 гг. - 2,01 и 1,89), а в сосняках и березняках - в четвертом (1986-1991 гг. - 1,03 и 0,73).

Максимальный прирост ильма по диаметру среднего дерева в насаждениях с преобладанием любой породы, а также в дубняках, осинниках и березняках отмечен в пятом периоде (1991-1996 гг. - 3,26, 3,79, 3,40 и 2,98). Минимальный прирост ильма отмечен в среднем во всех насаждениях, а также в насаждениях с преобладанием осины или клена - во втором периоде (1976-1981 гг. - 1,85, 1,72 и 1,49).

Наиболее интенсивный рост по диаметру деревьев тополя черного отмечен в насаждениях с его преобладанием в период 1991-1996 гг. (4,78), а наименее интенсивный - в предыдущий (1986-1991 гг. - 3,67). В ольшанике тополь черный рос наиболее быстро в начальный период наблюдений (1976-1981 гг. - 4,84), к концу наблюдений (1991-1996 гг.) скорость его роста в ольшанике упала до минимума (0,55). В последнем периоде численность популяции осокоря в ольшанике сократилась ниже минимального уровня (5 стволов), и оценка его прироста стала совершенно ненадежной. Максимальный прирост осокоря был отмечен в насаждении с преобладанием ветлы в период 1986-1991 гг. (6,45), в предшествующие периоды осокорь в этом насаждении рос несколько медленнее (5,56 и 5,30), а в последующие - заметно слабее (3,78 и 3,47).

Прирост тополя серебристого оказался наибольшим в период 1976-1981 гг. (4,13), а наименьшим - в 1991-1996 гг. (1,82).

Прирост ольхи в 1976-1981 гг. был близок к

среднему за весь период наблюдений, в следующем периоде он достиг своего максимума, после чего неизменно уменьшался. Причем этот характер изменения прироста был аналогичным в обоих насаждениях со значительным участием этой породы.

Ветла обнаружила минимальную скорость роста по диаметру среднего дерева в период 1976-1981 гг., в следующее пятилетие ветла росла почти в 5 раз интенсивнее (1,48), а максимум ее прироста отмечен в 1986-1991 гг., после этого скорость ее роста снижалась (1,95 и 1,44).

Данные о приросте вяза за весь период наблюдений имеют стабильную репрезентативность только в пойменных насаждениях (с преобладанием осокоря, тополя серебристого, ольхи и ветлы). Более интенсивно вяз рос в насаждениях с преобладанием осокоря и ветлы (в среднем за период 1976-2001 гг. - соответственно, 2,72 и 1,79  $\text{мм}/\text{год}$ ). В ольшанике и в насаждении с преобладанием серебристого тополя его средний прирост за этот период был значительно меньшим (1,01 и 1,07  $\text{мм}/\text{год}$  соответственно). Для первой группы упомянутых насаждений характерно в целом от периода к периоду постепенное усиление скорости роста вяза. В насаждении с преобладанием серебристого тополя отмечено резкое (до минимума - 0,56) снижение прироста вяза в 1986-1991 гг., а в ольшанике - в 1991-1996 гг. (0,32).

Большое разнообразие в характере динамики прироста каждой из рассматривавшихся пород в разных насаждениях говорит о том, что она не была обусловлена влиянием какого-нибудь единого фактора, а была следствием различного влияния нескольких (вообще говоря, очень многих) факторов. Если очевидно, что метеорологические условия могут оказывать различное влияние на жизнь деревьев в разных условиях произрастания, то не вызывает сомнения и тот факт, что на рост одних пород может оказывать существенное влияние изменение в состоянии других пород в этом же насаждении. Так, при равном угнетающем воздействии метеорологических условий на две совместно произрастающие породы, сопутствующая порода, за счет ослабления угнетающего влияния преобладающей породы, может перенести его с меньшим ущербом. То есть, вполне резонно ожидать в динамике проявление влияния ценотических факторов, в первую очередь конкуренции как внутри популяции данной породы, так и со стороны популяций произрастающих совместно пород. Структура же популяций наиболее резко изменяется вследствие

отмирания (отпада) деревьев. Показатели этого процесса рассматриваются в следующем разделе.

Определенный интерес представляет общее направление изменения прироста во времени (тренд) и степень сходства динамики прироста древостоев различных пород. Этот вопрос изучался с помощью определения коэффициентов корреляции между рядами изменения отметок времени и рядами изменения прироста. Поскольку по части насаждений оценки были получены за 6 периодов, а по другим за 5, оценки для сравнения с ними использовались ряды с исключением данных за первый период. В табл. 10 приведены

дана корреляционная матрица временного ряда (Период) и рядов изменения среднего периодического прироста во всех насаждениях и насаждениях с преобладанием отдельных пород.

Критические значения коэффициентов корреляции для определенных уровней значимости естественно зависят от числа степеней свободы этой оценки. При сравнении двух рядов из 6 членов число степеней свободы равно 4, а при сравнении 5-членных рядов - 3. Соответствующие критические значения для пяти- и однопроцентного уровня значимости приведены в примечании к табл. 10.

**Таблица 10.** Объединенная корреляционная матрица динамики прироста древостоев насаждений с преобладанием различных пород (по данным за 6 периодов выше единичной диагонали и за 5 периодов – ниже нее)

Ряды	Период	ВС	С	Ос	Б	Лп	Д	Кл
Период	1,000	-0,591	-0,558	-0,078	-0,887	-0,506	-0,013	0,019
ВС	-0,402	1,000	0,661	0,465	0,414	0,938	0,575	0,602
С	-0,266	0,507	1,000	-0,110	0,162	0,799	0,082	0,442
Ос	0,127	0,393	-0,382	1,000	0,161	0,199	0,848	-0,127
Б	-0,843	0,201	-0,253	0,022	1,000	0,274	-0,083	-0,156
Лп	-0,257	0,915	0,704	0,063	-0,006	1,000	0,346	0,756
Д	-0,012	0,666	0,101	0,880	-0,102	0,405	1,000	0,157
Кл	-0,020	0,734	0,616	-0,117	-0,150	0,931	0,158	1,000
Тч	0,870	0,026	0,176	0,102	-0,911	0,233	0,179	0,424
Тб	-0,808	-0,024	0,390	-0,427	0,509	-0,069	-0,232	-0,275
Ол	-0,606	0,438	0,891	-0,568	0,162	0,608	-0,153	0,511
Иб	0,313	-0,164	0,512	-0,801	-0,479	0,249	-0,616	0,509
Окончание таблицы 10								
Ряды	...	Тч	Тб	Ол	Иб	Объем рядов	Критические значения коэффициента корреляции при уровне значимости	
...	...	...	...	...	...		1%	
Тч	...	1,000	–	–	–		5%	
Тб	...	-0,768	1,000	–	–		10%	
Ол	...	-0,232	0,662	1,000	–	6	0,882	
Иб	...	0,484	-0,085	0,452	1,000	5	0,934	
							0,805	
							0,687	

Из табл. 10 можно видеть, что корреляция прироста со временем (тренд прироста) в большинстве случаев была отрицательной. То есть, средний периодический прирост в общем со временем уменьшался, только в насаждениях с преобладанием осокоря (тополя черного) прирост древостоев в среднем обнаружил тенденцию к общему увеличению. Эта тенденция оказалась достаточно сильно выраженной. Во всяком случае оценка соответствующего коэффициента корреляции (0,870) превысила критическое значение для 5%-го уровня значимости (0,805). Наиболее четкая тенденция к общему снижению прироста проявилась в насаждениях с преобладанием берескы: за 5 периодов ее значимость превысила 5%, а за 6 - и 1-процентный уровень значимости

(соответствующие коэффициенты -0,843 и -0,887). Столь же явная тенденция к общему снижению прироста проявилась за 5 периодов наблюдений в насаждении тополя белого (-0,808). В остальных случаях преобладала тенденция общего снижения прироста, однако статистически она не была значимой.

Наибольшее сходство обнаружено между рядами динамики прироста, усредненного по всем насаждениям с динамикой прироста насаждений с преобладанием липы (0,938 для 6 и 0,915 для 5-членных рядов). Несколько меньшим было сходство общей динамики прироста с динамикой прироста в насаждениях с преобладанием клена (0,602 и 0,734). Весьма схожими были ряды динамики прироста в насаждениях с преобладанием

ем липы и клена (0,756 и 0,931), осины и дуба (0,848 и 0,880), сосны и липы (0,799 и 0,704), а также сосны и ольхи (0,891). Значимая отрицательная корреляция обнаружена между рядами изменения прироста в насаждениях с преобладанием осины и ивы белой (-0,801), а также бересеки и осокоря (-0,911).

Следует заметить, что прирост всего древостоя насаждения не тождественен приросту преобладающей породы, поэтому определенный интерес представляет сравнение прироста преобладающей породы с приростом насаждения. Однако во многих случаях динамика прироста древостоя преобладающей породы обнаружила тесную прямую корреляцию с динамикой прироста всего древостоя. Так в для насаждений с преобладанием осины оценки соответствующих коэффициентов корреляции оказались равными 0,921 для 6-членных и 0,914 - для 5-членных рядов. Для сосны и сосновок соответствующие оценки оказались равными 0,894 и 0,826, для липы и липняков - 0,878 и 0,957, для бересеки и березняков - 0,824 и 0,748 и для дуба и дубняков 0,657 и 0,883. Велика была корреляция динамики прироста ольховых древостоев и насаждений с преобладанием ольхи (0,986), а также соответствующие оценки для тополя белого (0,959) и ивы бе-

рёзы (0,767). Однако динамика прироста всего древостоя в насаждениях с преобладанием клена и динамика прироста кленовых древостоев корреляции не обнаружили (соответствующие коэффициенты 0,165 и 0,198 совершенно незначимо отличаются от нуля). Совершенно неожиданной оказалась заметная отрицательная корреляция динамики прироста древостоя всех пород в насаждениях с преобладанием осокоря динамики прироста древостоев осокоря (-0,620).

Ниже приводится корреляционная матрица рядов усредненных значений прироста древостоев отдельных пород.

Из табл. 11 можно видеть, что для большей части пород тренд прироста не получил достоверных оценок. Только для бересеки и сосны были получены значимые оценки тренда прироста по диаметру среднего дерева древостоя. Для бересеки этот показатель превысил 1%-й уровень значимости за 6 периодов (-0,915) и 5%-й - за 5 периодов (-0,858). Для сосны показатель отрицательного тренд превысил 5-процентный уровень значимости за 6 периодов (-0,844), но не достиг его - за 5 (-0,727) - при критическом значении 0,729, см. примечание к табл. 10). Тренд прироста по диаметру древостоев клена за 6 периодов не был значимым (0,394), но за 5 периодов об-

**Таблица 11.** Объединенная корреляционная матрица динамики прироста древостоев различных пород (по данным за 6 периодов выше единичной диагонали и за 5 периодов - ниже нее)

Ряды	Период	С	Ос	Б	Лп	Д	Кл	Ил
Период	1,000	-0,844	-0,370	-0,915	-0,196	-0,593	0,394	0,527
С	-0,727	1,000	0,253	0,799	0,276	0,577	-0,210	-0,475
Ос	-0,234	0,016	1,000	0,396	0,089	0,179	0,909	0,084
Б	-0,858	0,632	-0,147	1,000	-0,745	0,379	-0,231	-0,199
Лп	-0,136	0,263	0,142	0,397	1,000	0,247	0,236	0,351
Д	-0,294	0,111	0,995	-0,080	0,203	1,000	0,179	-0,813
Кл	0,856	-0,841	-0,033	-0,633	0,198	-0,093	1,000	0,057
Ил	0,255	-0,042	-0,729	0,267	0,542	-0,701	0,352	1,000
Вя	0,754	-0,440	-0,464	-0,339	0,437	-0,475	0,797	0,793
Тч	-0,603	0,673	0,339	0,178	-0,410	0,375	-0,856	-0,720
Тб	-0,653	0,661	0,030	0,334	-0,524	0,064	-0,930	-0,544
Ол	-0,616	0,874	-0,327	0,784	0,488	-0,230	-0,628	0,430
Иб	0,602	-0,326	-0,620	-0,119	0,469	-0,619	0,663	0,920
Окончание таблицы 11								
Ряды	...	Кл	Ил	Вя	Тч	Тб	Ол	Иб
...	...	...	...	...	...	...	...	...
Кл	...	1,000	0,057	-	-	-	-	-
Ил	...	0,352	1,000	-	-	-	-	-
Вя	...	0,797	0,793	1,000	-	-	-	-
Тч	...	-0,856	-0,720	-0,860	1,000	-	-	-
Тб	...	-0,930	-0,544	-0,840	0,932	1,000	-	-
Ол	...	-0,628	0,430	-0,078	0,261	0,357	1,000	-
Иб	...	0,663	0,920	0,967	-0,857	-0,760	0,104	1,000

щее повышение прироста со временем оказалось значимым на 5%-ом уровне (0,856). Тенденцию к нарастанию прироста проявили древостои вяза, хотя оценка соответствующего коэффициента корреляции (0,754) не превысила критического значения (0,805). Для древостоев остальных пород общий тренд прироста не был статистически значим: оценки соответствующих коэффициентов корреляции заключались в пределах от -0,653 до 0,602.

