

не являются основными и они пригодны только для весьма краткосрочных периодов. В сельском хозяйстве происходят циклические процессы (например, климатические, сезонные и пр.), поэтому структура модели (12) чрезмерно упрощенная. А это, в свою очередь, означает, что шкала кадастровой оценки дифференциальной

ренты по отношению к бонитету принята неправильно.

Еще большие противоречия в характеристике качества земель и оценки дифференциального рентного дохода (табл. 11) возникают по модели

$$P_d = 65,15 - 0,22559B, \quad (13)$$

имеющей доверительную вероятность не ниже 99,00%.

Вместе с тем, анализ показывает, что при нулевом бонитете, то есть когда урожая нет, доход никак не может быть равен 65,15 р./га.

Статья опубликована при поддержке гранта 3.2.3/4603 МОН РФ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агробиологические основы производства, хранения и переработки продукции растениеводства / В.И. Филатов, Г.И. Баздырев, М.Г. Обьедков и др.; под ред. В.И. Филатова. – М., Колос, 2004. – 724 с.
2. Агрэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
3. Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г.В. Веденяпин. – М.: Колос, 1973. – 200 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
5. Загайтов, И.Б. Прогноз колебаний природных условий сельскохозяйственного производ-

ства и всемирная статистика урожаев / И.Б. Загайтов, Л.С. Воробьева. – Воронеж, 1998. – 215 с.

6. Комментарий к закону о государственном земельном кадастре / под ред. Галиновской Е.А. - 2-е изд., стереотипа. – М.: Юридический Дом «Юстицинформ», 2003. – 160 с.

7. Мазуркин, П.М. Закономерности кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий (на примере Республики Марий Эл) / П.М. Мазуркин, Г.Н. Ильменев, Ф.Н. Салахутдинов: научное издание. - Йошкар-Ола: МарГТУ-ФГУП МарГипрозем, 2002. – 66 с.

8. Мазуркин, П.М. Закономерности распределения земельного фонда (на примере Республики Марий Эл): научное издание / П.М. Мазуркин, А.Н. Фадеев. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 127 с.

9. Методические рекомендации по внутрихозяйственной оценке земель / Методические рекомендации разработаны ГИЗР: В.А. Руди, В.А. Махт, В.С. Миселев; Омским агропромышленным комитетом: М.С. Бражников; Всероссийским производственным объединением Росземпроект: В.В. Алакоз, В.Н. Никонов, С.Г. Миродниченко, С.А. Липовецкий, С.М. Яковенко; институтом Центргипрозем: А.К. Оглезнев; Омском филиалом Запсибгипрозем: Э.А. Гельвиг, Ю.К. Солодков.

Экологические технологии

ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗНОВОЗРАСТНОГО СОСНЯКА СИБИРИ

Мазуркин П.М.

*Марийский государственный
технический университет
Йошкар-Ола, Россия*

Введение

Лесное хозяйство в России стало децентрализованным делом вне государственной системы, поэтому для повышения эффективности управления лесами требуется налаживать в субъектах федерации *районные информационно-консультационные службы* сельских территорий.

Позитивным моментом в этом направлении является начавшаяся геодезическая привязка лесных земельных участков и со временем органичное включение лесных реестров, наряду с

землями сельскохозяйственного назначения, в работоспособные земельные кадастры субъектов федерации.

Однако спешно принятые технические регламенты пользования лесным фондом, причем как неумным государственным складом древесины в виде кругляка, не дадут арендаторам земель на месте срубленных деревьев и заброшенных сельхозугодий создавать новые лесные древостои.

Мало осталось в России древостоев с деревьями естественного происхождения. Поэтому только изучение неразрушающими методами даст лесным арендаторам научно обоснованные рекомендации по выборочным рубкам деревьев и тем самым позволит на 5-7 десятилетий сократить цикл воспроизводства основы леса – комплекса древостоев. Ведь, *исходя из понятия о лесе как об экологической системе или как о*

природном ресурсе (Лесной кодекс: ст. 5), залежь и вырубка должны заполниться деревьями и вначале на земельном участке встает древостой, который сам в дальнейшем сформирует лес как экосистему. Взращенный лес явится арендатору лесного земельного участка как древостой, по толковому словарю В.И. Даля как «лес – пространство, покрытое растущими и рослыми деревьями».

Чтобы стать в действительности **природным ресурсом** (биоцентристский акцент), а не столько **природным ресурсом** (антропоцентристский акцент), нужны фундаментальные исследования взаимных связей между параметрами растущих лесных деревьев [4, 5]. Это можно сделать по древостоям, расположенным на особо охраняемых территориях, неразрушающими методами испытаний на ядрах [6], а в будущем и ультразвуковым сканированием отдельных частей деревьев, в особенности их комлевой части.

