

## ОБЗОР

УДК 581.9:630\*232.1:630\*165

**ПЯТЬ ОСНОВНЫХ ЗАКОНОВ В РАЗВИТИИ ДРЕВОСТОЕВ****Рогозин М.В.***Пермский государственный аграрно-технологический университет, Пермь,  
e-mail: rog-mikhail@yandex.ru*

Проведен анализ работ с обоснованием ввода в лесоведение пяти законов развития древостоев: закона естественного изреживания древостоев, выдвинутого Г.Ф. Морозовым в 1920 г.; закона морфогенеза одноярусных древостоев Г.С. Разина (1979); рангового закона роста деревьев в молодняках Е.Л. Маслакова (1984); закона гомеостаза частот правых и левых форм деревьев А.М. Голикова (2011), а также выдвигание пятого закона – закона неравномерного размещения деревьев в древостое. Показано, что признание законов идет непросто, так как разделение раннего лесоводства на серию разных дисциплин препятствует синтезу новых знаний о лесе. Анализ истории выдвигания новых законов показывает необходимость теоретических обобщений и выстраивания новой парадигмы лесоведения. В ней должны быть использованы новые подходы к изучению лесных экосистем, в которых взаимодействие деревьев включает в себя не только и не столько конкуренцию, сколько кооперацию деревьев, а также разделение между деревьями экологических ниш питания во времени и в пространстве. Данный подход вполне соответствует новейшим представлениям об эволюции биоты в целом, где дарвинизм с его «борьбой за существование» уже не будет доминировать как единственная теория и взаимоотношения деревьев будут рассмотрены также и с позиций их кооперации и партнерства.

**Ключевые слова:** древостой, развитие, законы, структура, конкуренция, кооперация**FIVE MAIN LAWS IN THE DEVELOPMENT OF FOREST STANDS****Rogozin M.V.***Perm State Agrarian and Technological University, Perm, e-mail: rog-mikhail@yandex.ru*

The analysis works with the justification for entering into the silviculture of the five laws of development of forest stands: the law of natural thinning of forest stands, nominated G.F. Morozov in 1920; the law of morphogenesis of a single-layer stands of G.S. Razin (1979); the ranking of the law of growth of trees in young E.L. Maslakova (1984); the law of homeostasis of the frequency of left and right forms of trees A.M. Golikova, (2011), as well as the nomination of the fifth law – the law of the uneven distribution of trees in the forest. It is shown that the promotion and recognition of laws is not easy, as the division of early forestry into a series of different disciplines prevents the synthesis of new knowledge about the forest. Analysis of the history of new laws shows the need for new theoretical generalizations and building a new paradigm of forestry. It should use new approaches to the study of forest ecosystems, in which the interaction of trees includes not only and not so much competition for food resources as the cooperation of trees, as well as the division between the trees of ecological niches of food in time and space. This approach is quite consistent with the latest ideas about the evolution of biota as a whole, where Darwinism with its «struggle for existence» will no longer dominate as the only theory, and the relationship of trees in the forest stand will also be considered from the standpoint of their cooperation.

**Keywords:** forest stand, development, laws, structure, competition, cooperation

Попытки обнаружить в древостоях действие всеобщих законов природы появились с началом применения статистических методов в лесоведении еще в начале XX в. Известный лесовод профессор Н.В. Третьяков [1] обнаружил в распределении диаметров деревьев их соответствие распределению случайных величин по закону Лапласа – Гаусса, в котором проявляет себя также и всеобщий закон «Золотого сечения» [2]. Это послужило тогда для Н.В. Третьякова основанием для введения «Закона единства строения древостоев». Но далее исследователи-таксаторы начали проверять этот закон на разных породах и обнаружили нарушение «единства строения», которое проявлялось в асимметрии распределения диаметров в молодняках, а также в среднем возрасте насаждений. То есть обнаруженный «закон» оказался частной закономерностью [3, 4].

