

## ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ДЕРЕВЬЕВ И СТРОЕНИЕ СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКОВ

Дифференциация деревьев понимается как их расчленение по росту и развитию в процессе естественного изреживания (ГОСТ 18486—73). Между тем самоизреживание является обычно следствием дифференциации, а не наоборот. При оценке дифференциации учитываются уже сложившиеся различия в значениях признаков роста и развития, но при этом ей не уделяется должного внимания как процессу, который развивается с появлением молодого поколения древесных пород. Предлагается дифференциацию рассматривать как процесс изменения соотношений в значениях признаков роста и развития деревьев или как процесс расчленения их по росту и развитию, который количественно выражается динамикой соотношений значений их признаков.

Естественный отпад морфологически не характеризует степень относительного расчленения значений признаков растущих деревьев, и поэтому он не может служить непосредственным показателем их дифференциации. При самоизреживании происходит количественное и качественное изменение системы взаимодействующих деревьев, чем затрудняется возможность изучения процесса дифференциации, специфику которого можно правильно выявить только у одних и тех же деревьев при учете их исходных различий на этапе возобновления. Эта задача может быть правильно решена путем периодических наблюдений на постоянных пробных площадях или выполнения трудоемкой работы по рубке и анализу хода роста модельных деревьев.

Дифференциация множества деревьев определяется особенностями их роста и развития. Она может изучаться у одних и тех же частей организма по одному или разным признакам или по отдельному показателю, но для разных частей деревьев и, наконец, по одному или нескольким признакам у одноименных органов-метамеров. На стадии накопления материалов наиболее эффективен индуктивный метод исследования дифференциации. Необходимым условием ее сравнительного изучения является использование относительных значений биометрических показателей.

В качестве меры дифференциации применяются коэффициент

изменчивости (Эйтинген, 1962; Рубцов, 1964; Маслаков, 1969; Зюзь, Лобачева, 1979), коэффициент дифференциации (Макаренко, 1970), интенсивность изреживания древостоев (Фильрозе, 1965) и другие численные характеристики статистических совокупностей. О процессе дифференциации можно судить по динамике рядов процентного распределения деревьев по относительным ступеням и редуционных чисел по рангам. Однако количественные соотношения значений признаков в таких рядах, которые широко используются в лесной таксации для выражения строения древостоев, характеризуют не только результаты дифференциации деревьев, но и первоначальные различия в их размерах.

Изменчивость характеризует уже сложившиеся различия между особями одного вида, а дифференциация — процесс образования этих различий во времени. Непосредственным наблюдениям (измерениям) поддается возрастная и сезонная дифференциация, соответствующая хронографической форме изменчивости, материалов по которой пока еще недостаточно (Мамаев, 1973).

В статье на конкретных материалах показана перспективность изложенного метода изучения дифференциации деревьев и структуры древостоев. Приводимые данные получены в ходе 20-летних исследований строения и формирования сосновых молодняков.

Ярким примером дифференциации значений различных признаков в пределах индивидуума служит изменение с возрастом относительной высоты ( $h/d$ ). Эта величина введена Я. С. Медведевым (1884) для определения светопотребности древесных пород. Тесная связь относительной высоты с освещенностью не вызывает сомнений (Иванов, 1946; Санников, 1963; и др.). Вместе с тем установлена зависимость этого показателя и от других факторов среды — эдафических и климатических (Нестеров, 1960; Вомперский, 1968; Соловьева, 1968). Поэтому правомерно рассматривать относительную высоту как информативный признак, характеризующий взаимоотношения растений между собой и со средой. Отмечая несовершенство метода Я. С. Медведева, не учитывающего влияние на указанное соотношение почвенного питания, действия ветра и других факторов, И. С. Мелехов (1980) в то же время не исключает возможности использования таксационных показателей для этих целей, но только после их изучения с применением многофакторного анализа.

Изменяясь под влиянием условий среды, относительная высота оказывается тесно связанной с составом и густотой древостоев (Третьяков, 1927; Высоцкий, 1962; Макаренко, 1970; Миронов, Калякин, Шильников, 1974; Загреев, 1978), что позволяет использовать ее для оценки межвидовых и внутривидовых отношений деревьев. Таким путем результаты дифференциации непосредственно связываются с состоянием и степенью жизнеспособности растений.