Объект и методика. Для факторного анализа первичных таксационных показателей был принят пример полной таксации 202 сосен на пробной площади № 4-1963 в сосняке брусничном III класса бонитета [1, 2]. Размер пробы – 130×70 м или по площади 0,91 га [2, с.20-21, 24]. Полнота древостоя была 0,76 с удельным запасом стволовой древесины 302,1 м³/га.

Тщательные измерения и анализ каждого ствола сосны, выполненные экспедицией П.М. Верхунова в 1963 году по всей пробной площади разновозрастного сосняка [1, 2], позволили нам провести статистическое моделирование экспериментальных данных с применением **методологии идентификации устойчивых законов** распределения [7]. При этом применимость так называемого **биотехнического закона** была нами доказана совместно с проф. П.М. Верхуновым данными анализа стволов отдельных деревьев [3].

Первичные таксационные параметры. Параметр – это показатель, характеризующий систему. Древостой естественного происхождения является наиболее целостной системной по структуре и связям между деревьями, чем расстроенный промежуточными рубками деревьев древостой. Еще менее целостной является лесное насаждение, то есть древостой искусственного происхождения. Поэтому факторный анализ вполне может стать методом экологической, ле-

соводственной, технологической (лесохозяйственной и заготовки лесоматериалов) и даже эколого-экономической оценки леса по множеству находящихся в нем древостоев (таксационных выделов).

Все физически измеренные параметры деревьев могут стать первичными. Вторичными (производными) факторами становятся расчетные показатели (удельные, относительные, ранговые и др.).

Для анализа приняты три первичных параметра и один полурасчетный показатель по 202 модельным деревьям сосны на одной пробной площади:

A - возраст 202 деревьев сосны в момент проведения измерений, лет;

$D_{1,3}^k$ - диаметр ствола в коре у модельных деревьев на высоте 1,3 м, см;

H_c - высота ствола от пня по замерам на земле, м;

V^k - объем ствола дерева от пня в коре, м³.

Объем ствола дерева является частично расчетным параметром. Однако с применением современных способов испытаний растущих деревьев [6] на особо охраняемых территориях выявятся геодезические способы измерения размеров, кривизны и объемов ствола. При этом выявленные по модельным деревьям биотехнические закономерности по конструкции будут действительными и для других древостоев, причем, как оказалось [4, 5], вне зависимости от породы и возраста деревьев. Поэтому актуальным для лесной таксации является проведение технических и одновременно с ними экологических измерений. Однако для такого расширенного понимания функций лесной таксации необходимо выявление статистических моделей по прошлым статистическим данным, в нашем случае по первичным журнальным данным экспедиций СибНИИЛХЭ под руководством П.М. Верхунова.

Биотехнические закономерности

Любой таксационный показатель y в зависимости от возраста A (лет) дерева изменяется по закону [3-5]

$$y = a_1 A^{a_2} \exp(-a_3 A^{a_4}), \quad (1)$$

где y - таксационный показатель (параметр) дерева [1, 2], A - возраст дерева в момент измерений, испытаний или рубки, лет, $a_1...a_4$ - параметры биотехнической закономерности (1).

Это утверждение по формуле (1) расширим и на взаимные связи (**биннарные отношения**) между таксационными параметрами, исходя из первого экологического закона, сформулированного американским экологом Барри Коммонером:

«Все связано со всем». Этот закон обращает внимание на всеобщую связь процессов и явлений в природе и, как будет показано в дальнейшем в статье, с высокой адекватностью показывает существование до момента рубки сильных **биотехнических связей** между 202 соснами на пробной площади № 4-1963 разновозрастного сосняка Сибири.

Любое дерево влияет также и само на себя. Это очевидно из того биологического факта, что ветви и побеги являются отдельными организмами на материнском стволе, то есть на главном стебле. На здоровом стволе растут и здоровые ветви и на нем меньше всего сучьев. Тогда можно допустить, что каждый из таксационных показателей изменяется также и относительно самого себя. Это изменение можно выявить по ранговому распределению деревьев в одной популяции. Такую связь мы называем *монарным отношением*. Даже без анализа бинарных отношений между факторами, качество системы растущих деревьев (целостность и устойчивость популяции растений) можно измерить ранговым распределением значений таксационного показателя, располагаемых вдоль вектора типа «лучше → хуже».

Причем такая векторная ориентация одинакова как для экологических (биогенных), так и для технических (антропогенных) целей функционирования лесных деревьев как «машин по производству древесины» - по образному представлению сути деревьев лесным экономистом проф. М.М. Орловым.