Неудача с выдвиганием этого закона послужила сильным отрезвляющим моментом, и далее лесоводы очень осторожно стали относиться к введению новых законов, предпочитая и даже *рекомендуя* называть их «закономерностями». Именно по этой причине обнаруженный в 1979 г. закон развития одноярусных древостоев Г.С. Разина [5] был допущен к публикации в журнале «Лесоведение» с условием, что закон будет назван как «основная закономерность», о чем автору сообщал сам Г.С. Разин, с которым ему пришлось работать. Такое название обнаруженного явления сразу понизило его значение и статус до заурядного явления и на 30 лет задержало признание этого закона. И споры о том, закон ли это, продолжались вплоть до 2015 г. и закончились только с выходом нашей монографии «Развитие древостоев. Модели, законы, гипотезы» [4].

В конце XX в. получила развитие экология, в отличие от российских ученых, зарубежные ученые-экологи не стеснялись называть открытые ими важные закономерности законами. К 1990 г. законов и правил в экологии насчитывалось уже около 20 [6]. Лесоводство же по-прежнему остерегалось «лесные» закономерности называть законами, а экологи не вмешивались в развитие лесных наук. Тем не менее к настоящему времени в лесоведении известны уже три специфических закона; есть и еще два, также претендующие на этот статус.

Цель исследования: кратко рассмотреть обоснование пяти специфических законов, действие которых обнаружено в развивающихся лесных насаждениях, используя опубликованные работы.

### Результаты исследования и их обсуждение

Для анализа использованы результаты исследований в основном российских ученых-лесоводов за последние 100 лет, детальный обзор которых ранее мы уже проводили [4]. Поэтому ограничимся только наиболее важными работами.

*Первым законом* был «Закон естественного изреживания древостоев». Впервые как закон его сформулировал известный лесовод Г.Ф. Морозов еще в 1920-е гг. [7, 8]. В соответствии с ним древостой развивается из молодняка в спелый древостой с естественным сокращением числа деревьев. Различия в начальной густоте возникающего древостоя бывают просто огромны – от нескольких сотен и до десятков тысяч деревьев на 1 га. К спелости, однако, их остается не более 500–700 шт/га. Тысячи деревьев погибают. Это был первый закон, который принимали во внимание лесоводы и на котором было основано, по сути, все классическое лесоводство. Он был настолько очевиден, что о нем даже не упоминали в учебниках и инструкциях, а сразу переходили к его использованию, разделяя деревья на лучшие, вспомогательные и нежелательные [9]. Он находит подтверждение на множестве примеров и не нуждается в специальном доказательстве. Его действие отражают все таблицы хода роста основных лесобразующих пород.

*Вторым законом* оказался «Закон морфогенеза одноярусных древостоев Г.С. Разина», который вначале был сформулирован как «основная закономерность морфогенеза простых одноярусных древостоев» [5], и только спустя 30 лет он был отнесен к рангу закона [4]. Согласно ему древостой лишь один раз за свою жизнь достигает предельных состояний развития по целому ряду по-

казателей (сомкнутости крон, сомкнутости полога, сумме площадей сечений стволов, текущему приросту и запасам древесины), после чего снижает их тем раньше и сильнее, чем выше была его начальная густота. Параметры густоты были определены от 0,7–1,0 до 170 тыс. шт/га. В соответствии с ним развитие древостоя четко делится на два периода: прогресс и регресс. В период прогресса текущий прирост увеличивается, в период регресса он падает. Для них нужен совершенно разный тип управления древостоем – активный на стадии прогресса и пассивный – на стадии регресса. Активное воздействие включает в себя интенсивную регуляцию густоты рубками, пассивное – удаление только отмирающих деревьев. При этом критический период в развитии густых древостоев может наступить даже в 15 лет.