При парном сравнении рядов динамики прироста различных пород заметная прямая корреляция (превосходящая или приближающаяся к 5%-му уровню) проявилась в следующих парах: тополь черный и тополь белый (0,932), сосна и береза (0,799 и 0,632), сосна и ольха (0,874), береза и ольха (0,784), вяз и клен (0,797), вяз и ильм (0,793).

Выраженная отрицательная корреляция динамики прироста проявилась при сравнении в следующих парах: клен и тополь белый (-0,930), клен и осокорь (-0,856), дуб и ильм (-0,813 и -0,701), тополь белый и ветла (-0,760), осина и ветла (-0,620).

Существенные различия в оценках корреляции при анализе за 6 и за 5 периодов были получены при сравнении рядов динамики прироста в следующих парах пород: осина и ильм (0,179 и 0,995), осина и клен (0,909 и -0,033), липа и береза (-0,745 и 0,397), а также клен и сосна (-0,210 и -0,841). В остальных сравнениях рядов изменения прироста древостоев различных пород их заметной корреляции как прямой, так и обратной, не наблюдалось.

### **Изреживание древостоев**

Об интенсивности отмирания деревьев наиболее удобно судить по средней величине относительного отпада за отдельные периоды. При этом под относительным отпадом понимается величина относительного припада, определенная по формулам (2) и (14), взятая с обратным знаком. Данные об относительном отпаде приведены в табл. 12. В ней кроме величины относительного отпада по сумме площадей сечения стволов приведены и количества данных по отдельным категориям древостоев и периодам. Из приведенных в ней материалов можно видеть, что в среднем за весь период наблюдений в результате отпада сумма площадей сечения стволов (абсолютная полнота) сокращалась на 1,7-11 % в год.

При сравнении средней интенсивности отмирания древостоя за весь период наблюдений в насаждениях с преобладанием различных пород,

из табл. 12 можно видеть, что наиболее интенсивно оно происходило в осинниках, а наименее – в сосновых. По степени возрастания интенсивности отмирания (от наименьшей до наибольшей) насаждения с преобладанием различных пород можно расположить в следующий ряд:

сосновые (0,46) - березняки (1,17) - осокорники (1,62) - липняки (1,64) - ольшаники (1,91) - тополовые насаждения (1,91) - кленовые насаждения (1,97) - ветловые насаждения (2,02) - дубняки (2,46) - осинники (2,79).

По средней интенсивности отпада древостои отдельных пород (от наименьшей до наибольшей) расположились в следующий ряд:

сосна (0,33) - береза (0,64) - липа (0,95) - осокорь (1,27) - вяз (1,59) - ольха (1,82) - клен (1,93) - ветла (2,29) - осина (3,71) - ильм (3,90) - дуб (4,13% в год).

По периодам интенсивность отмирания существенно изменялась. В среднем по всем насаждениям она была максимальной во втором периоде, а минимальной – в первом. Такое соотношение интенсивности отмирания древостоя наблюдалась в насаждениях с преобладанием сосны, березы, липы, дуба и клена. Иным оно было в осинниках и пойменных лесах. В осинниках и осокорниках наиболее интенсивно отмирание проходило в пятом периоде, а в насаждениях с преобладанием тополя серебристого, ольхи и ветлы – в шестом.

Характер изменения интенсивности отпада по периодам изучался путем оценки корреляции временных рядов значений относительного отпада, усредненных по различным категориям древостоев с рядами отметок времени и между собой.

В табл. 13 приведено объединение корреляционных матриц средней величины относительного отпада в насаждениях с преобладанием различных пород. Этих матриц было две: одна – по расчетам за 6 периодов, другая – за 5.

Следует подчеркнуть, что приведенные в табл. 13 данные относятся к смешанным древостоям в насаждениях с преобладанием различных пород, а не к древостоям отдельных пород. Правда, у всех пород, кроме березы, наблюдалась высокая корреляция хода изменения интенсивности отпада древостоев отдельных пород с изменением интенсивности отпада древостоев всех пород в насаждениях с преобладанием данной породы. Так, коэффициент корреляции хода интенсивности отпада всего древостоя в сосновых и древостоев сосны составил 0,917 как при анализе данных за 6 периодов (1972-2001 гг.), так

**Таблица 12.** Относительный отпад по сумме площадей сечения стволов по периодам наблюдений

Пр- обл. пор.	Относительный отпад %год и число определений «п» в среднем за период													
	1972-1976		1976-1981		1981-1986		1986-1991		1991-1996		1996-2001		Нач.-2001	
	%год	п	%год	п	%год	п	%год	п	%год	п	%год	п	%год	п
Пор.	1972-1976		1976-1981		1981-1986		1986-1991		1991-1996		1996-2001		Нач.-2001	
	В среднем по древостою всех пород													
ВС	1,030	31	3,157	41	1,383	41	1,347	41	1,660	41	1,526	41	1,711	236
	В среднем по древостою в насаждениях с преобладанием отдельных пород													
С	0,359	4	0,684	6	0,187	6	0,335	6	0,254	6	0,883	6	0,456	34
Ос	1,796	6	1,853	6	2,128	6	3,071	6	5,029	6	2,841	6	2,787	36
Б	0,585	4	1,766	4	1,158	4	1,501	4	1,153	4	0,869	4	1,172	24
Лп	0,918	10	4,045	11	1,682	11	1,083	11	0,923	11	1,110	11	1,638	65
Д	1,349	2	8,121	2	1,496	2	2,050	2	1,073	2	0,691	2	2,464	10
Кл	1,097	5	6,506	6	1,823	6	0,843	6	0,583	6	0,824	6	1,970	35
Тч	—	0	0,979	2	1,167	2	1,115	2	4,043	2	0,796	2	1,620	10
Тс	—	0	1,777	1	0,836	1	1,029	1	2,535	1	3,394	1	1,914	5
Ол	—	0	1,065	2	0,870	2	1,454	2	2,055	2	4,122	2	1,913	10
	В среднем по древостоям отдельных пород													
	В среднем по древостоям сосны													
ВС	0,263	4	0,345	6	0,097	6	0,195	6	0,177	6	0874	6	0,329	34
С	0,263	4	0,345	6	0,097	6	0,195	6	0,177	6	0874	6	0,329	34
	В среднем по древостоям осины													
ВС	2,738	11	2,299	11	2,579	9	3,859	10	5,782	10	5,134	11	3,711	61
Ос	2,045	6	1,714	6	2,424	6	3,652	6	7,308	6	5,228	6	3,728	36
Б	1,882	3	3,471	3	2,352	2	5,066	2	4,630	2	3,780	2	3,408	14
Лп	6,099	2	2,297	2	3,966	1	6,544	1	4,718	1	9,386	1	5,176	8
Кл	—	0	—	0	—	0	0,000	1	0,000	1	3,028	1	1,009	3
	В среднем по древостоям березы													
ВС	0,489	9	0,479	9	0,614	9	0,739	9	1,044	8	0,511	8	0,641	52
С	1,023	2	0,593	2	0,689	2	0,221	2	0,586	2	0,484	2	0,599	12
Ос	1,034	1	0,652	1	1,334	1	1,093	1	1,264	1	0,331	1	0,951	6
Б	0,330	4	0,462	4	0,705	4	1,278	4	1,044	4	0,698	4	0,753	24
Лп	0,000	2	0,315	2	0,000	2	0,000	2	1,735	1	0,000	1	0,236	10
	В среднем по древостоям липы													
ВС	0,581	27	1,405	29	1,010	29	0,989	29	0,710	29	0,997	29	0,953	172
С	0,659	2	1,231	2	0,325	2	0,684	2	0,417	2	0,441	2	0,626	12
Ос	0,579	6	2,079	6	1,651	6	2,053	6	1,094	6	1,678	6	1,522	36
Б	0,377	2	2,119	2	0,981	2	0,919	2	0,290	2	1,725	2	1,069	12
Лп	0,610	10	1,086	11	0,981	11	0,721	11	0,764	11	0,937	11	0,854	65
Д	0,378	2	1,264	2	1,863	2	1,459	2	0,722	2	0,632	2	1,053	12
Кл	0,659	5	1,181	6	0,373	6	0,387	6	0,462	6	0,492	6	0,591	35
	В среднем по древостоям дуба													
ВС	0,614	17	12,552	12	2,736	10	5,185	9	1,275	6	1,327	6	4,131	61
Ос	1,117	2	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	1,117	2
Б	0,239	3	4,426	1	3,957	1	5,232	1	0,803	1	3,410	1	2,318	8
Лп	0,626	8	13,040	8	2,719	6	4,879	6	1,601	4	1,518	3	4,739	35
Д	1,236	2	18,590	2	1,546	2	6,079	2	0,858	2	0,000	2	4,718	12
Кл	0,000	2	4,698	1	3,999	1	—	0	—	0	—	0	2,174	4
	В среднем по древостоям клена													
ВС	0,464	29	5,655	33	2,584	33	0,851	33	0,666	33	1,228	34	1,934	195
С	0,237	4	2,686	4	0,555	4	0,819	4	0,669	4	1,079	4	1,007	24
Ос	0,762	4	1,842	6	1,433	6	0,712	6	0,600	6	2,316	6	1,308	34
Б	0,054	4	7,745	4	3,904	4	1,145	4	0,820	4	1,274	4	2,490	24
Лп	0,393	10	6,518	11	3,117	11	0,833	11	0,652	11	1,016	11	2,114	65
Д	0,337	2	0,201	2	0,542	2	0,695	2	1,129	2	1,266	2	0,695	1
Кл	0,928	5	10,290	6	3,912	6	0,897	6	0,496	6	0,791	6	2,942	25
Ол	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	0,000	1	0,000	1