Все четыре вышеприведенные факторы взаимозависимы и поэтому классическая математическая статистика здесь бессильна. Из множества N таксационных показателей всего должно быть 2^N биотехнических закономерностей. Их будем выявлять в статье только в виде основных тенденций (трендов), то есть в виде первых не волновых составляющих по методике выявления трендов [7].

Возраст деревьев

$$A = 437,1551 \exp(-0,021735r^{0,94944}) . \tag{2}$$

Причем уравнение (2) получается из конструкции биотехнического закона проф. П.М. Мазуркина (1) при условии $a_2 = 0$.

Возраст дерева является системообразующим фактором. Для разновозрастного сосняка Сибири [1, 2] были выделены следующие моменты времени: τ_{1963} - время проведения дендрометрических измерений в 1963 году и начало шкалы времени последующих преобразований срезанных деревьев; A - возраст 202 деревьев сосны в момент проведения испытаний по методу модельных деревьев, лет; A_{\max} - возраст самого старого в древостое модельного дерева сосны, в нашем примере $A_{\max} = 449$ лет для разновозрастного сосняка Сибири; A_{\min} - возраст самого молодого дерева в древесной популяции, в нашем примере равный 76 лет; τ_{1514} - начало возникновения, развития и роста самого старого дерева в 1963 – 449 = 1514 году, лет; τ_{1887} - начало возникновения, развития и роста самой молодой особи сосны в 1963 – 76 = 1887 году, лет;

При этом очевидно, что древостой со всеми деревьями одного возраста, то есть *лесное насаждение*, по всем своим особям древесных растений получает простое математическое условие $A_{\max} = A_{\min} = A = const$.

Влияние возраста деревьев

Тренд (тенденция) рангового распределения возраста деревьев изменяется по закону экспоненциальной гибели (спада) в виде уравнения (рис. 1а)

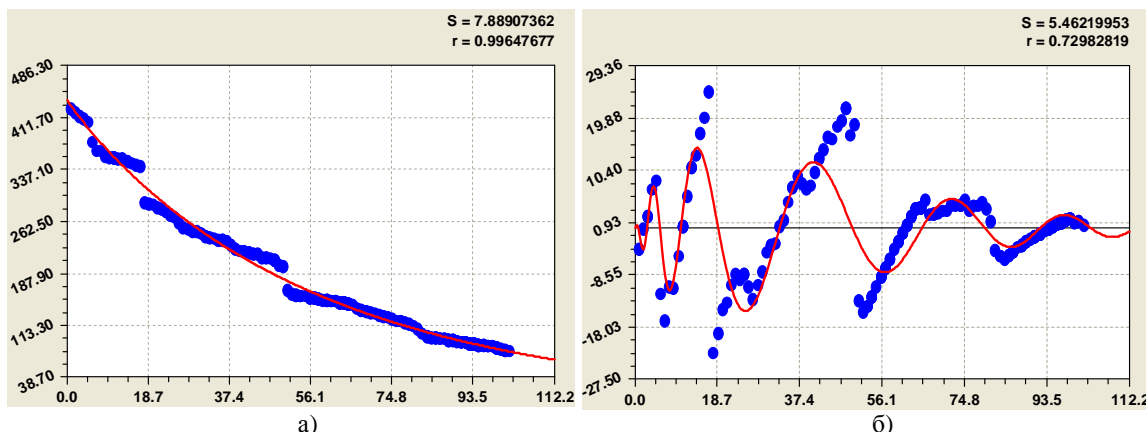


Рис. 1. Графики структурной динамики разновозрастного сосняка Сибири (здесь абсцисса – ранг возраста, ордината – возраст 202 сосен на пробной площади): а – тренд возрастной структуры; б – вторая волновая кризисная составляющая модели

Ранг возраста – это группировка с интервалом в единицу хронологического времени (год). При этом ранг повторяет распределение показателя возраста A деревьев в древостое, но без промежутков времени для «нулевых», то есть отсутствующих в данном конкретном древостое, деревьев. Таким образом, можно представить теоретический древостой численностью N особей, у которого каждое дерево возрастало в очередном году хронологического времени τ . Тогда теоретический образ разновозрастного сосняка Сибири включает 202 сосны на шкале в 202 ранга. Фактически, из-за низовых пожаров и других причин, сосняк пополнялся новыми деревьями не каждый год.

Поэтому график тренда с корреляцией 0,9965 и линия в виде точек на рис. 1а около него

показывают наличие волнового возмущения популяции.