*Третьим законом* был «Ранговый закон роста деревьев в молодняках Е.Л. Маслакова» [10]. В соответствии с ним начиная с возраста 8–10 лет деревья растут, просто увеличивая свои размеры, оставаясь в основном либо крупными, либо мелкими; средние растения меняют свои ранги как вверх, так и вниз. Так, в посадках сосны «...между площадями сечения деревьев в 10 и 40 лет корреляционное отношение имеет значение 0,88, а в 15 и 40 лет эта связь оказывается почти функциональной» [10, с. 97]. Мы показали [4], что этот закон усиливается в культурах с меньшей густотой, где будущие деревья-лидеры диагностируются уже в 4–5 лет и вероятность их выявления составляет 68% для сосны и 64% для ели, а в 7–10 лет эти вероятности возрастают до 74–76%. Ослабление этого закона происходит в более густых культурах и выражается в том, что самые мелкие растения начинают формировать во много раз больше крупных стволов, чем в культурах с малой начальной густотой. Так, при сокращении расстояния между растениями в ряду от 0,69 м до 0,55 м частота формирования деревьев-лидеров из мелких стволиков возрастала от 4 до 26%, т.е. в 6 раз.

Заметим, что возрастание в несколько раз указанных частот для мелких деревьев сосны в ее густых молодняках обнаружил еще в 1930-е гг. Г.Р. Эйтинген [11], который использовал это явление для обоснования технологии интенсивных рубок ухода за лесом верховым способом.

*Четвертым законом* можно считать «Закон гомеостаза частот деревьев правых и левых форм А.М. Голикова», по которому их частоты стремятся к соотношению 50:50, либо 62:38 и других соотношений нет, т.е. колебания их частот происходят строго

в пределах золотого сечения. В работах указанного автора [12, 13] было выяснено, что популяции сосны обыкновенной и ели европейской оказались двойственными и представлены популяциями-изомерами – правыми и левыми формами по филлотаксису хвои. В любых ценопопуляциях этих видов, начиная от семян в питомнике и заканчивая спелыми насаждениями, соотношение частот этих форм не выходит за пределы соотношения 0.62:0.38, а в оптимальных условиях стремится к соотношению 0.50:0.50. Такая частота обеспечивает гомеостаз популяции при изменении условий в пользу правых или в пользу левых форм, имеющих противоположные адаптивные предпочтения к влажности, свету и конкуренции. Формы эти генетически различны, и ДНК-анализ показал их достоверные отличия по наблюдаемой гетерозиготности. В зависимости от густоты древостоя в разном возрасте, а также влажности условий в лидеры выходят деревья в основном либо правых, либо левых форм, что обеспечивает гомеостаз популяции, позволяя ей многовариантно реагировать на изменение условий внутри фитоценоза во времени, сохраняя общую высокую численность особей. При этом приоритетно влияние на частоту этих форм именно текущей густоты (плотности) ценопопуляции. Это приводит к тому, что правые формы начинают численно преобладать в условиях высокой густоты даже в несвойственных для них сухих типах леса.

На основе этого четвертого закона, с учетом действия трех предыдущих законов, была обоснована *теория выращивания культур сосны на сухих почвах* [4]. В соответствии с ней к 8–10 годам деревья-лидеры формируются в основном из левых форм, которые предпочитают сухие условия и плохо переносят загущение. Затем кроны деревьев смыкаются, что вызывает депрессию их роста и выход далее в лидеры уже правых форм, толерантных к конкуренции. Если культуры в этом возрасте разредить и держать деревья в условиях более свободного стояния, то левые формы сохранят своих лидеров и ход роста культур будет самым продуктивным. Решающим этапом развития культур является период после смыкания крон примерно в 15–20 лет. Если разреживания культур сделать позднее этого возраста, например в 20–40 лет, ожидая «дифференциации» деревьев, как это принято в лесоводстве, то это приведет к доминированию уже правых форм, лидирующих по росту в условиях высокой густоты, но растущих в сухих условиях хуже левых. Левые формы после этого останутся в меньшинстве и древостой резко снизит свою

продуктивность, формируя малообъемные и тонкомерные стволы из правых форм. Как видим, этот закон объясняет многие события, которые происходят в самый ответственный период развития древостоев в молодости, после чего линии динамики их таксационных показателей меняются практически необратимо [4].

*Пятым законом* можно считать «*Закон неравномерного размещения деревьев в древостоях*»: во взрослых древостоях деревья всегда размещаются неравномерно, несмотря на то, что их могли высаживать равномерно или стремились к этому рубками».