## Окончание табл. 12

Пре- обл. пор.	Относительный отпад %/год и число определений «п» в среднем за период													
	1972-1976		1976-1981		1981-1986		1986-1991		1991-1996		1996-2001			
Пор.	%/год	п	%/год	п	%/год	п	%/год	п	%/год	п	%/год	п		
Пор.	1972-1976	1976-1981	1981-1986	1986-1991	1991-1996	1996-2001	1996-2001	1996-2001	1996-2001	1996-2001	1996-2001	Нач.-2001		
В среднем по древостоям ильма														
ВС	5,253	22	6,267	20	1,920	21	3,473	20	2,534	21	4,016	19	3,904	123
Ос	2,890	5	5,084	5	3,315	6	2,980	6	2,177	6	5,225	5	3,540	33
Б	2,179	2	2,979	2	0,520	3	0,878	3	1,133	3	2,948	3	1,672	16
Лп	6,197	9	5,745	6	2,681	6	8,824	5	1,513	5	2,663	4	4,819	35
Д	11,420	1	0,501	1	0,000	1	–	0	0,000	1	2,980	1	2,980	5
Кл	5,913	5	9,832	6	0,557	5	0,804	6	4,863	6	4,617	6	4,501	34
В среднем по древостоям вяза														
ВС	–	0	1,340	5	1,740	5	0,522	6	0,910	6	3,413	6	1,588	28
Ос	–	0	–	0	–	0	0,000	1	0,000	1	6,266	1	2,089	3
Тч	–	0	2,256	2	1,958	2	1,133	2	0,963	2	2,938	2	1,850	10
Тс	–	0	0,000	1	0,000	1	0,000	1	0,000	1	0,977	1	0,195	5
Ол	–	0	0,528	1	1,018	1	0,000	1	1,111	1	1,649	1	0,861	5
Вт	–	0	1,663	1	3,766	1	0,865	1	2,423	1	5,707	1	2,885	5
В среднем по древостоям осокоря														
ВС	–	0	0,309	4	1,463	4	1,210	4	2,469	3	1,147	2	1,272	17
Тч	–	0	0,619	2	1,199	2	0,974	2	0,429	1	0,854	1	0,858	8
Ол	–	0	0,000	1	3,453	1	2,235	1	5,916	1	–	0	2,901	4
Вт	–	0	0,000	1	0,000	1	0,660	1	1,062	1	1,440	1	0,632	5
Древостой тополя серебристого														
Тс	–	0	1,448	1	0,519	1	0,549	1	3,073	1	3,351	1	1,788	5
В среднем по древостоям ольхи														
ВС	–	0	1,808	3	0,970	3	2,004	3	1,130	3	3,202	3	1,823	15
Тс	–	0	3,289	1	2,097	1	2,994	1	0,916	1	3,321	1	2,523	5
Ол	–	0	1,067	2	0,407	2	1,508	2	1,236	2	3,143	2	1,472	10
В среднем по древостоям ветлы														
–	–	0	2,006	2	0,541	2	2,413	2	1,504	2	4,987	2	2,290	10
Тч	–	0	1,322	1	0,637	1	2,090	1	2,101	1	0,482	1	1,326	5
Вт	–	0	2,691	1	0,445	1	2,736	1	0,908	1	9,492	1	3,254	5
Древостой ивы козьей														
Б	–	0	0,000	1	6,363	1	5,393	1	–	0	–	0	3,919	3

и за 5 (1976-2001 гг.)

Для остальных пород (кроме березы) соответствующие коэффициенты корреляции лежали в пределах от 0,808 до 0,973. Но ход изменения интенсивности отпада древостоев березы во всех насаждениях и ходом интенсивности отпада всех пород в насаждениях с преобладанием березы не был коррелирован. Оценки коэффициентов корреляции между ними оказались равными 0,124 при анализе данных за 6 и -0,167 при анализе данных за 5 периодов.

Существенный интерес представляет вопрос об общем направлении (тренде) изменения интенсивности отпада. Поскольку число периодов было небольшим, нельзя ожидать выявления высокой статистической значимости линейного тренда интенсивности отпада за период исследований. По характеру общего изменения интенсивности отпада насаждения с преобладанием

различных пород могут быть подразделены на 3 группы: с заметной тенденцией к снижению интенсивности опада, без заметного тренда и с выраженным усилением интенсивности отпада. При анализе данных за 5 периодов к первой группе могут быть отнесены древостои насаждений с преобладанием березы, липы, клена и дуба, в которых оценки соответствующих коэффициентов корреляции составили -0,817; -0,803; -0,797 и -0,785. В группу с нарастающей интенсивностью отпада попали насаждения с преобладанием ольхи (0,878), тополя белого (0,732), ивы белой (0,687) и осины (0,618). При анализе данных за 6 лет выраженного тренда интенсивности отпада в насаждениях с преобладанием каких либо пород выявлено не было.

При рассмотрении табл. 13 обращает на себя внимание высокая корреляция хода интенсивности отпада, усредненной по всем насаждениям,

**Таблица 13.** Корреляционная матрица рядов изменения интенсивности отпада древостоев насаждений с преобладанием различных пород между собою и временным рядом (выше единичной диагонали – данные анализа по 6 периодам, ниже – по 5 периодам)

Ряды	Ряды							
	Период	ВС	С	Ос	Б	Лп	Д	Кл
Период	1,000	-0,146	0,290	0,690	-0,010	-0,395	-0,455	-0,473
ВС	-0,621	1,000	0,447	-0,150	0,753	0,937	0,929	0,923
С	0,245	0,423	1,000	-0,244	0,053	0,357	0,322	0,350
Ос	0,618	-0,386	-0,342	1,000	0,027	-0,453	-0,402	-0,489
Б	-0,817	0,699	-0,080	-0,361	1,000	0,714	0,749	0,666
Лп	-0,803	0,941	0,328	-0,645	0,740	1,000	0,967	0,994
Д	-0,785	0,953	0,300	-0,533	0,856	0,970	1,000	0,977
Кл	-0,797	0,950	0,330	-0,623	0,751	0,999	0,976	1,000
Тч	0,291	-0,136	-0,491	0,904	-0,178	-0,363	-0,291	-0,344
Тб	0,732	0,053	0,681	0,387	-0,551	-0,200	-0,217	-0,190
Ол	0,878	-0,283	0,669	0,272	-0,717	-0,452	-0,476	-0,449
Иб	0,687	-0,127	0,838	-0,061	-0,562	-0,224	-0,269	-0,226
Окончание таблицы 13								
Ряды	...	Лп	Д	Кл	Тч	Тб	Ол	Иб
...	...	...	...	...	...	...	...	...
Кл	...	0,999	0,976	1,000	-	-	-	-
Тч	...	-0,363	-0,291	-0,344	1,000	-	-	-
Тб	...	-0,200	-0,217	-0,190	0,225	1,000	-	-
Ол	...	-0,452	-0,476	-0,449	-0,032	0,893	1,000	-
Иб	...	-0,224	-0,269	-0,226	-0,357	0,791	0,940	1,000

и в насаждениях с преобладанием липы, дуба или клена. При анализе данных за 6 периодов коэффициенты корреляции динамики опада в этих насаждениях колебались в пределах от 0,923 до 0,994, при анализе данных за 5 лет - от 0,941 до 0,999. То есть, во всех случаях оценки коэффициентов корреляции превышали 1%-й уровень значимости. Довольно значительным оказалось сходство рядов динамики отпада в насаждениях с преобладанием липы и березы (0,714 и 0,740 при анализе, соответственно 6 и 5-членных рядов). Еще одну группу насаждений со сходной динамикой отпада образовали насаждения сосны, ольхи, ветлы и белого тополя. Коэффициент корреляции динамики отпада составили в насаждениях с преобладанием ольхи и ветлы 0,940, ольхи и белого тополя - 0,893, сосны и ветлы - 0,838, ветлы и тополя белого - 0,791, сосны и тополя белого - 0,681 и сосны и ольхи - 0,669.

В табл. 14 приведена объединенная корреляционная матрица рядов отпада в древостоях отдельных пород. Из нее можно видеть, что при оценке тренда интенсивности отпада при анализе данных за 6 периодов (1972-2001 гг.) и за 5 периодов (1976-2001 гг.) результаты не были одинаковыми. По тем породам, у которых не наблюдалось резкое увеличение интенсивности отпада во втором периоде (1976-1981 гг.) оценки тренда по данным за 6 и за 5 периодов были практичес-

ки одинаковыми. Так, соответствующие оценки коэффициентов корреляции по сосне составили 0,503 и 0,575, по осине - 0,872 и 0,917, по березе - 0,472 и 0,341, по ильму - 0,517 и -0,367. По породам, у которых отпад во втором периоде был резко повышенным, различия в оценках тренда по данным за 6 и за 5 периодов были более значительными: по липе они составили -0,005 и -0,712, по дубу -0,329 и -0,802, по клену -0,347 и -0,821. Это вполне понятно, поскольку для этих пород при анализе данных за 5 периодов экстремальное значение показателя приходится на начало периода, а при анализе данных за 6 лет на внутреннюю точку отрезка периода оценки тренда.

По характеру тренда интенсивности отпада древостои всех пород могут быть подразделены на 3 группы: увеличивавшие интенсивность отпада, не выявившие заметного тренда интенсивности изменения отпада и снижавшие интенсивность отпада. К 1 группе могут быть отнесены древостои оси-ны (0,917 в 5-членном и 0,872 в 6-членном ряду), тополя серебристого (0,742) и ивы белой (0,659). Тенденция к ослаблению интенсивности отпада была выражена только в период с 1976 по 2001 гг. (в 5-членных рядах) у клена (-0,821), дуба (-0,802) и липы (-0,712). В остальных случаях тренд интенсивности отпада, усредненный по всем древостоям каждой породы, выражен не был.

**Таблица 14.** Корреляционная матрица рядов изменения интенсивности отпада древостоев различных пород между собою и временным рядом (выше единичной диагонали – данные анализа по 6 периодам, ниже – по 5 периодам)

Ряды	Ряды							
	Период	С	Ос	Б	Лп	Д	Кл	Ил
Период	1,000	0,503	0,872	0,472	-0,005	-0,329	-0,347	-0,517
С	0,575	1,000	0,365	-0,427	0,185	-0,086	-0,015	0,319
Ос	0,917	0,350	1,000	0,674	-0,374	-0,506	-0,579	-0,432
Б	0,341	-0,500	0,631	1,000	-0,379	-0,298	-0,425	-0,639
Лп	-0,712	0,152	-0,800	-0,826	1,000	0,873	0,883	0,332
Д	-0,802	-0,135	-0,714	-0,487	0,892	1,000	0,892	0,569
Кл	-0,821	-0,058	-0,793	-0,629	0,907	0,876	1,000	0,470
Ил	-0,367	0,398	-0,345	-0,580	0,822	0,837	0,717	1,000
Вя	0,468	0,857	0,178	-0,565	0,094	-0,313	-0,010	0,093
Тч	0,547	-0,313	0,713	0,895	-0,962	-0,795	-0,759	-0,811
Тб	0,742	0,655	0,797	0,228	-0,382	-0,409	-0,309	0,073
Ол	0,526	0,929	0,284	-0,512	0,205	-0,038	-0,123	0,451
Иб	0,659	0,949	0,453	-0,370	0,052	-0,164	-0,235	0,370
Окончание таблицы 14								
Ряды	...	Кл	Ил	Вя	Тч	Тб	Ол	Иб
...	...	...	...	...	...	...	...	...
Ил	...	0,717	1,000	-	-	-	-	-
Вя	...	-0,010	0,093	1,000	-	-	-	-
Тч	...	-0,759	-0,811	-0,203	1,000	-	-	-
Тб	...	-0,309	0,073	0,526	0,358	1,000	-	-
Ол	...	-0,123	0,451	0,672	-0,423	0,443	1,000	-
Иб	...	-0,235	0,370	0,689	-0,261	0,596	0,981	1,000

При парном сравнении рядов изменения интенсивности отпада по периодам можно подметить, что существуют пары со сходным изменением, в которых коэффициенты корреляции больше нуля и приближаются к 5%-му или, хотя бы, к 10%-му уровню значимости. Но есть и такие пары, которые проявляют заметную отрицательную корреляцию. Так, заметная прямая корреляция за 5 периодов отмечена между рядами изменения интенсивности отпада ольхи и ивы белой (0,981), сосны и ивы белой (0,949), сосны и ольхи (0,929), березы и осокоря (0,895), дуба и клена (0,876 - при анализе за 5 и 0,892 - при анализе за 6 периодов), сосны и вяза (0,857), липы и ильма (0,822), осины и тополя белого (0,797), осины и осокоря (0,713), вяза и ивы белой (0,689).