Изменение относительной высоты объясняется несоответствием приростов высоты и диаметра, причем на различия в условиях среды деревья прежде всего реагируют изменением величины диаметра (Соловьев, 1966; Соловьев, Соловьева, 1970а). С уменьшением прироста по диаметру рост в высоту может усиливаться (Мамаев, 1973). Соотношение значений рассматриваемых показателей применяют в качестве мерила сбег и формы ствола (Воропанов, 1961). Нами показано (Соловьев, 1968), что видовое число почти не коррелирует с относительной высотой, установленной по диаметру на  $1,3 \text{ м} (h/d_{1,3})$ , но тесно связано с относительной высотой, вычисленной по диаметру на половине высоты ( $h/d_{0,5}$ ); относительная высота средних деревьев существенно не отличается от средней относительной высоты.

Нами установлено, что на этапе возобновления при конкурентном воздействии травянистой растительности относительные высоты сосны повышаются, соответственно замедляются ее рост и развитие (Соловьев, Попов, 1967). С прогрессирующим ухудшением условий среды в формирующихся древостоях особи с высокими значениями этого показателя, занимая подчиненное положение в пологе, продолжают отставать в росте от других и в первую очередь переходят в отпад (Соловьев, 1966). В молодняках, формирующихся на вырубках, связь между относительными высотами и размерами растений обратная (Соловьев, 1968), а у подроста под пологом леса — прямая (Соловьев, Соловьева, 1970б). Относительная высота и дифференциация деревьев сосны снижаются с уменьшением густоты древостоев, доли участия березы и других лиственных пород в составе, разницы в возрасте — во времени появления сосны и березы (Соловьев, 1966), причем влияние густоты, состава и возрастной структуры проявляется через особенности пространственного размещения растений (Соловьев, Соловьева, 1971). При механических повреждениях ветвями березы вершинных почек и побегов сосны снижается прирост высоты и уменьшаются относительные высоты (Соловьев, 1962). Аналогичная картина наблюдается при повреждении почек побеговьяном.

На изменяющиеся с возрастом значения относительной высоты существенное влияние оказывает исходная ее величина, что позволяет в известной мере судить об условиях жизни дерева в прошлом и перспективах его дальнейшего роста и развития.

В процессе формирования древостоев за счет отпада отставших в росте деревьев с наибольшими относительными высотами степень дифференциации оставшейся части автоматически снижается. Общий уровень возрастной дифференциации одних и тех же деревьев зависит от их биологических свойств, условий местопроизрастания и особенностей структуры древостоев (Соловьев, Скатицев, 1979). По изменениям относительной высоты среднего

дерева изреживающихся древостоев можно судить о характере отпада. Использование относительной высоты для оценки дифференциации деревьев и динамики строения древостоев подчеркивает ее значение как классификационного признака в лесоводстве и лесной таксации.

Как выразитель результатов дифференциации значений высоты и диаметра в пределах индивидуумов относительная высота может быть использована для оценки состояния, жизнеспособности деревьев или, как предлагает К. К. Высоцкий (1962), для характеристики напряжения их роста. Динамика соотношений относительных высот множества растений — это дифференциация по состоянию, выраженная через ее показатели у отдельных особей.

Ранее было отмечено, что под пологом леса связь между относительными высотами и возрастом деревьев прямая. После рубки древостоя и резкого изменения экологической обстановки подрост медленно приспосабливается к новым условиям, что морфологически проявляется в изменении характера связи между высотой и диаметром, относительной высотой и возрастом.

Исследования соснового подроста предварительной генерации под пологом древостоев сосняка разнотравного показали, что высоты теснее связаны с возрастом, а относительные высоты — с диаметрами. Корреляционные отношения высоты и относительной высоты к возрасту соответственно составили  $0,85 \pm 0,045$  и  $0,60 \pm 0,031$ . Правильность этого вывода подтверждается и другим путем — соответствующими соотношениями кривых строения по названным показателям. Иная картина наблюдается в сосняке бруснично-багульниковом, где строение по высоте и диаметру практически одинаково и поэтому наблюдается соответствие в изменении кривых строения по возрасту и относительной высоте. Здесь тесная связь относительной высоты и возраста характеризуется корреляционным отношением  $0,89 \pm 0,033$ . Связь положительная.

Интересно, что в сосняке бруснично-ракетниковом относительная высота оказалась теснее связана с высотой, чем с диаметром. Корреляционные отношения соответственно составили  $0,71 \pm 0,015$  и  $0,47 \pm 0,012$ , а отношения высоты и диаметра к возрасту —  $0,69 \pm 0,021$  и  $0,81 \pm 0,027$ . Это значит, что дифференциация значений разных признаков может быть вызвана не только колебаниями прироста диаметра, но и высоты. В частности, значительное изменение прироста по высоте бывает обусловлено механическим влиянием березы на сосну (Соловьев, 1962) или повреждением срединных почек побеговым юном. Выявлено, что при массовом повреждении 7-летних культур сосны этим вредителем изменчивость высот снижается в два раза.