Для факторного анализа достаточно принять первые не волновые составляющие, то есть здесь вторую и последующие составляющие можно отбросить. Это дает совокупность детерминированных (ламинарных) биоэнергетических связей между деревьями в древостое, то есть без учета турбулентных (не случайных, а определяются циклами природы) отношений.

Монарная связь (2) и все бинарные влияния возраста на три таксационных показателя сосен в разновозрастном сосняке приведены на рис. 2.

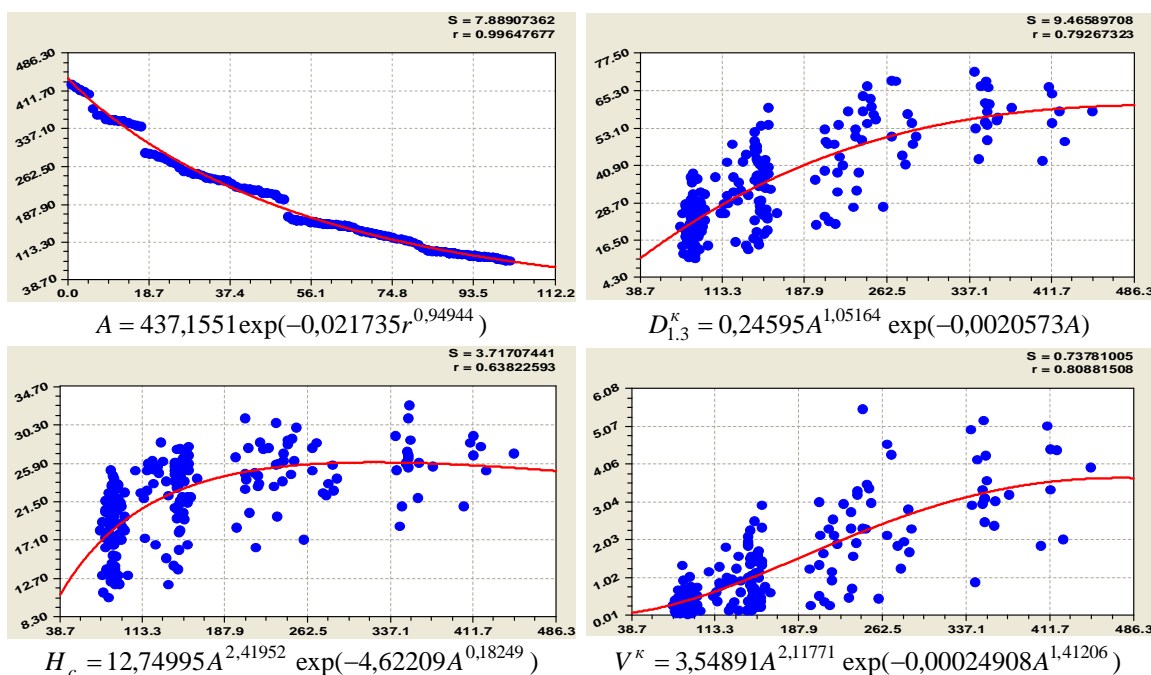


Рис. 2. Графики влияния возраста сосен на таксационные показатели (абсцисса и ордината – факторы, указанные в формуле внизу графика)

Из графиков на рис. 2 заметно, что толщина и объем ствола в коре еще не достигли максимума, то есть после 1963 г. была возможность повышения древесной массы сосняка, но при малой годичной продуктивности. В то же время максимум по среднестатистической высоте ствола уже давно прошел, поэтому высота у старых сосен стала даже понижаться.

Этот факт, да и другие примеры моделирования таксационных параметров древостоев, показывает, что каждая популяция деревьев вела себя до достижения биологического возраста по разному стилю поведения. При высокой густоте деревьев происходит быстрое достижение максимума их толщины и долгое продолжение в высоту по закону показательного роста. Такая стратегия наблюдается, как правило, у лесных куль-

тур. В естественном развитии и росте, что будет видно из сопоставления по другим таксационным показателям, древостой сам управляет формированием леса и самого себя. В итоге высота деревьев быстро достигает максимума (на рис. 2 в среднем из всех пяти поколений), а затем наращивание объема стволов происходит за счет увеличения толщины. Там, где имеются свободные земельные участки, или же эти участки временно заняты березами и осинами, со временем появляются новые проростки сосен. Так происходит генерация новых поколений сосен, причем все в большем количестве взрослые особи общей биоэнергетикой «вытягивают» из семян в лесной почве новые проростки сосен.

Влияние толщины ствола

Графики и формулы приведены на рис. 3.