Обратная корреляция была выражена при анализе данных за 5 периодов только при сравнениях ряда изменения интенсивности отпада осины с аналогичными рядами липы (-0,800), клена (-0,793) и дуба (-0,714).

### Пополнение древостоев

В отличие от прироста, а, отчасти, и отпада, процесс пополнения древостоя до наших исследований почти не привлекал внимания лесоводов, и поэтому его мера и характеристики еще не по-

лучили общепринятой трактовки. В качестве меры пополнения древостоя предлагается считать число стволов тонкометра, подросших до минимальных учетных размеров за время наблюдений на 1 гектаре. Это позволяет говорить о суммарном (или общем) пополнении древостоя за период, выражаемом в *шт./га*, и о среднем периодическом пополнении за год, выражаемом в *шт./га·год*. В табл. 15 приводится оценка среднего пополнения древостоев насаждений пробных площадей за весь период наблюдений.

Как показал просмотр собранного материала, наиболее интенсивно пополнение древостоя происходит тогда, когда значительная часть деревьев приблизилась, но еще не достигла минимального учетного размера. В это время тонкометр бывает весьма многочисленным, значительная часть его отмирает, но многие экземпляры дорастают до учетного размера. В древостое большого возраста, когда уже сформировалось устойчивое распределение стволов по диаметру, причем минимальный диаметр зачастую оказывается больше минимального учетного размера, и пополнение оказывается возможным стволами другой породы. Таким образом, становится очевидной идея о зависимости интенсивности пополнения от состава насаждения и его возраста.

**Таблица.15.** Среднее годовое пополнение древостоев насаждений за весь период наблюдений

	На всех пробных площадях за 25 лет (1976–2001)				Только на пробных площадях, заложенных в 1972 г.							
					за 25 лет (1976–2001)				за 29 лет (1972–2001)			
	Во всех насаждениях с преобладанием любой породы в возрастной группе											
n	S	1	2	3	S	1	2	3	S	1	2	3
	41	9	23	9	31	7	16	8	31	7	16	8
Среднее годовое пополнение тонкомером отдельных пород, шт./га·год												
Всего в т.ч.:	7,8	19,9	4,2	4,6	8,3	19,1	5,1	5,1	10,1	28,2	4,9	4,8
C	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ос	0,4	1,8	0,1	0,0	0,6	2,3	0,1	0,0	1,2	5,1	0,1	0,0
Б	0,5	2,0	0,0	0,1	0,6	2,6	0,0	0,2	1,3	5,5	0,0	0,2
Лп	1,7	4,4	1,2	0,5	2,2	5,6	1,6	0,5	2,5	6,8	1,6	0,5
Д	0,0	0,2	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,3	0,0	0,1
Кл	1,9	4,5	0,8	2,1	2,4	5,6	1,0	2,4	2,9	7,9	1,1	2,3
Ил	1,7	1,6	1,8	1,8	2,2	2,1	2,4	2,0	2,0	2,0	2,1	1,7
Вя	0,2	0,2	0,2	0,0	0,1	0,3	0,0	5,1	0,1	0,2	0,0	0,0
Тч	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Тб	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ол	1,2	4,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Пр	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0

Примечание: n – число насаждений пробных площадей, по которому проведено усреднение величины среднего годового пополнения древостоя; Пр – прочие породы, среди которых встречались ива козья, яблоня лесная, черемуха или рябина и ни разу не была встречена ива белая (ветла).

Возрастные группы	Возраст насаждения при заложении пробной площади
S	был любым
1	не превышал 40 лет
2	был заключен в пределах от 41 до 80 лет
3	превышал 80 лет

Данные табл. 15 получены с учетом распределения насаждений по возрастным группам в момент заложения пробных площадей (см. примечание к таблице) и самого пополнения по породам. Аналогичные данные с учетом распределения насаждений по преобладающим породам приведены в табл. 16, но сначала обратим внимание на табл. 14. Из нее можно видеть, что за четверть века усредненная по всем насаждениям интенсивность пополнения древостояв составила около 8 стволов на 1 га/год. Заметим, что суммарное количество стволов, пополнивших древостой за четверть века, составляло в среднем около 200 стволов. Если учесть, что какая-то часть из них после этого жила и росла достаточно долго - до 25 лет, - следует признать, что роль этого процесса в жизни насаждения может оказаться весьма существенной. Высказанное выше предположение, что пополнение наиболее интенсивно должно происходить в молодых насаждениях, вполне подтверждается данными табл. 14. В насаждениях первой возрастной группы среднее пополнение превысило 20 стволов, в то время как в двух других оно было в 4 раза менее обильным.

Весьма интересна интенсивность пополнения древостоя различными породами. В список пород, принимавших участие в пополнении, включены лесообразующие породы, за исключением ивы белой (ветлы) и тополя белого, ни один тонкомерный стволик которых ни на одной пробной площади за все годы наблюдений ни разу не подрос до минимального учетного размера. Не включены в этот список крайне редко встречавшиеся в составе пополнения сопутствующие недолговечные породы: черемуха, яблоня, рябина и ива козья (бредина), вернее они объединены в группу «прочих» пород. Среди основных лесообразующих пород наибольшее участие в пополнении принимает клен остролистный - около 2 стволов. Немного уступает ему липа и ильм (по 1,7 ствола). При этом характерно, что пополнение ильмом практически одинаково в насаждениях всех трех возрастных групп, в то время как для пород, способных формировать в данных природных условиях насаждения с преобладанием в составе, наибольшая интенсивность пополнения отмечается в насаждениях первой возрастной группы. Следующими по интенсивности пополнения оказались ольха (1,2), береза (0,5), осина

(0,4). Ничтожной была интенсивность пополнения древостоев вязом (0,2), сосной, осокорем и «прочими породами» (черьмухой, рябиной, яблоней, брединой). И, наконец, вообще не принимали участие в этом процессе ветла и тополь сребристый.

После этого первого взгляда на рассматриваемый процесс можно перейти к рассмотрению его интенсивности в насаждениях с преобладанием различных пород. Соответствующие данные приведены в табл. 16.

Из табл. 16 можно видеть, что в большинстве случаев пополнение древостоя преобладающей породой было менее интенсивным, чем сопутствующими породами. Так, в насаждениях с преобладанием дуба, тополя черного, тополя белого и ивы белой пополнение древостоя происходило только сопутствующими породами. Пополнение сосновых древостоев сосной происходило в среднем в 36 раз менее интенсивно, чем сопутствующими породами. В насаждениях с преобладанием осины, пополнение осиной было почти в 5 раз менее интенсивным, нежели сопутствующими породами. Аналогичное соотношение было между интенсивностью пополнения кленом и сопутствующими породами в насаждениях с преобладанием клена. В березняках пополнение березой было в 3,5 раза менее интенсивным, чем сопутствующими породами. А в насаждениях с преобладанием липы пополнение липой было в 2,6 раза менее интенсивным, чем сопутствующими породами. И только пополнение ольшаников ольхой было в 10 раз более интенсивным, чем сопутствующими породами. Для наглядности соотношение пополнения древостоев тонкомером преобладающей породы и сопутствующих пород вынесено в табл. 17.

Из рассмотрения соотношения пополнения древостоя тонкомером преобладающей породы в разных возрастных группах можно сделать вывод, что оно значительно выше в насаждениях первой возрастной группы и определенно уменьшается с переходом ко второй и третьей группам. Только в насаждениях с преобладанием клена пополнение кленом в третьей группе оказалось не меньшим, чем в насаждениях второй возрастной группы.

Пополнение древостоя сопутствующими породами с увеличением возрастной группы также, как правило, убывает. Однако это наблюдается далеко не во всех случаях. В насаждениях с преобладанием сосны, осины, березы и липы пополнение древостоя тонкомером сопутствующих пород в более высоких возрастных группах

было меньшим. Но в насаждениях с преобладанием клена пополнение сопутствующими породами было в третьей возрастной группе выше, чем во второй и даже в первой. В ольховом насаждении второй возрастной группы пополнение древостоя сопутствующими породами было вдвое более интенсивным, чем в насаждении первой возрастной группы.

Теперь предстоит рассмотреть вопрос о том, как изменялось пополнение древостоев во времени, т.е. по периодам. Относящиеся сюда данные приведены в табл. 18. В ее начале перечисляются выделенные периоды, дается их условное обозначение, условное обозначение, используемое в заглавиях граф, отводимых для периодов и числа насаждений по которым проводилось усреднение показателей пополнения за данный период. В продолжении табл. 18 во всех случаях повторялись обозначения периодов, а для числа насаждений отдельные графы выделялись лишь в тех случаях, когда оно не было одинаковым для всех периодов. В противном случае число насаждений указывалось в общем заглавии граф, выделенных для данных о пополнении в насаждениях с преобладанием данной породы.

Из приведенных данных можно видеть, что с ходом времени (а следовательно, и с увеличением возраста насаждений) интенсивность пополнения уменьшалась. Это можно видеть по данным о средней интенсивности пополнения древостое тонкомером всех пород, а также тонкомером осины, березы, липы, дуба, клена и «прочих» пород. В первую очередь это связано с увеличением среднего диаметра древостоя, в силу чего усечение совокупности стволов установлением минимального учетного размера с возрастом убывает. В молодняке минимальный учетный размер отклоняется от среднего (в нормированном выражении) на небольшую величину, и в насаждении имеется большое количество стволов, близких к минимальному учетному размеру, способных даже при небольшом росте пополнить древостой. С возрастом нормированное отклонение минимального учетного размера от среднего значения возрастает, а плотность распределения стволов вблизи минимального учетного размера убывает. Уже вследствие одного этого вероятность пополнения древостоя тонкомером убывает, этому способствует также и более интенсивное отмирание тонкомера.

Иначе обстоит дело с пополнением древостоя тонкомером, не принадлежащим к совокупности стволов образующих основной древостой, т.е. тонкомером сопутствующих пород или новым

**Таблица 16.** Среднее годовое пополнение насаждений с преобладанием различных пород в среднем за 25 лет (1976-2001 гг.)

По- полн- яю- щая по- рода	Преобладающие породы											
	Сосна			Осина			Береза			D	Tч	Tб
	S	1	3	S	1	2	S	1	2	2	2	2
	Возрастные группы насаждений											
Количество насаждений в возрастной группе данной породы												
	6	1	5	6	2	4	4	3	1	2	2	1
	Среднее годовое пополнение тонкомером отдельных пород, шт./га · год											
Всего	3,7	0,6	4,3	9,0	14,9	6,0	20,8	26,2	4,7	5,9	1,2	2,7
В т.ч.:												
С	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ос	0,0	0,0	0,0	1,6	4,7	0,0	1,7	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Б	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	4,6	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Лп	0,5	0,0	0,6	1,7	2,4	1,4	6,5	8,6	0,4	5,3	0,0	0,0
Д	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Кл	2,8	0,0	3,4	1,9	1,5	2,0	5,9	7,1	2,3	0,2	0,0	0,8
Ил	0,0	0,0	0,0	3,5	5,3	2,6	1,0	0,8	1,5	0,5	0,0	0,0
Вя	0,0	0,2	0,0	0,3	0,9	0,0	0,1	0,0	0,4	0,0	1,2	0,0
Тч	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Тб	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ол	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9
Пр	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0

Продолжение табл. 16

По- полн- яю- щая по- рода	Преобладающие породы											
	Липа				Клен				Ольха			Iб
	S	1	2	3	S	1	2	3	S	1	2	2
	Возрастные группы насаждений											
Количество насаждений в возрастной группе данной породы												
	10	1	7	2	7	1	4	2	2	1	1	1
	Среднее годовое пополнение тонкомером отдельных пород, шт./га · год											
Всего	5,8	19,8	5,1	1,2	4,5	5,6	2,2	8,6	25,2	44,5	5,9	1,3
В т.ч.:												
С	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ос	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Б	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Лп	1,6	7,2	1,2	0,4	0,5	1,6	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Д	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кл	1,7	11,6	0,7	0,6	0,8	2,9	0,3	0,6	1,7	1,5	1,9	0,0
Ил	2,4	1,0	3,1	0,2	2,9	0,3	1,2	7,8	0,4	0,0	0,8	0,0
Вя	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4	1,3
Тч	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0
Тб	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0
Ол	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,9	43,0	2,8	0,0
Пр	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

поколением (подростом) основой породы. Здесь все определяется изменением экологической обстановки в насаждении. Так, интенсивное повреждение дуба и клена зимою 1978-1979 гг. вызвало усиленный рост подроста липы (да и клена, сохранившегося под снегом) и увеличение пополнения древостоя липой в третьем периоде (1981-1986 гг.) в дубовых насаждениях.