Краткий обзор работ в этом направлении [14] с анализом структуры древостоев показал, что множество авторов давно отмечали неравномерное расположение деревьев в самых разных условиях, включая зону лесостепи [15] и насаждения в зоне тайги [16]. Было выяснено, что деревья-лидеры с самого раннего возраста размещаются нерегулярно и сохраняют неравномерность до возраста спелости [17]. При этом даже в возрасте 184 лет у сосны в условиях I класса бонитета с полнотой, близкой к 1.0, в био группах продолжают оставаться 40% деревьев [18]. Становится очевидным, что био группы, как отражение неравномерности структуры – неотъемлемая часть и атрибутивное свойство древостоев вообще. Однако по канонам лесоводства их необходимо разреживать. Эта рекомендация, похожая на требование, появилась из тезиса, который казался бесспорным: так как деревья конкурируют за свет и элементы питания, то чем они ближе, тем конкуренция сильнее; поэтому для ее снижения деревья надо «отдалить» друг от друга. И тезис этот вроде бы подтверждали лесные культуры, которые росли более интенсивно в молодом и среднем возрасте; однако к спелому возрасту, если их густоту не регулировали рубками, то их продуктивность, например, в более сухих условиях понижалась [4] и в них точно также образовывались неравномерности в расположении деревьев [16, 19].

В последнее время появилось увлечение моделями с включением до 20 физических, биологических и таксационных показателей и параметров [20], а также возник интерес к динамике лесных прогалин (концепция «гар-динамики»). Причем «гар-динамика» претендует даже на основную теорию, описывающую естественное развитие нарушенных лесов [21–23]. Здесь изучают крупные структуры древостоев в масштабе больших и средних прогалин, их зарастание подростом, формирование и распад куртин в разновозрастных и многоярусных насаждениях [24, 25]. При этом исходные

насаждения берут в статике, а далее из них конструируют их состояния в возрастной динамике; при этом термин «развитие» не используют [26]. На наш взгляд, в этом случае повторяются те же ошибки, которые были допущены при разработке таблиц хода роста в прошлом веке, когда процесс *развития* насаждений и его законы от нас ускользали. Разбору истории этих ошибок мы посвятили специальную монографию [4].

Заметим, что увлечение физическими моделями структуры насаждений [20, 21] уводит наши усилия в сторону подбора формальных связей, и поэтому никак не удается найти глубинные причины образования неравномерностей в расположении деревьев; почему-то «главной силой» в моделях считают в большинстве случаев световую конкуренцию [20, 25, 26]. Но если она – главная, то деревья-лидеры с возрастом тотально подавили бы своих соседей и остались бы поодиночке. Но этого не происходит. Значит, световой фактор важен, но главный все-таки не он, и кроме него действуют иные, не менее сильные факторы. К ним можно отнести частоту правых и левых форм [12], геоактивные зоны [27, 28], кооперацию корневых систем [29, 30], разделение экологической ниши между соседствующими деревьями [31, 32] и некоторые другие малоизученные явления [33, 34], на долю которых предположительно может приходиться половина и даже более влияния на размер деревьев и на их отпад в насаждениях.

Поэтому следует просто признать за древостоем *право оставаться* неравномерным и считать это законом его развития.

В конце обсуждения известных и выдвигаемых законов для развивающихся древостоев отметим, что в лесоводстве давно предпринимались (и продолжают предприниматься) попытки регулировать их густоту, размещая деревья равномерно по площади. Для ответа на вопрос, как же деревья использовали доставшуюся им площадь питания, мы исследовали ненарушенную структуру 184-летнего древостоя сосны обыкновенной 1 класса бонитета на площади 2,2 га с полнотой 0,93 и запасом 630 м<sup>3</sup>/га, о котором уже говорилось выше [18]. После нанесения на план 735 деревьев, исходя из средней площади питания дерева, было рассчитано среднее расстояние между деревьями, равное 547 см. Это расстояние использовали как единицу измерения силы взаимодействия между деревьями и выстраивали цепочки связей между ними. Оказалось, что в биогруппах, с расстоянием между соседями 84–270 см (т.е. до ½ от среднего расстояния) средние

диаметры в них и в древостое отличались недостоверно и не более чем на 1,0%. Даже в плотных биогруппах с расстоянием между соседями 84–150 см встречались наиболее крупные деревья, что входит в противоречие с известным отрицательным влиянием общей высокой густоты древостоя на размер деревьев.