Из приведенных данных следует, что на трансформацию относительной высоты больше влияет тот признак, изменения которого

значительнее. Соответственно, менее тесной становится связь этого показателя и относительной высоты с возрастом, который лучше коррелирует с наиболее устойчивым в росте биометрическим признаком. Тесная связь относительной высоты с возрастом сохраняется лишь при пропорциональном изменении составляющих ее показателей. Сопряженность роста по разным признакам не исключает необходимости изучения каждого из них, поскольку различны факторы и проявления изменчивости.

Дифференциация значений одного признака организма также может быть выражена динамикой их соотношений, которая характеризует изменения в темпах роста дерева. При устойчивых темпах изменения того или иного показателя деревьев дифференциация его значений не прослеживается, что исключает это явление и у совокупностей деревьев в аналогичных условиях. Использование относительных значений признаков обеспечивает сравнимость интенсивности роста разных по размерам растений.

Вслед за Г. Р. Эйтингеном (1962), Е. Л. Маслаковым (1969) и др. нами установлено, что дифференциация сосны по высоте с возрастом снижается. Для оценки дифференциации по диаметру нами взяты данные Г. Е. Комина (1970). Отдельно для диаметров с устойчивым и неустойчивым положением в ранжированных рядах рассчитаны коэффициенты изменчивости (табл.).

**Дифференциация значений относительных диаметров деревьев сосняка лишайникового Березовского лесхоза Тюменской области  
(по материалам Комина, 1970)**

Положение деревьев	Коэффициент изменчивости диаметров, %									
	1870	1880	1890	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960
Устойчивое	53	64	60	57	54	52	52	49	48	48
Неустойчивое	67	48	36	29	24	20	20	20	20	21

По обеим категориям положения дифференциация деревьев с возрастом снижается, причем наиболее активно в молодости. С определенного возраста изменчивость диаметров сохраняется на одном уровне. Это связано, по-видимому, с тем, что рост деревьев с какого-то времени постепенно стабилизируется.

Динамика относительной высоты средней модели — косвенный показатель дифференциации и самоизреживания множества деревьев и в этом ее классификационное значение. По данному признаку и характеру изменений кривых строения различных биометрических показателей в момент наблюдений можно судить об особенностях роста и дифференциации деревьев в прошлом и, с учетом действующих на деревья факторов, о перспективах роста и развития их в будущем.

Усиленная дифференциация деревьев характерна для молодых

древостоев, затем она постепенно снижается и с некоторого возраста, по достижении оставшимися деревьями стабильного роста, практически прекращается. В отпад, вероятно, переходят экземпляры, у которых по разным причинам не сформировался устойчивый тип роста.

Выявленное по типам леса снижение тесноты связи диаметра или высоты молодых растений с их возрастом нужно учитывать при использовании корреляционной зависимости для получения распределения по возрасту. С этой целью нужно брать наиболее тесно связанный с возрастом показатель. Очевидно, в такой же мере это требование должно приниматься во внимание при оценке возрастной структуры древостоев старшего возраста.

Развиваемое в работе представление о дифференциации имеет большое научное значение, поскольку с правильным пониманием этого явления связаны многоплановые исследования динамики древостоев. Зависимость дифференциации множества растений от изменения соотношений значений признаков индивидуумов указывает на необходимость соблюдения строгой последовательности ее изучения, от частного к общему. Результативной количественной мерой возрастных изменений соотношений значений одного признака могут служить показатели изменчивости, а разных — показатели тесноты связи.

Для получения всеобъемлющей картины процесса дифференциации необходимо глубокое сезонное и погодичное его изучение. Это требование касается различных органов и тканей, а в пределах их — всех категорий признаков (структурных, функциональных и качественных). Самостоятельные и сопряженные исследования частей и признаков являются обязательным условием всестороннего выявления особенностей роста и развития растений.

В основе процесса дифференциации лежат биологические и экологические свойства растений, условия местопроизрастания и особенности исходной структуры молодняков. Без учета данных факторов невозможно выявление разнообразных причин, вызывающих отклонения в росте и характере взаимоотношений деревьев в различных лесорастительных условиях. Эти причины и особенности динамики строения древостоев должны устанавливаться для разных древесных пород и их сочетаний с учетом взаимодействия деревьев с другими компонентами биогеоценозов. Особо важной задачей является разработка наиболее совершенных способов оценки дифференциации. В практическом плане результаты работы направлены на совершенствование таксации и формирования древостоев.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Вомперский С. Э. Биологические основы лесоосушения. М.: Наука, 1968. 230 с.  
Воропанов П. В. Лекции по лесной таксации/Брян. технол. ин-т. Брянск, 1961. Ч. 1. 277 с.