Усиленный отпад клена и осины был причиной пополнения древостоев ильмом в третьем и четвертом периодах в насаждениях с преобла-

данием клена, а в пятом и шестом - в насаждениях с преобладанием осины.

В пойменных насаждениях практически отсутствовало пополнение древостоя тонкомером осокоря, тополя белого и ветлы. Значительным было пополнение древостоя тонкомером ольхи в насаждениях с преобладанием или значительным участием этой породы в составе. Во всех пойменных насаждениях отмечено пополнение древостое тонкомером вяза гладкого, что говорит о перспективе экспансии этой породы в пойменных

**Таблица 17.** Соотношение пополнения древостоев тонкомером преобладающей породы и сопутствующих пород

Пополняющие породы	Преобладающие породы									
	Сосна			Осина			Береза			
	Возрастная группа									
	S	1	3	S	1	2	S	1	2	
Преобладающая	0,1	0,5	0,0	1,6	4,7	0,0	4,6	6,1	0,0	
Сопутствующие	3,6	0,1	4,3	7,4	10,2	6,0	16,2	20,1	4,7	

  

Пополняющие породы	Преобладающие породы										
	Липа				Клен				Ольха		
	Возрастная группа										
	S	1	2	3	S	1	2	3	S	1	2
Преобладающая	1,6	7,2	1,2	0,4	0,8	2,9	0,3	0,6	22,9	43,0	2,8
Сопутствующие	4,2	12,6	3,9	0,8	3,7	2,7	1,9	8,0	2,3	1,5	3,1

Продолжение таблицы 17

лесах. На границе поймы с надпойменной террасой в некоторые периоды отмечено пополнение древостоев в ольховых насаждениях тонкомером клена, реже - липы и ильма.

### Изменение запаса древостоев

Запас древостоев представляет собою суммарный объем стволов деревьев в пересчете на 1 га, и единица его измерения носит размерность  $m^3/га$ . Поскольку в 1 га содержится  $10^4 m^2$  несложно заметить, что  $1 m^3/га$  равен  $10^{-4} m$ . Не вдаваясь в любопытные следствия этого обстоятельства, будем пользоваться привычной для лесоводов и экологов единицей измерения запаса (объема древесины стволов) -  $m^3/га$ . В качестве единицы изменения запаса будет служить  $m^3/га \cdot год$ . Величину изменения запаса предлагаются именовать его приращением, а частные его изменения, вызываемые ростом, - «приростом», отпадом - «припадом» и пополнением древостоев - «приполнением». Заметим, что понятие «приращения» запаса (так же как и любого другого аддитивного таксационного показателя), по сути дела, вполне может быть названо его «накоплением». Напомним также что, при разработанной нами системе определения показателей динамики древостоев для любого таксационного признака приращение по нему равно алгебраической сумме прироста, припада и приполнения. В табл. 19 приведены значения этих показателей динамики запаса за отдельные периоды, усредненные по различным совокупностям насаждений.

По всей совокупности насаждений общее накопление запаса живого древостоя (приращение) за весь период исследований было положительным и составило около  $2 m^3/га \cdot год$  (1,940)

для 31 насаждения за 29 лет и менее 1,5 (1,305) для 41 насаждения за 25 лет. В разные периоды между обследованиями оно было резко различным.

Приращение запаса живого древостоя колебалось от интенсивного накопления в первый период (1972-1976 гг., около  $5,5 m^3/га \cdot год$ ) до деструкции (уменьшения запаса) во втором периоде (1976-1981 гг.), - около  $-1 m^3/га \cdot год$  для всех (41) подконтрольных насаждений и  $-1,9 m^3/га \cdot год$  для 31 насаждения пробных площадей, заложенных в 1972 г.

Причина этого обстоятельства достаточно очевидна. Оно было следствием интенсивного отпада во втором периоде, вызванного повреждением насаждений экстремальными морозами зимою 1978-1979 гг. Величина отпада по запасу стволов в среднем для всех насаждений в этот период составила около  $7 m^3/га \cdot год$ . Из приведенных в табл. 19 данных мы можем видеть, что средняя величина отпада составила около  $4 m^3/га \cdot год$ . Именно такова средняя величина ежегодного поступления валежника в подконтрольных насаждениях.

Из приведенных в табл. 19 данных также можно видеть, что увеличение запаса за счет включения тонкомера в состав древостоя (приполнение) в среднем в 20 раз меньше, чем величина прироста, и не эта величина определяет общее изменение запаса живых стволов. Однако после включения тонкомера в состав древостоя он продолжает расти, и доля формирующегося на нем прироста может становиться более значительной.

В насаждениях с преобладанием различных пород накопление запаса (приращение) не было одинаковым. Насаждения с преобладанием раз-

**Таблица 18. Динамика пополнения древостоев по периодам**

Характеристика периодов			Во всех насаждениях				
Период	Длительность периода, лет	Условное обозначение (П.)	Число насаждений (Ч.)	Пополнение, шт./га год по пополняющим породам			
				ВС	С	Ос	Б
1972-2001	29	29	31	10,33	0,00	1,18	1,28
1976-2001	25	25	41	7,89	0,01	0,42	0,48
1972-1976	4	1	31	22,17	0,00	5,10	5,35
1976-1981	5	2	41	13,68	0,00	1,86	2,06
1981-1986	5	3	41	10,22	0,07	0,10	0,24
1986-1991	5	4	41	8,70	0,00	0,13	0,06
1991-1996	5	5	41	4,68	0,00	0,01	0,01
1996-2001	5	6	41	2,16	0,00	0,00	0,02

Продолжение табл. 18

П.	Во всех насаждениях – продолжение								
	Ч.	Пополнение, шт./га год по пополняющим породам							
		Лп	Д	Кл	Ил	Вя	Тч	Ол	Пр
29	31	2,56	0,08	3,04	2,00	0,07	–	–	0,12
25	41	1,74	0,04	2,02	1,74	0,17	0,00	1,17	0,10
1	31	4,41	0,15	6,33	0,73	0,00	–	–	0,10
2	41	3,32	0,11	3,81	1,18	0,18	0,00	0,75	0,41
3	41	2,92	0,08	2,47	1,14	0,26	0,00	2,90	0,04
4	41	1,65	0,03	1,78	3,02	0,19	0,00	1,80	0,04
5	41	0,64	0,00	1,35	2,20	0,12	0,02	0,33	0,00
6	41	0,18	0,00	0,64	1,14	0,09	0,00	0,09	0,00

Продолжение табл. 18

П.	В насаждениях с преобладанием Сосны								
	Ч.	Пополнение, шт./га год по пополняющим породам							
		ВС	С	Б	Лп	Д	Кл	Вя	Пр
29	4	6,19	0,02	0,34	1,05	0,10	4,63	0,03	0,02
25	6	4,25	0,09	0,20	0,65	0,08	3,19	0,03	0,01
1	4	6,50	0,00	0,63	1,75	0,00	3,87	0,25	0,00
2	6	6,40	0,00	0,47	0,53	0,13	5,20	0,00	0,07
3	6	8,00	0,47	0,27	1,60	0,20	5,46	0,00	0,00
4	6	3,73	0,00	0,20	0,80	0,07	2,53	0,13	0,00
5	6	2,53	0,00	0,00	0,33	0,00	2,20	0,00	0,00
6	6	0,60	0,00	0,07	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00

Окончание табл. 18

П.	В насаждениях с преобладанием										
	Осины – 6 насаждений				Дуба – 2 насаждения						
	Пополнение, шт./га год по пополняющим породам										
ВС	Ос	Лп	Д	Кл	Ил	Вя	ВС	Лп	Кл	Ил	
29	10,96	3,74	2,03	0,02	1,72	3,18	0,27	5,12	4,55	0,14	0,43
25	8,99	1,58	1,74	0,03	1,86	3,47	0,31	5,94	5,28	0,16	0,50
1	23,25	17,21	3,88	0,00	0,83	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	19,23	7,51	4,33	0,13	2,43	4,70	0,13	7,90	7,10	0,40	0,40
3	8,43	0,40	1,63	0,00	2,57	3,40	0,43	12,50	11,70	0,40	0,40
4	6,00	0,00	1,77	0,00	1,77	2,03	0,43	6,30	5,50	0,00	0,80
5	5,43	0,00	0,83	0,00	1,73	2,30	0,57	2,10	2,10	0,00	0,00
6	5,87	0,00	0,13	0,00	0,80	4,94	0,00	0,90	0,00	0,00	0,90

личных пород по величине накопления (приращению) запасов за 29 лет (1972-2001 гг.) расположились от наибольшего к наименьшему в следующий ряд:

Береза (5,058) → Осина (2,062) → Среднее (1,940) → Сосна (1,830) → Липа (1,656) → Дуб

(0,598) → Клен (0,493).

Насаждения с преобладанием различных пород по величине накопления (приращению) запасов за 25 лет (1976-2001 гг.) расположились от наибольшего к наименьшему в следующий ряд:

Береза (4,521) → Сосна (2,058) → Осокорь

Продолжение табл. 18

П.	В насаждениях с преобладанием Бересы – 4 насаждения								
	Пополнение, шт./га год по пополняющим породам								
	ВС	Ос	Б	Лп	Д	Кл	Ил	Вя	Пр
29	28,03	3,34	9,60	6,53	0,38	6,41	0,92	0,09	0,76
25	20,85	1,68	4,58	6,52	0,30	5,91	0,99	0,11	0,76
1	72,94	13,75	40,87	6,63	0,88	9,56	0,50	0,00	0,75
2	57,15	7,85	20,40	11,65	0,75	11,85	1,10	0,55	3,00
3	20,45	0,40	2,05	9,45	0,50	5,70	1,95	0,00	0,40
4	18,05	0,15	0,15	8,05	0,25	7,75	1,30	0,00	0,40
5	6,00	0,00	0,15	2,65	0,00	3,00	0,20	0,00	0,00
6	2,60	0,00	0,15	0,80	0,00	1,25	0,40	0,00	0,00

Продолжение табл. 18

П.	Во всех насаждениях с преобладанием Липы						
	Ч.	Пополнение, шт./га год по пополняющим породам					
		ВС	Лп	Кл	Ил	Вя	Пр
29	10	8,42	2,57	0,02	3,67	2,09	0,07
25	11	5,97	1,68	1,94	2,20	0,04	0,04
1	10	22,23	7,85	0,13	13,25	1,00	0,00
2	11	10,24	3,85	5,28	0,75	0,00	0,00
3	11	6,78	3,11	2,45	1,22	0,00	0,00
4	11	8,00	0,84	1,13	6,03	0,00	0,00
5	11	3,65	0,29	0,55	2,63	0,00	0,18
6	11	1,18	0,31	0,31	0,38	0,18	0,00