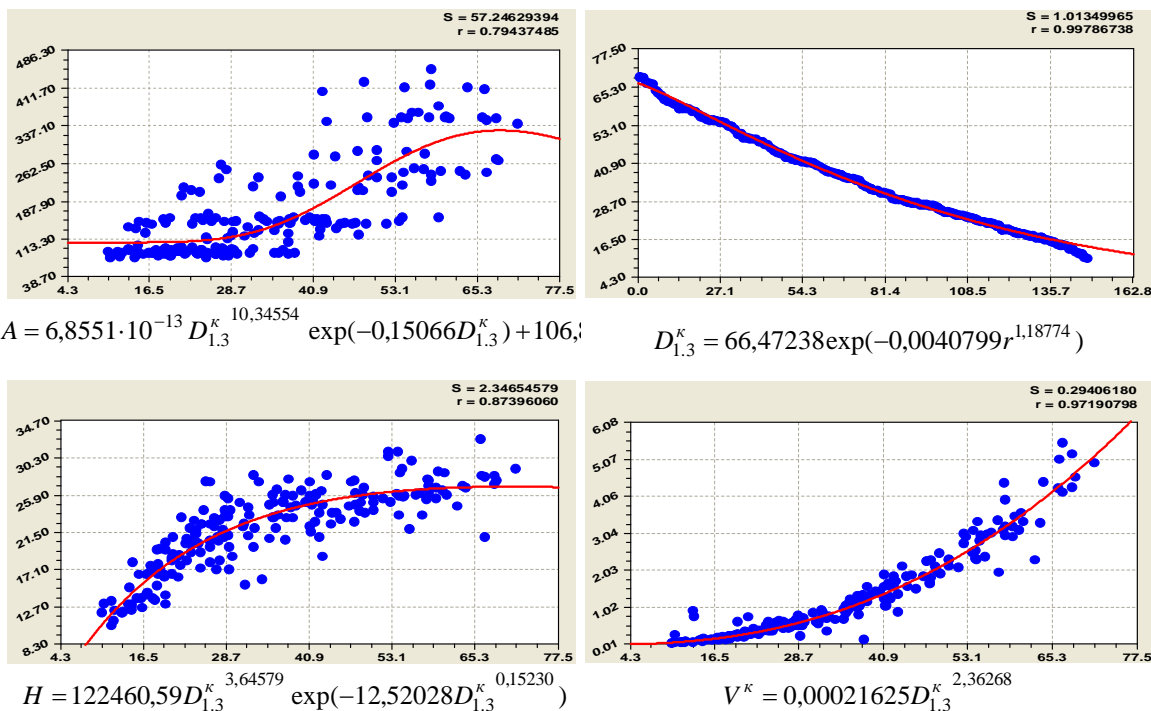


Рис. 3. Графики влияния диаметра ствола на высоте 1,3 м на таксационные показатели

С высокими коэффициентами корреляции среднестатистическая высота ствола у сосен достигла постоянного максимума с увеличением толщины (кривая высот), однако пределы роста объема ствола пока не заметны. Поэтому древостой за 200 лет до рубки рос в основном не в вы-

соту, а в толщину, заполняя пустые промежутки пробной площади по экологическим горизонтам после очередного низового лесного пожара.

Влияние высоты ствола. Графики и формулы показаны на рис. 4.