Более того, анализ взаимоотношений деревьев в аспекте их кооперации показал, что диаметры соседствующих деревьев коррелировали в парах «крупное дерево с малым» ( $D_{\max} \times D_{\min}$ ) на уровне  $r = 0,520 \pm 0,037$ , что позволяет считать их взаимодействие не конкуренцией, а партнерством. Получается, что соседствующие деревья взаимодействуют с пользой друг для друга, что и приводит к согласованному увеличению или уменьшению их диаметров. Если же оценивать конкуренцию за свет и корневую конкуренцию через расстояние между деревьями, то по своей мощности партнерство оказывается в 10 раз сильнее, чем конкуренция, т.е. чем влияние расстояния между соседствующими деревьями на их средний диаметр, сила которого составляет лишь 4%, при влиянии на диаметры особей в соседствующих парах деревьев 2,2–2,8% [33].

Кроме того, если в парах этих соседствующих деревьев сосны взять соотношение  $D_{\max}/D_{\min}$ , то оно совпадает с «постоянной Хатчинсона», равной 1,3. Эта величина была введена для понимания того, что при таком ее значении конкуренция между симпатрическими видами минимальна, так как они по характеру питания занимали разные экологические ниши [32]. Деревья также можно рассматривать в концепции экологических ниш и считать их организмами, потребляющими ресурсы в разное время, о чем имеются убедительные данные по ели и пихте в девственных лесах Урала [31].

Все эти явления, рассматриваемые в комплексе, в конечном счете меняют наши представления о древостоях, где наряду с конкуренцией есть и кооперация. Приводимые здесь данные весьма необычны и указывают на совершенно иной (партнерский) тип взаимоотношений между деревьями в микроценозах, в отличие от тотального взаимодействия на уровне древостоя, где конкуренция проявляет себя уже отрицательно при повышении общей густоты всего сообщества деревьев.

### Заключение

Таким образом, краткий анализ выдвигения и обоснования пяти законов развития древостоев указывает на необходимость новых теоретических обобщений и выстраивания новой парадигмы лесоведения. В ней

должны быть использованы новые подходы к изучению лесных экосистем, где взаимодействие деревьев включает в себя не только и не столько конкуренцию за ресурсы, сколько толерантность и партнерство, а также разделение между деревьями экологических ниш во времени и в пространстве. Данный подход вполне соответствует новейшим представлениям об эволюции биоты, где «борьба за существование» уже не будет доминировать как единственная теория и взаимоотношения деревьев будут рассмотрены также и с позиций их партнерства.