Продолжение табл. 18

П.	Во всех насаждениях с преобладанием Клена						
	Ч.	Пополнение, шт./га год по пополняющим породам					
		ВС	Ос	Б	Лп	Кл	Пр
29	5	4,63	0,19	0,02	0,39	0,54	3,48
25	6	4,33	0,18	0,02	0,33	0,43	3,36
1	5	1,55	0,00	0,00	0,30	0,95	0,30
2	6	2,50	0,00	0,00	0,63	0,70	1,10
3	6	1,97	0,00	0,00	0,80	0,43	0,74
4	6	7,73	0,80	0,10	0,00	0,60	6,23
5	6	7,93	0,10	0,00	0,23	0,40	7,20
6	6	1,53	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53

Окончание табл. 18

П	В пойменных насаждениях с преобладанием											
	Осокоря - 2		Тополя белого - 1			Ольхи - 2 насаждения				Ветлы - 1		
	Пополнение, шт./га год по пополняющим породам											
ВС	Вя	ВС	Кл	Ол	ВС	Кл	Ил	Вя	Тч	Ол	ВС	Вя
25	1,22	1,22	2,72	0,80	1,92	25,22	1,68	0,38	0,18	0,10	22,88	1,28
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	1,40	1,40	2,80	0,00	2,80	13,90	0,00	0,00	0,00	13,90	1,60	1,60
3	3,30	3,30	1,40	0,00	1,40	58,80	0,00	0,00	0,00	58,80	1,60	1,60
4	1,40	1,40	1,40	0,00	1,40	36,60	0,00	0,50	0,00	0,00	36,10	1,60
5	0,00	0,00	4,00	0,00	4,00	11,20	5,60	1,40	0,00	0,50	3,70	1,60
6	0,00	0,00	4,00	4,00	0,00	5,60	2,80	0,00	0,90	0,00	1,90	0,00

(1,530) → Среднее (1,305) → Липа (1,226) → Осина (0,954) → Ольха (0,596) → Клен (0,224) → Тополь белый (0,103) → Дуб (0,004) → Ветла (-1,860).

Сравнивая два приведенных ряда можно увидеть, что они весьма существенно различаются. Эти различия обусловлены двумя обстоятельствами: тем, что в первом периоде (1972-1976

гг.) накопление запасов было заметно выше среднего, а также тем, что при анализе данных за 25-летний период набор подконтрольных насаждений значительно изменился за счет насаждений с менее интенсивным накоплением запасов.

Аналогичные ряды по величине отпада (припада, взятого со знаком «→») приведены ниже. По средней величине интенсивности отпада за

**Таблица 19.** Изменение запасов по периодам в насаждениях постоянных пробных площадей. Данные, усредненные по всем пробным площадям за 5 периодов (5) и только по пробным площадям, заложенным в 1972 г. за 6 периодов (6)

№№ peri- одов	Изменение среднего запаса, м <sup>3</sup> /га·год							
	Приращение		Припад		Прирост		Приполнение	
	6	5	6	5	6	5	6	5
В насаждениях с преобладанием любой породы								
1	5,469	—	-2,384	—	7,322	—	0,531	—
2	-1,903	-0,990	-8,165	-6,799	5,791	5,433	0,471	0,376
3	3,573	3,650	-3,366	-3,081	6,684	6,434	0,256	0,297
4	0,875	1,567	-3,752	-3,471	4,354	4,775	0,273	0,264
5	1,470	1,024	-4,212	-4,348	5,506	5,220	0,177	0,152
6	2,157	1,273	-3,148	-3,803	5,192	4,982	0,112	0,094
В средн.	1,940	1,305	-4,171	-4,300	5,808	5,369	0,303	0,236
В насаждениях с преобладанием Сосны								
1	3,745	—	-0,909	—	4,516	—	0,139	—
2	0,764	1,204	-2,447	-1,721	2,992	2,778	0,220	0,147
3	3,244	3,671	-0,625	-0,480	3,622	3,971	0,247	0,180
4	1,952	2,908	-0,922	-0,893	2,747	3,712	0,128	0,088
5	1,845	2,167	-0,590	-0,648	2,352	2,760	0,082	0,054
6	-0,572	0,339	-3,311	-2,831	2,713	3,153	0,026	0,017
В средн.	1,830	2,058	-1,467	-1,315	3,157	3,275	0,140	0,097
В насаждениях с преобладанием Осины								
1	7,604	—	-5,079	—	12,026	—	0,656	—
2	7,225	7,225	-5,014	-5,014	11,682	11,682	0,556	0,556
3	5,902	5,902	-6,470	-6,470	12,044	12,044	0,328	0,328
4	-5,148	-5,148	-10,148	-10,148	4,826	4,826	0,174	0,174
5	-5,943	-5,943	-14,542	-14,542	8,401	8,401	0,198	0,198
6	2,734	2,734	-6,729	-6,729	9,116	9,116	0,347	0,347
В средн.	2,062	0,954	-7,997	-8,581	9,683	9,214	0,377	0,321
В насаждениях с преобладанием Бересы								
1	7,740	—	-0,871	—	6,897	—	1,714	—
2	6,409	6,409	-3,166	-3,166	7,894	7,894	1,681	1,681
3	5,525	5,525	-2,079	-2,079	7,070	7,070	0,534	0,534
4	3,511	3,511	-2,942	-2,942	5,967	5,967	0,486	0,486
5	5,085	5,085	-2,802	-2,802	7,736	7,736	0,151	0,151
6	2,075	2,075	-2,060	-2,060	4,079	4,079	0,056	0,056
В средн.	5,058	4,521	-2,320	-2,609	6,607	6,549	0,770	0,582
В насаждениях с преобладанием Липы								
1	5,542	—	-1,803	—	6,857	—	0,488	—
2	-6,049	-4,954	-10,310	-9,440	3,964	4,216	0,297	0,270
3	2,637	2,832	-3,311	-3,288	5,772	5,947	0,176	0,173
4	2,499	2,807	-2,333	-2,196	4,517	4,713	0,315	0,290
5	3,100	3,130	-1,991	-1,922	4,948	4,904	0,143	0,148
6	2,208	2,315	-2,399	-2,424	4,550	4,677	0,057	0,063
В средн.	1,656	1,226	-3,691	-3,854	5,101	4,891	0,246	0,189
В насаждениях с преобладанием Дуба								
1	3,566	—	-2,941	—	6,492	—	0,015	—
2	-10,925	-10,925	-15,595	-15,595	4,480	4,480	0,190	0,190
3	3,442	3,442	-2,553	-2,553	5,637	5,637	0,358	0,358
4	-0,800	-0,800	-4,128	-4,128	3,176	3,176	0,151	0,151
5	2,866	2,866	-1,692	-1,692	4,473	4,473	0,086	0,086
6	5,436	5,436	-1,254	-1,254	6,590	6,590	0,100	0,100
В средн.	0,598	0,004	-4,694	-5,044	5,141	4,871	0,150	0,177
В насаждениях с преобладанием Клена								
1	3,088	—	-2,480	—	5,525	—	0,043	—
2	-9,741	-8,879	-13,259	-12,144	3,455	3,205	0,063	0,059
3	1,406	1,685	-3,296	-3,107	4,633	4,734	0,070	0,058

	Продолжение табл. 19							
4	2,551	2,430	-1,677	-1,698	3,928	3,878	0,300	0,250
5	3,357	3,465	-1,293	-1,151	4,299	4,323	0,351	0,292
6	2,296	2,421	-1,845	-1,633	4,082	4,004	0,060	0,050
В средн.	0,493	0,224	-3,975	-3,946	4,320	4,029	0,148	0,142

Только за 5 периодов (1976-2001) на пробных площадях, заложенных в 1976 г.

№ № peri- одов	В насаждениях с преобладанием Тополя черного				В насаждении с преобладанием Тополя белого			
	Прира- щение	При- пад	При- рост	Припол- нение	Прира- щение	При- пад	При- рост	Припол- нение
2	2,901	-2,273	5,146	0,029	3,376	-5,820	9,142	0,054
3	3,219	-3,152	6,244	0,127	4,413	-2,682	7,037	0,057
4	2,882	-3,199	6,053	0,029	5,047	-3,521	8,511	0,057
5	-5,013	-10,735	5,722	0,000	-5,280	-9,844	4,536	0,027
6	3,663	-2,397	6,060	0,000	-7,040	-11,630	4,508	0,082
В средн.	1,530	-4,351	5,845	0,037	0,103	-6,699	6,747	0,055

Окончание табл. 19

№ № peri- одов	В насаждениях с преобладанием Ольхи				В насаждении с преобладанием Ивы белой			
	Прира- щение	При- пад	При- рост	Припол- нение	Прира- щение	При- пад	При- рост	Припол- нение
2	2,219	-0,749	2,659	0,309	-0,815	-5,920	5,074	0,031
3	3,578	-2,100	3,842	1,836	3,960	-3,205	7,134	0,031
4	3,370	-2,609	4,904	1,075	2,237	-6,583	8,789	0,031
5	-1,395	-4,002	2,382	0,225	1,431	-5,186	6,525	0,092
6	-4,793	-7,111	2,233	0,084	-16,114	-20,700	4,586	0,000
В средн.	0,596	-3,314	3,204	0,706	-1,860	-8,319	6,422	0,0737

29 лет (1972-2001 гг.) насаждения с преобладанием различных пород расположились в следующий ряд:

Осина (7,997) → Дуб (4,694) → Среднее (4,171) → Клен (3,975) → Липа (3,691) → Береза (2,320) → Сосна (1,467).

По средней величине интенсивности отпада за 25 лет (1976-2001 гг.) насаждения с преобладанием различных пород расположились в следующий ряд:

Осина (8,581) → Ветла (8,319) → Тополь белый (6,699) → Дуб (5,044) → Осокорь (4,351) → Среднее (4,300) → Клен (3,946) → Липа (3,854) → Ольха (3,314) → Береза (2,609) → Сосна (1,315).

Между этими рядами обнаруживается большее сходство, чем в ранжированных рядах по величине накопления запасов. Во всяком случае и за 29 лет, и за 25 лет наибольшим отпадом характеризовались насаждения с преобладанием осины, а наименьшим – с преобладанием сосны. И в том, и в другом случае величина отпада в насаждениях с преобладанием дуба превосходила среднюю, а в насаждениях с преобладанием клена, липы и березы была ниже средней. Причем именно в таком порядке уменьшалась величина отпада в насаждениях с преобладанием этих пород как в среднем за 29 лет, так и за 25.

Убывающий ряд по величине прироста, усред-

ненного за весь 29-летний период наблюдений в насаждениях пробных площадей, заложенных в 1972 г., оказался следующим:

Осина (9,683) → Береза (6,607) → Средний (5,808) → Дуб (5,141) → Липа (5,101) → Клен (4,320) → Сосна (3,157).

Убывающий ряд по величине прироста, усредненного за 25-летний период наблюдений в насаждениях пробных площадей, оказался следующим:

Осина (9,214) → Тополь белый (6,747) → Береза (6,549) → Ветла (6,422) → Осокорь (5,849) → Средний (5,369) → Липа (4,891) → Дуб (4,871) → Клен (4,209) → Сосна (3,275) → Ольха (3,204).

Между двумя последними рядами тоже можно видеть близкое сходство. Практически второй повторяет последовательность первого ряда, которая дополнена породами, преобладающими в пойменных лесах, в которой изменен порядок только насаждений с преобладанием дуба и липы.

И, наконец, по величине приполнения запаса за 29-летний период (1972-2001 гг.) насаждения (пробных площадей, заложенных в 1972 г.) с преобладанием различных пород образовали такой ряд:

Береза (0,707) → Осина (0,377) → Среднее (0,303) → Липа (0,246) → Дуб (0,150) → Клен (0,148) → Сосна 0,140).