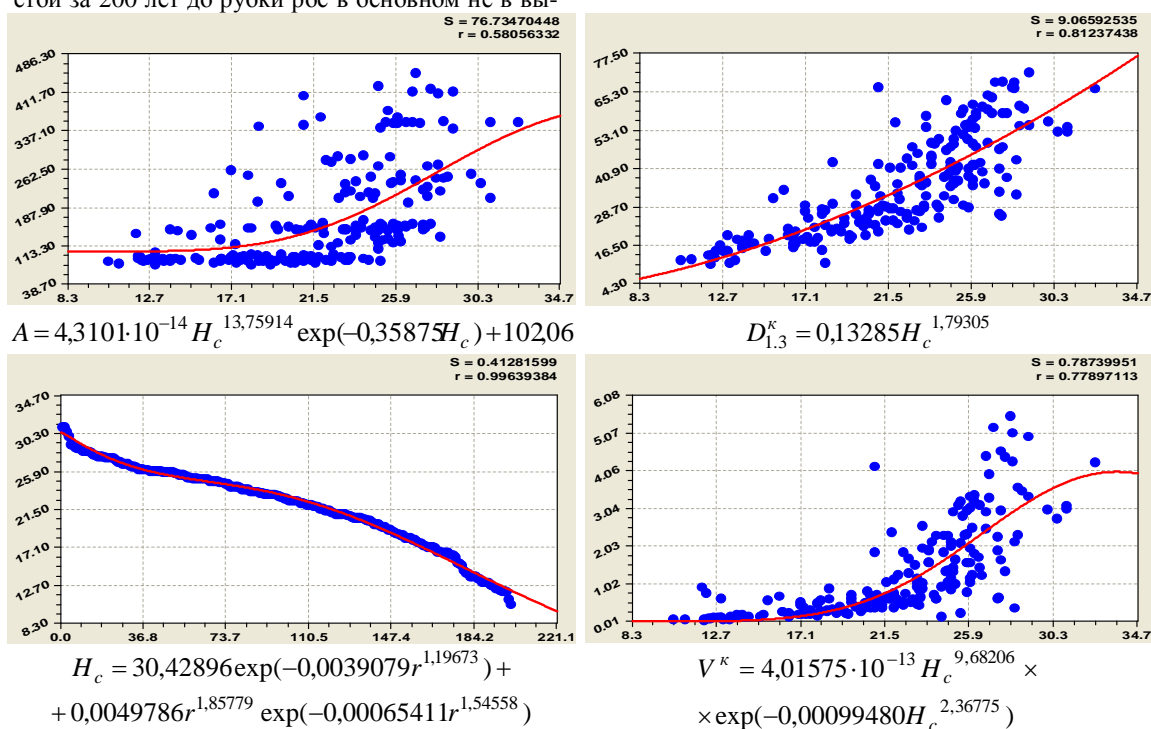


Рис. 4. Графики влияния высоты ствола на таксационные показатели 202 сосен

В данной статье оставим читателя без подробного объяснения влияние линейных и объемных параметров деревьев на их биологический возраст A . Такие закономерности пока недостаточно изучены, но они явно показывают **биоэнергетический потенциал** древостоя на пробной площади выдела.

Кривая диаметров по формуле $D_{1.3}^k = 0,13285H_c^{1,79305}$ еще не достигла своего **предела роста**. Поэтому разновозрастный сосняк в основном рос в толщину, а не в высоту стволов деревьев. Такое сравнение кривых высот и диаметров дает вывод о том, что эти простые в измерениях таксационные параметры вполне могут быть применены при предварительной оценке биоэкологических возможностей для отбора и оставления на дальнейшее дорастивание отдельных особей лесных насаждений, причем применительно к лесным культурам различного возраста и санитарно-эпидемиологического состояния.

По графику на рис. 4 объем ствола почти достигнут предела в 1963 г.

По рангу высота ствола изменяется в виде суммы двух законов. Первая составляющая является законом гибели, однако в средней части популяция сосен получала позитивное стрессовое возбуждение в высоту стволов. Этот факт подтверждает рекомендации английских лесоводов о достаточности анализа не менее 100 деревьев-лидеров на одном гектаре лесного выдела. Пора и в России переходить на такие натуральные оценки по высоте. Сообщество деревьев по формуле $H = f(r)$ ведет себя как любая целостная популяция живых организмов, то есть в виде сообществ растений и животных.

Изученный сосняк переходил в состояние климакса. На это указывают резкое снижение точек ранговых распределений толщины и высоты относительно графиков в правом конце статистических рядов $D = f(r)$ и $H = f(r)$.

Таким образом, разновозрастный сосняк всегда будет экологически и даже технически лучшим по сравнению с культурами сосны. Одновозрастные сосняки имеют слабые биоэнергетические способности к генерации себе подобных. А репродуктивная способность – основа устойчивости древостоя.

Влияние объема ствола

Косвенно показатель объема характеризует энергетику ствола дерева [8, 9], если учесть плотность древесины и коры. Экологически это свойство растущих деревьев энергетического накопления ценнее по сравнению с объемом древесины для технических нужд человека.

На рис. 5 приведены модели трендов и их графики. Здесь четче видно, что толщина деревьев может расти и дальше, но высота их ствола давно достигла предела своего роста.

Из формул биотехнических закономерностей изменение биологического возраста сосен по рис. 3, рис. 4 и рис. 5 заметно, что влияние толщины, высоты и объема ствола сосны на её возраст начинается только после столетнего возраста с 102,1 ... 106,8 лет.

Этот факт указывает, что в пятом классе возраста роль взрослых особей в помощи лесному подросту еще очень мала. Принятие возраста технической спелости после пятого класса возраста (до 60-х годов XX века) было правильным биотехническим мероприятием.