Высоцкий К. К. Закономерности строения смешанных древостоев. М.: Гослесбумиздат, 1962. 178 с.

ГОСТ 18486—73: Лесоводство: Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 1973. 13 с.

Загреев В. В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 240 с.

Зюзь Н. С., Лобачева М. Е. Дифференциация молодых культур на крайнем юго-востоке//Лесоведение. 1979. № 1. С. 75—77.

Иванов Л. А. Свет и влага в жизни наших древесных пород//Тимирязевские чтения. М., 1946. 60 с.

Комин Г. Е. Изменение рангов деревьев по диаметру в древостоях//Тр. ин-та биологии УФАНа СССР. Свердловск, 1970. Вып. 67. С. 252—262.

Макаренко А. А. Об оценке дифференциации деревьев в лесу//Вопросы таксации молодых древостоев: Реф. докл. на совещ. при КазНИИЛХ. Алма-Ата, 1970. С. 16—24.

Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1973. 284 с.

Маслаков Е. Л. Об особенностях роста и дифференциации деревьев в сосновых насаждениях в начальный период их формирования//Сб. науч.-исслед. работ по лесному хозяйству. Л., 1969. Вып. 12. С. 87—102.

Мелхов И. С. Лесоведение. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 406 с.

Медведев Я. С. К учению о влиянии света на развитие древесных стволов//Лесной журнал. 1884. Вып. 5, 6. С. 326—373.

Мионов В. В., Калякин А. Б., Шильников Н. Г. Некоторые закономерности саморегуляции роста и его торможения у хвойных пород//Лесоведение. 1974. № 4. С. 9—15.

Нестеров Н. С. Очерки по лесоведению. М.: Сельхозгиз, 1960. 485 с.

Рубцов В. И. Культуры сосны в лесостепи центрально-черноземных областей. М.: Лесн. пром-сть, 1964. 316 с.

Санников С. Н. Биоэкологические этапы индивидуального роста и развития семян самосева сосны//Тр. ин-та биологии УФАНа СССР. Свердловск, 1963. Вып. 35. С. 47—64.

Соловьева Ф. Р. Рост гибридных тополей в условиях Уральского учебно-опытного лесхоза//Сб. тр. Урал. лесотехн. ин-та. Свердловск, 1968. С. 106—110.

Соловьев В. М. Береза бородавчатая как охлестыватель сосны в смешанных молодняках Припышминских боров//Докл. второй науч.-техн. конф. молодых специалистов лесного производства Урала по итогам работы 1961 г. Свердловск, 1962. С. 36—38.

Соловьев В. М. Формирование смешанных молодняков в Припышминских борах: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Свердловск, 1966. 26 с.

Соловьев В. М., Попов А. А. К вопросу о причинах дифференциации деревьев по росту и развитию в молодняках//Повышение продуктивности и рациональное использование лесов. Свердловск, 1967. С. 38—43.

Соловьев В. М. Напряжение роста и дифференциация стволов в сосновых древостоях//Сб. тр. Урал. лесотехн. ин-та. Свердловск, 1968. С. 65—74.

Соловьев В. М., Соловьева Ф. Р. К вопросу о закономерностях строения и роста молодняков под пологом сосновых древостоев различных типов леса//Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, 1970а. Вып. 4. С. 91—101.

Соловьев В. М., Соловьева Ф. Р. К вопросу об особенностях строения и роста сосновых насаждений различных типов леса//Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, 1970б. Вып. 5. С. 314—317.

Соловьев В. М., Соловьева Ф. Р. Состояние и рост сосновых молодняков Урала и Зауралья//Состояние возобновления и пути формирования молодняков на концентрированных вырубках северо-запада европейской части СССР. Архангельск, 1971. С. 186—188.

Соловьев В. М., Скатынцев В. М. Строение молодых сосново-березовых древо-

стоев различных типов формирования//Лесная таксация и лесоустройство: Межвуз. науч. тр. по лесному хозяйству. Красноярск, 1979. С. 15—24.

Третьяков Н. В. Закон единства в строении насаждений. М.; Л.: Новая деревня, 1927. 113 с.

Фильрозе Е. М. Процессы дифференциации, рост и развитие древостоев//Тр. ин-та биологии УФАНа СССР. Свердловск, 1965. Вып. 43. С. 243—248.

Эйтинген Г. Р. Избранные труды. М.: Сельхозгиз, 1962. 500 с.