По величине приполнения запаса за 25-летний период (1976-2001 гг.) насаждения всех пробных

площадей с преобладанием различных пород образовали следующий ряд:

Ольха (0,706) → Береза (0,582) → Осина (0,321) → Среднее (0,236) → Липа (0,189) → Дуб (0,177) → Клен (0,142) → Сосна (0,097) → Тополь белый (0,055) → Осокорь и Ветла (по 0,037 м<sup>3</sup>/га·год).

Сходство в соотношении приполнения в насаждениях с преобладанием различных пород за 29-летний (1972-2001 гг.) и 25-летний (1976-2001 гг.) периоды весьма велико. Вторая последовательность аналогична первой, но дополненной насаждениями пород, преобладающих в пойменных лесах, хотя численные значения величин приполнения в этих последовательностях различаются довольно существенно как из-за различия временных интервалов, так и вследствие различий в самих выборках.

В различные периоды (пятилетия – со второго по шестой и первый четырехлетний) показатели динамики запаса были различными. Изменение показателей динамики запаса во времени проявлялось как в резких отклонениях в отдельные периоды (флуктуации), так и в постепенном изменении (тренде). Тренд показателей динамики запаса может быть охарактеризован коэффициентом их корреляции с номером периода, который может быть назван «коэффициентом тренда». Ниже в табл. 20 представлены коэффициенты тренда временных рядов изменения показателей динамики запаса в среднем для всех насаждений и для насаждений с преобладанием отдельных пород. Коэффициенты тренда определялись для всех насаждений по 5-членным рядам, а для насаждений пробных площадей, заложенных в 1972 г. и по 6-членным.

Статистическая значимость коэффициентов тренда показателей динамики в отдельных категориях насаждений в табл. 20 показана заливкой в соответствии с сопровождающим ее примечанием. Приращение (накопление) запаса дrevостоя характеризовалось значимым (на уровне 5%) снижением в насаждениях с преобладанием березы, тополя белого и ольхи за последние 25 лет (после 1976 г.).

Заметная тенденция к положительному тренду накопления запасов отмечена в насаждениях с преобладанием дуба и клена. Несомненно, она вызвана процессами реабилитации насаждений после резкого повреждения дуба и клена морозами в начальном (втором) периоде. За последние 29 лет (с 1972 по 2001 г.) отрицательный тренд накопления запасов в насаждениях с преобладанием березы достигал 1%-го уровня зна-

чимости, на 5%-м уровне он зафиксирован в насаждениях с преобладанием сосны и осины. В остальных насаждениях тренд накопления запасов за последние 29 лет не был статистически значимым.

Степень сходства изменения показателей динамики запасов в различных категориях насаждений оценивалась с помощью коэффициентов корреляции между их временными рядами. В табл. 21-25 приведены коэффициенты корреляции между различными рядами, сведенные в соответствующие объединенные корреляционные матрицы.

Из приведенных данных можно видеть, что по характеру изменения накопления запасов (приращения) за 29-летний период наблюдений наибольшее сходство проявилось в насаждениях с преобладанием липы и клена (0,965), дуба и клена (0,926), а также дуба и липы (0,907), причем значимость этого сходства превышает 1%-й уровень (критическое значение 0,882 - см. примечания к табл. 9 и 19). Характерно, что и за 25-летний период степень корреляции накопления запасов в этих насаждениях была не менее значимой. Соответствующие оценки коэффициентов корреляции составили от 0,921 до 0,993, что больше критического значения для 5%-го (0,805), а то и 1%-го (0,934) уровня значимости. Общими чертами изменения накопления запасов в этих насаждениях было отрицательное накопление запасов во втором периоде и положительный тренд, начиная со второго периода.

Довольно заметна корреляция изменения накопления запасов за этот период в насаждениях с преобладанием березы и сосны (0,705 - значимость выше 10%, но ниже 5%). Однако при расширении объема выборки данные об изменении накопления запасов в период с 1976 по 2001 г. в насаждениях с преобладанием сосны и березы сходства уже не проявили.

За последнюю четверть века проявилось достоверное сходство в ходе накопления запасов в насаждениях с преобладанием ольхи и тополя белого (0,970), значимость которого превысила 1%-й уровень.

Пятипроцентный уровень значимости сходства за этот же период проявил ход изменения накопления запасов в насаждениях с преобладанием ветлы и ольхи (0,855), ветлы и сосны (0,853). Для этих насаждений характерно наибольшее накопление запасов в третьем или втором периоде и отрицательный тренд.

Из приведенных в табл. 22 данных можно видеть, что наибольшее сходство в изменении от-

**Таблица 20.** Коэффициенты тренда показателей динамики запаса

Преобладающие породы	Показатели изменения запаса древостоя							
	Приращение		Отпад		Прирост		Приполнение	
	Коэффициенты тренда рядов показателей динамики запаса насаждений по 5-летним периодам во всех насаждениях							
	5	6	5	6	5	6	5	6
ВС	0,182	-0,170	-0,508	-0,224	-0,519	-0,685	-0,990	-0,958
С	-0,386	-0,654	0,388	0,315	-0,133	-0,786	-0,917	-0,729
Ос	-0,535	-0,651	0,475	0,583	-0,476	-0,592	-0,569	-0,758
Б	-0,835	-0,902	-0,462	0,335	-0,699	-0,604	-0,886	-0,931
Лп	0,677	0,169	-0,769	-0,397	-0,030	-0,479	-0,747	-0,855
Д	0,781	0,437	-0,779	-0,499	0,373	-0,060	-0,654	-0,069
Кл	0,752	0,408	-0,783	-0,493	0,331	-0,381	0,287	0,450
Тч	-0,289	-	0,345	-	0,476	-	-0,559	-
Тб	-0,835	-	0,759	-	-0,858	-	0,211	-
Ол	-0,831	-	0,955	-	-0,320	-	-0,441	-
Иб	-0,643	-	0,709	-	-0,149	-	-0,005	-

  

Примечание (ср. с примеч. к табл. 10)								
Уровень значимости	Критические значения коэффициентов корреляции при объеме ряда							
	5	6	5	6	5	6	5	6
1%	0,934	0,882	0,934	0,882	0,934	0,882	0,934	0,882
5%	0,805	0,729	0,805	0,729	0,805	0,729	0,805	0,729
10%	0,687	0,608	0,687	0,608	0,687	0,608	0,687	0,608

пада наблюдается между насаждениями с преобладанием дуба, липы или клена. Поскольку эти насаждения составляют более половины общего количества подконтрольных насаждений, по-

нятно и сходство динамики отпада в этих насаждениях с динамикой отпада, усредненного по всей совокупности насаждений. Общие черты этой динамики - максимум отпада во втором периоде

**Таблица 21.** Объединенная корреляционная матрица временных рядов накопления (общего изменения или приращения) запасов стволов в насаждениях пробных площадей с преобладанием различных пород (выше единичной диагонали, выделенной заливкой, помещены оценки коэффициентов корреляции, полученные по 6-членным рядам, а ниже – по 5-членным)

Ряды	Период	ВС	С	Ос	Б	Лп	Д	Кл
Период	1,000	-0,170	-0,654	-0,651	-0,902	0,169	0,437	0,408
ВС	0,182	1,000	0,630	0,229	0,238	0,877	0,811	0,740
С	-0,386	0,684	1,000	0,163	0,705	0,504	0,215	0,327
Ос	-0,535	-0,062	-0,195	1,000	0,523	-0,261	-0,200	-0,460
Б	-0,835	-0,204	0,374	0,347	1,000	-0,061	-0,304	-0,291
Лп	0,677	0,777	0,411	-0,605	-0,554	1,000	0,907	0,965
Д	0,781	0,743	0,150	-0,353	-0,624	0,921	1,000	0,926
Кл	0,752	0,706	0,316	-0,647	-0,608	0,993	0,928	1,000
Тч	-0,289	0,121	-0,086	0,637	-0,236	-0,270	-0,182	-0,313
Тб	-0,835	0,147	0,654	0,253	0,500	-0,293	-0,525	-0,386
Ол	-0,831	0,198	0,774	0,136	0,614	-0,210	-0,475	-0,305
Иб	-0,643	0,220	0,853	-0,188	0,719	0,001	-0,295	-0,075

  

Окончание таблицы 21 (правый нижний угол корреляционной матрицы)							Критические значения коэффициента корреляции		
Ряды	...	Кл	Тч	Тб	Ол	Иб	уровень значим.	для рядов объемом	
...	...	...	...	...	...	...			
Кл	...	1,000	-	-	-	-			
Тч	...	-0,313	1,000	-	-	-			
Тб	...	-0,386	0,453	1,000	-	-	1%	0,934	0,882
Ол	...	-0,305	0,236	0,970	1,000	-	5%	0,805	0,729
Иб	...	-0,075	-0,294	0,705	0,855	1,000	10%	0,687	0,608

**Таблица 22.** Объединенная корреляционная матрица временных рядов отпада по запасу стволов в насаждениях пробных площадей с преобладанием различных пород (выше единичной диагонали, выделенной заливкой, помещены оценки коэффициентов корреляции, полученные по 6-членным рядам, а ниже – по 5-членным)

Ряды	Период	ВС	С	Ос	Б	Лп	Д	Кл
Период	1,000	-0,224	0,315	0,583	0,335	-0,397	-0,499	-0,493
ВС	-0,508	1,000	0,335	-0,126	0,715	0,949	0,934	0,918
С	0,388	0,279	1,000	-0,440	0,125	0,413	0,326	0,390
Ос	0,475	-0,285	-0,479	1,000	0,440	-0,428	-0,403	-0,493
Б	-0,462	0,681	-0,218	0,233	1,000	0,512	0,496	0,413
Лп	-0,769	0,893	0,208	-0,623	0,507	1,000	0,970	0,992
Д	-0,779	0,903	0,139	-0,509	0,680	0,971	1,000	0,975
Кл	-0,783	0,893	0,185	-0,611	0,527	1,000	0,977	1,000
Тч	0,345	-0,071	-0,470	0,905	0,191	-0,408	-0,370	-0,401
Тб	0,759	0,132	0,638	0,271	-0,190	-0,212	-0,273	-0,233
Ол	0,955	-0,435	0,591	0,207	-0,602	-0,628	-0,690	-0,648
Иб	0,709	-0,112	0,909	-0,232	-0,460	-0,216	-0,281	-0,240

  

Окончание таблицы 22 (правый нижний угол корреляционной матрицы)						Критические значения коэффициента корреляции		
Ряды	...	Кл	Тч	Тб	Ол	Иб	уровень значим.	для рядов объемом
...	...	...	...	...	...	...	5	6
Кл	...	1,000	–	–	–	–		
Тч	...	-0,401	1,000	–	–	–	1%	0,934
Тб	...	-0,233	0,369	1,000	–	–	5%	0,882
Ол	...	-0,648	0,131	0,799	1,000	–	5%	0,729
Иб	...	-0,240	-0,307	0,721	0,858	1,000	10%	0,608

(1976-1981 гг.) и слабо выраженный отрицательный тренд в после 1981 г.