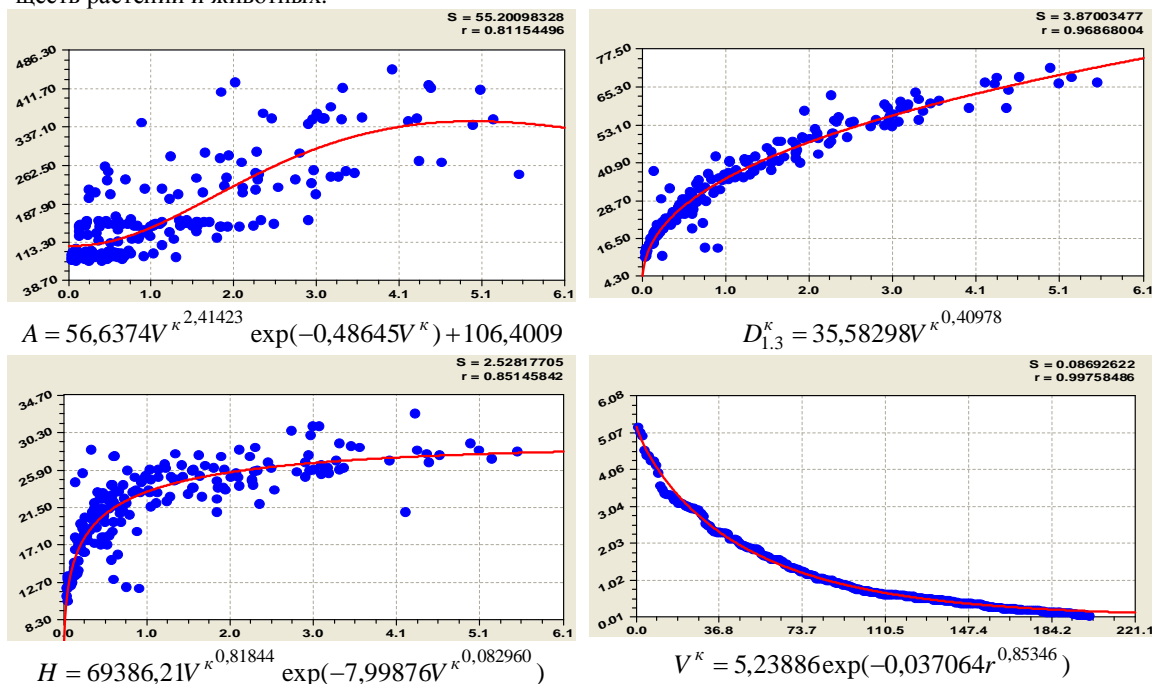


Рис. 5. Графики влияния объема ствола в коре на таксационные показатели сосен

Однако, по настояниям целлюлозно-бумажных комбинатов для их неистощительного и непрерывного пользования лесами как складами древесины, по рекомендациям академика Н.П. Анучина и известных лесных экономистов, рубки сосняков стали проводить в начале пятого класса возраста.

Это технико-экономическое мероприятие было неверным.

Из вышеприведенных статистических закономерностей влияния толщины, высоты и объ-

ем ствола на биологический возраст сосны видно, что молодые поколения сосен появляются в естественных условиях только с 110-120 летнего возраста к моменту рубки у взрослых сосен как модельных деревьев. Да и то молодняк сосен появляется только после низовых пожаров, удаляющих кустарник, березы, осины и другие древесные породы.

Корреляционная матрица

Коэффициенты корреляции по всем 16 уравнениям взаимной связи приведены в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициенты корреляция взаимных связей между таксационными параметрами сосен

Влияющие факторы	Зависимые факторы			
	A, лет	$D_{1,3}^k$, см	H_c , м	V^k , м ³
A, лет	0,9965	0,7927	0,6382	0,8088
$D_{1,3}^k$, см	0,7944	0,9979	0,8740	0,9719
H_c , м	0,5806	0,8124	0,9964	0,7790
V^k , м ³	0,8115	0,9687	0,8515	0,9976

Самим точным фактором оказался диаметр ствола в коре на высоте 1,3 м. В зависимости от качества древостоя точными могут оказаться и другие показатели. Для культур это будет возраст лесного насаждения.

Ранговая матрица по адекватности биотехнических закономерностей по монарным и бинарным факторным связям между факторами показана в табл. 2.

Таблица 2

Ранги по убыванию коэффициента корреляции

Влияющие факторы	Зависимые факторы			
	A, лет	$D_{1,3}^k$, см	H_c , м	V^k , м ³
A, лет	2	12	14	10
$D_{1,3}^k$, см	11	0	6	4
H_c , м	15	8	3	13
V^k , м ³	9	5	7	1

Влияние толщины (ранг 11) и объема (ранг 9) ствола на возраст больше по сравнению с влиянием биологического возраста на диаметр (ранг 12) и объем (ранг 10) ствола сосен. Это доказывает потребность в изучении генерации под-

роста для выявления максимума эффекта от самовосстановления древостоя и затем леса.