Из приведенных данных можно видеть, что

на 5%-м уровне прослеживается значимое сходство в динамике отпада (по запасу стволов) в насаждениях с преобладанием сосны и ветлы,

**Таблица 23.** Объединенная корреляционная матрица временных рядов прироста по запасу стволов в насаждениях пробных площадей с преобладанием различных пород (выше единичной диагонали, выделенной заливкой, помещены оценки коэффициентов корреляции, полученные по 6-членным рядам, а ниже – по 5-членным)

Ряды	Период	ВС	С	Ос	Б	Лп	Д	Кл
Период	1,000	-0,685	-0,786	-0,592	-0,604	-0,479	-0,060	-0,381
ВС	-0,519	1,000	0,855	0,884	0,395	0,808	0,657	0,754
С	-0,133	0,406	1,000	0,644	0,156	0,846	0,547	0,792
Ос	-0,476	0,789	-0,116	1,000	0,369	0,453	0,662	0,386
Б	-0,699	0,435	-0,252	0,360	1,000	0,128	-0,358	0,042
Лп	-0,030	0,766	0,719	0,282	0,072	1,000	0,558	0,989
Д	0,373	0,356	-0,006	0,581	-0,472	0,301	1,000	0,591
Кл	0,331	0,515	0,552	0,059	-0,068	0,918	0,326	1,000
Тч	0,476	0,171	0,792	-0,283	-0,560	0,726	0,287	0,797
Тб	-0,858	0,109	0,251	0,040	0,384	-0,211	-0,593	-0,534
Ол	-0,320	0,045	0,799	-0,468	0,005	0,319	-0,595	0,164
Иб	-0,149	-0,009	0,643	-0,591	0,173	0,379	-0,704	0,349

  

Окончание таблицы 23 (правый нижний угол объединенной корреляционной матрицы)							Критические значения коэффициента корреляции	
Ряды	...	Кл	Тч	Тб	Ол	Иб	уровень значим.	для рядов объемом
...	...	...	...	...	...	...	5	6
Кл	...	1,000	–	–	–	–		
Тч	...	0,797	1,000	–	–	–		
Тб	...	-0,534	-0,372	1,000	–	–	1%	0,882
Ол	...	0,164	0,445	0,592	1,000	–	5%	0,729
Иб	...	0,349	0,450	0,345	0,900	1,000	10%	0,608

осины и осокоря, ольхи и ветлы. Динамика отпада в насаждениях с преобладанием сосны, ольхи и ветлы характерна наличием максимума отпа-

да в последнем периоде, а в насаждениях с преобладанием осины и осокоря - повышенным отпадом в четвертом и пятом периодах.

**Таблица 24.** Объединенная корреляционная матрица временных рядов изменения запаса стволов за счет пополнения древостоев (приполнение запаса) в насаждениях пробных площадей с преобладанием различных пород (выше единичной диагонали, выделенной заливкой, помещены оценки коэффициентов корреляции, полученные по 6-членным рядам, а ниже – по 5-членным)

Ряды	Период	ВС	С	Ос	Б	Лп	Д	Кл
Период	1,000	-0,958	-0,729	-0,758	-0,931	-0,855	-0,069	0,450
ВС	-0,990	1,000	0,551	0,820	0,986	0,905	-0,167	-0,419
С	-0,917	0,888	1,000	0,313	0,545	0,363	0,715	-0,323
Ос	-0,569	0,520	0,416	1,000	0,877	0,610	-0,245	-0,785
Б	-0,886	0,882	0,651	0,789	1,000	0,829	-0,149	-0,513
Лп	-0,747	0,820	0,552	0,103	0,680	1,000	-0,322	-0,170
Д	-0,654	0,620	0,893	0,260	0,310	0,220	1,000	-0,169
Кл	0,287	-0,246	-0,353	-0,785	-0,369	0,248	-0,493	1,000
Тч	-0,559	0,527	0,839	0,110	0,170	0,169	0,987	-0,398
Тб	0,211	-0,164	-0,165	0,306	-0,070	-0,298	0,090	-0,706
Ол	-0,441	0,455	0,716	-0,215	0,004	0,309	0,870	-0,105
Иб	-0,005	-0,049	-0,017	-0,406	-0,115	0,113	-0,216	0,752
Окончание таблицы 24 (правый нижний угол корреляционной матрицы)								
Ряды	...	Кл	Тч	Тб	Ол	Иб	Критические значения коэффициента корреляции	
...	...	...	...	...	...	...	уровень значим.	для рядов объемом
Кл	...	1,000	–	–	–	–	5	6
Тч	...	-0,398	1,000	–	–	–		
Тб	...	-0,706	0,051	1,000	–	–	1%	0,934
Ол	...	-0,105	0,921	0,001	1,000	–	5%	0,805
Иб	...	0,752	-0,158	-0,977	-0,101	1,000	10%	0,687
								0,608

Из табл. 23 можно видеть, что наибольшее сходство в ходе изменения прироста по периодам наблюдается между насаждениями с преобладанием липы и клена. Для хода прироста древостоев этих насаждений характерно отсутствие заметного тренда, максимальный прирост в первом периоде, а за последние 25 лет – в третьем (1981-1986 гг.), а также минимум прироста во втором периоде.

Ход изменения прироста, усредненного для всех насаждений, за все 6 периодов обнаружил наиболее значимую корреляцию с ходом изменения прироста в насаждениях с преобладанием осины, а на уровне 5% – с ходом изменения прироста в насаждениях с преобладанием сосны, липы и клена. В этих насаждениях максимум прироста наблюдался в первом или третьем периодах при слабо выраженной тенденции к отрицательному тренду. Значимая корреляция проявилась в ходе изменения прироста в насаждениях с преобладанием ольхи и ветлы. В этих насаждениях максимум прироста отмечен в четвертом периоде, причем со второго по четвертый периоды происходило постепенное увеличение приро-

ста, а с четвертого до шестого – столь же неуклонное снижение.

В следующей табл. 25 приведены коэффициенты корреляции рядов приполнения запасов, т.е. изменения запасов насаждений за счет пополнения древостоев. Из приведенных в ней данных можно видеть, что ход приполнения, усредненного по всем насаждениям, по периодам был значимо коррелирован с ходом приполнения в насаждениях с преобладанием липы и березы, и в меньшей степени с ходом приполнения в насаждениях с преобладанием осины и сосны. Высокая корреляция рядов приполнения в значительной степени их отрицательным трендом. В насаждениях с преобладанием липы, березы и осины максимум приполнения наблюдался в первом периоде, сосны, дуба, ольхи и осокоря – в третьем, а клена – в четвертом и пятом периодах.

В заключение раздела о влиянии процессов развития древостоев на изменение запаса (т.е. суммарного объема древесины стволов) рассмотрим вопрос о корреляции этих изменений между собой. Относящиеся сюда данные приведены в табл. 25. Из нее можно видеть, что в боль-

**Таблица 25.** Объединенные корреляционные матрицы временных рядов различных показателей изменения запасов стволов (выше единичной диагонали, выделенной заливкой, помещены оценки коэффициентов корреляции, полученные по 6-членным рядам, а ниже – по 5-членным)

Ряды	Во всех насаждениях			В насажд. с преобладанием сосны		
	Отпад	Прирост	Приполнение	Отпад	Прирост	Приполнение
Отпад	1,000	-0,207	0,299	1,000	-0,268	-0,348
Прирост	-0,121	1,000	0,572	-0,379	1,000	0,421
Приполнение	0,478	0,427	1,000	-0,532	0,417	1,000
	В насажд. с преобладанием осины			В насажд. с преобладанием березы		
Ряды	Отпад	Прирост	Приполнение	Отпад	Прирост	Приполнение
Отпад	1,000	-0,653	-0,794	1,000	0,228	-0,265
Прирост	-0,589	1,000	0,773	0,580	1,000	0,500
Приполнение	-0,800	0,756	1,000	0,613	0,562	1,000
	В насажд. с преобладанием липы			В насажд. с преобладанием дуба		
Ряды	Отпад	Прирост	Приполнение	Отпад	Прирост	Приполнение
Отпад	1,000	-0,542	0,093	1,000	-0,345	0,184
Прирост	-0,467	1,000	0,498	-0,310	1,000	-0,174
Приполнение	0,470	-0,264	1,000	0,117	0,144	1,000
	В насажд. с преобладанием клена			В нас. с преобладанием осокоря		
Ряды	Отпад	Прирост	Приполнение	Отпад	Прирост	Приполнение
Отпад	1,000	-0,526	-0,402	1,000	-	-
Прирост	-0,738	1,000	-0,245	-0,076	1,000	-
Приполнение	-0,480	0,146	1,000	-0,327	0,401	1,000
	В нас. с преобладан. тополя белого			В насажд. с преобладанием ольхи		
Ряды	Отпад	Прирост	Приполнение	Отпад	Прирост	Приполнение
Отпад	1,000	-	-	1,000	-	-
Прирост	-0,791	1,000	-	-0,437	1,000	-
Приполнение	0,103	0,019	1,000	-0,462	0,759	1,000
	В насажд. с преобладанием ветлы			Уровень значимости	Критические значения при объеме рядов	
Ряды	Отпад	Прирост	Приполнение		5	6
Отпад	1,000	-	-	1%	0,934	0,882
Прирост	-0,583	1,000	-	5%	0,805	0,729
Приполнение	-0,609	0,280	1,000	10%	0,687	0,608

шинстве случаев между динамикой отпада, прироста и приполнения корреляция отсутствует. Только в насаждениях с преобладанием осины на 5%-ом уровне значимости проявилась положительная связь между приростом и приполнением и отрицательная - между приполнением и отпадом. В этих же насаждениях отмечена на 10%-ом уровне значимости отрицательная корреляция между приростом и отпадом. Вопрос о зависимости общего изменения (приращения) запасов от отпада, прироста и приполнения представляется тривиальным, поскольку по определению приращение равно сумме припада (т.е. отпада, взятого с обратным знаком), прироста и приполнения. При этом условии частные коэффициенты корреляции накопления запасов с припадом, приростом и приращениям должны быть равны единице, а простые - обусловлены соотношениями между этими показателями.

### Заключение

Итак, выше было освещено содержание работы по изучению динамики древостоев основных лесообразующих пород, проводившейся в Жигулевском заповеднике в последней четверти минувшего столетия. Были изложены представления о динамике древостоев, положенные в основу теории мониторинга естественного развития древостоев, охарактеризованы собранные материалы и первые материалы их анализа.

Охарактеризовано изменение породного состава насаждений пробных площадей за весь период наблюдений, оценены средние значения интенсивности процессов роста, отмирания и пополнения древостоев и их различия по породам и пятилетним периодам. Было также оценено влияние основных процессов развития древостоев на динамику суммарного объема их стволов (запаса) и проведено сравнение временных рядов по-

казателей динамики древостоев различных насаждений и отдельных пород.

В данной статье излагаются первые результаты анализа собранного материала, но автор

надеется на продолжение работы, как в части полевых наблюдений, так и в анализе собранного материала.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анучин Н.П.* Лесная таксация: Учебник для вузов. Изд. 3-е, доп. М.: Лесн. пром-сть, 1971.
2. *Докучаев В.В.* Труды экспедиции, снаряженной Лесным департаментом под руководством профессора Докучаева. СПб., 1895.
3. *Кожевников Г.А.* О заповедных участках. М. 1911.
4. *Кудинов К.А.* Временная инструкция по заложению постоянных лесных пробных площадей, их содержанию и обработке материалов. Жигулевск, 1978.
5. *Кудинов К.А.* Заповедность и лесоводство (Лесоводство и особо охраняемые природные территории) // Заповедное дело. 2000. № 6.
6. *Третьяков Н.В.* Таксация насаждений. Конспект лекций, составленный М.В. Давидовым. Л.: ЛТА, 1930.
7. *Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д.* Летопись природы в заповедниках СССР. Методическое пособие. М.: Наука, 1985.

#### EXPERIENCE OF STUDYING THE DYNAMICS OF FOREST STANDS IN ZHIGULEVSK RESERVE

© 2007 K.A. Kudinov  
I.I. Sprygin Zhigulevsk state natural reserve, Zhigulevsk

Here are covered the contents of works studying the dynamics of forest stands of the basic forest generative types held in Zhigulevsk reserve in the last quarter of the past century. Representations concerning the dynamics of the forest stands, the theories of monitoring of natural development of forest stands are stated, the collected materials and the first materials of their analysis are characterized. The changes in the rocky structure of plantings of the trial areas for all period of supervision are shown, the average intensity of the growth processes, dying off and replenishment of forest stands and its types' and the five-year periods' distinctions is estimated. The influence of the major processes of forest stands' development on the dynamics of their stock total volume is estimated and the comparison of time series of the parameters of forest stands' dynamics of various plantings with and separate types is held.