На уровне значимости бинарных отношений между четырьмя изученными факторами по коэффициенту корреляции более 0,7000 получим табл. 3.

Таблица 3

Бинары при адекватности более 0,7000

Влияющие факторы	Зависимые факторы			
	A, лет	$D_{1,3}^k$, см	H_c , м	V^k , м ³
A, лет		0,7927		0,8088
$D_{1,3}^k$, см	0,7944		0,8740	0,9719
H_c , м		0,8124		0,7790
V^k , м ³	0,8115	0,9687	0,8515	

По данным табл. 4 для применения в лесном хозяйстве повышение требовательности к уровню адекватности до 0,8000 оставит из 10

трендовых уравнений семь биотехнических закономерностей по бинарным отношениям между учтенными четырьмя факторами.

Таблица 4

Влияющие факторы	Зависимые факторы			
	A, лет	$D_{1,3}^k$, см	H_c , м	V^k , м ³
A, лет				0,8088
$D_{1,3}^k$, см			0,8740	0,9719
H_c , м		0,8124		
V^k , м ³	0,8115	0,9687	0,8515	

В табл. 4 полужирным шрифтом выделены коэффициенты корреляции при значимости более 0,9000. В этом случае остаются всего две биотехнические закономерности. При этом влияние толщины на объем ствола чуть больше обратного влияния объема ствола на изменение диаметра ствола в коре.

По связности деревьев по четырем таксационным параметрам получим рейтинговые мес-

та (табл. 5) с учетом трудоемкости и точности измерений.

Таким образом, для разновозрастных сосняков на первое место с существенным отрывом от других факторов выходит диаметр на высоте 1,3 м. Поэтому этот параметр вполне может заменять биологический возраст.

Таблица 5

Факторы сосняка	Рейтинговое место изученного таксационного показателя							Сумма рангов	Место
	Ранги признаков первичных таксационных параметров сосняка				по точности влияния параметра				
	трудоемкость измерений	точность замеров	связность по рангам	A, лет	$D_{1,3}^k$, см	H, м	V^k , м ³		
A, лет	2	3	2	0	3	3	2	15	IV
$D_{1,3}^k$, см	0	0	0	2	0	1	1	4	I
H_c , м	1	1	3	3	2	0	3	13	III
V^k , м ³	3	2	1	1	1	2	0	10	II

Заключение

В естественных условиях развитие и рост разновозрастного сосняка происходит закономерно по всем таксационным показателям. При этом все они подчиняются биотехническим закономерностям, среди которых наиболее точным становится диаметр на высоте 1,3 м. Факторный анализ любого древостоя, но по измерениям стволов у деревьев в растущем состоянии, позволит определить не только наиболее значимые факторные связи в виде биотехнических закономерностей, но и осознано управлять структурой и свойствами растущих лесных деревьев с учетом будущих изменений в лесном древостое как устойчиво развивающемся сообществе древесных растений.

Статья подготовлена и опубликована при поддержке гранта 3.2.3/4603 МОН РФ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верхунов, П.М. Изменчивость и взаимосвязи таксационных показателей в разновозрастных сосняках / П.М. Верхунов. - Новосибирск: Наука, 1975. - 205 с.
2. Верхунов, П.М. Прирост запаса разновозрастных сосняков / П.М. Верхунов. - Новосибирск: Наука, 1979. - 254 с.
3. Верхунов, П.М. Таксация древесного ствола лесных насаждений: Учеб. пос. / П.М.

Верхунов, П.М. Мазуркин. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 1999. - 72 с.

4. Мазуркин, П.М. Дендрометрия. Статистическое древоведение / П.М. Мазуркин. - Учеб. пос. - Часть 1. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. - 308 с.

5. Мазуркин, П.М. Дендрометрия. Статистическое древоведение. / П.М. Мазуркин. - Учеб. пос. - Часть 2. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. - 205 с.

6. Мазуркин, П.М. Экологический мониторинг (Способы испытания деревьев) / П.М. Мазуркин: Учеб. пос. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. - 224 с.

7. Мазуркин, П.М. Математическое моделирование. Идентификация однофакторных статистических закономерностей: Учеб. пос. / П.М. Мазуркин, А.С. Филонов. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. - 292 с.

8. Мазуркин, П.М. Изменение энергетики древесины по радиусу ствола / П.М. Мазуркин, А.А. Колесникова // Лесной вестник. - 1999. - №4(9). - М.: МГУЛ. - С.115-119.

9. Мазуркин, П.М. Энергетика формирования ствола лесного дерева / П.М. Мазуркин // Лесной вестник (научно-информ. журнал). - 2000. - №1(10). - М.: МГУЛ. - С.39-43.