### Список литературы

- Третьяков Н.В. Закон единства в строении насаждений. М.–Л.: Новая деревня, 1927. 113 с.
- Чернов Н.Н. Биотектоника – методологическая основа изучения форм в живой природе. Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. 137 с.
- Верхунов П.М., Черных В.Л. Таксация леса. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 395 с.
- Рогозин М.В., Разин Г.С. Развитие древостоев. Модели, законы, гипотезы: монография / Под ред. М.В. Рогозина. Пермь: ПГНИУ, 2015. 277 с.
- Разин Г.С. Динамика сомкнутости одноярусных древостоев // Лесоведение. 1979. № 1. С. 23–25.
- Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Журнал «Россия молодая», 1994. 367 с.
- Морозов Г.Ф. Учение о лесе: монография. Издание 7-е. Под ред. В.Г. Нестерова. М.: Гослесбуиздат, 1949. 453 с.
- Тихонов А.С. Лесоведение. Учебное пособие для студентов вузов, 2-е изд. Калуга: ГП «Облиздат», 2011. 330 с.
- Правила ухода за лесами. М.: МПР РФ. Приказ № 626 от 22.11.2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71743498/> (дата обращения: 15.08.2019).
- Маслаков Е.Л. Формирование сосновых молодняков. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 168 с.
- Эйтинген Г.Р. Рубки ухода за лесом в новом освещении. М., 1934. 224 с.
- Голиков А.М. Эколого-диссимметричный и изоферментный анализ структуры модельных популяций сосны обыкновенной // Лесоведение. 2011. № 5. С. 46–51.
- Голиков А.М. Эколого-диссимметрический подход в генетике и селекции видов хвойных. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. 162 с.
- Рогозин М.В. Площадь питания дерева: анализ методов // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. № 7. С. 34–37.
- Усольцев В.А. Продукционные показатели и конкурентные отношения деревьев. Исследование зависимостей. Екатеринбург: УГЛТУ, 2013. 556 с.
- Маслаков Е.Л. Генезис социальных структур сосны в фазе индивидуального роста // Таёжные леса на пороге XXI века. СПб.: СПбНИИЛХ, 1999. С. 42–51.
- Мартынов А.Н. Динамика горизонтальной структуры древостоев ели // Труды С-ПбНИИЛХ. Вып. 21. СПб., 2010. С. 109–113.
- Рогозин М.В. Биогруппы в старых насаждениях сосны // Вестник Пермского университета. Серия Биология. 2018-а. Вып. 2. С. 150–158.
- Плантационное лесоводство / Под ред. И.В. Шутова. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. 366 с.
- Грбарник П.Я., Секретенко О.П. Анализ горизонтальной структуры древостоев методами случайных точечных полей // Сибирский лесной журнал. 2015. № 3. С. 32–44.
- Суховольский В.Г., Захаров Ю.В., Ковалев А.В. Моделирование дефектов в горизонтальной структуре лесных насаждений // Хвойные бореальной зоны. 2016. Т. 34. № 3–4. С. 174–179.
- Kuuluvainen T., Wallenius T.H., Kauhanen H., Aakala T., Mikkola K., Demidova N., Ogibin B. Episodic, patchy disturbances characterize an old-growth Picea abies dominated forest landscape in northeastern Europe. Forest Ecology and Management. 2014. Vol. 320. P. 96–103.
- Omelko A., Ukhvatkina O., Zhmerenetsky A., Sibirina L., Petrenko T., Bobrovsky M. From young to adult trees: How spatial patterns of plants with different life strategies change during age development in an old-growth Korean pinebroadleaved forest. Forest Ecology and Management. 2018. Vol. 411. P. 46–66.
- Кислов Д.Е., Прилуцкий А.Н., Брижатая А.А. Статистический анализ неоднородности горизонтальной структуры древостоев // Поволжский экологический журнал. 2015. № 3. С. 268–276.
- Колобов А.Н. Моделирование пространственно-временной динамики древесных сообществ: индивидуально-ориентированный подход // Лесоведение. 2014. № 5. С. 72–82.
- Кузьмичев В.В. Закономерности динамики древостоев. Новосибирск: Наука, 2013. 208 с.
- Копылов И.С. Линеаментно-блоковое строение и геодинамические активные зоны среднего Урала // Вестник Пермского университета. Геология. 2011. № 3. С. 18–32.
- Рогозин М.В. Лесные экосистемы и геобиологические сети: монография. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2016. 171 с.
- Колтунова А.И. О формировании горизонтальной структуры и срастании корневых систем в древостоях сосны // Эко-потенциал. 2013. № 3–4. С. 136–142.
- Демаков Ю.П. Структура и закономерности развития лесов республики Марий Эл. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический ун-т, 2018. 432 с.
- Горячев В.М. Влияние пространственного размещения деревьев в сообществе на формирование годичного слоя древесины хвойных в южнотаежных лесах Урала // Экология. 1999. № 1. С. 9–19.
- Рогозин М.В. Постоянная Хатчинсона и конкуренция в сосновом древостое // Научное обозрение. Биологические науки. 2019. № 1. С. 51–55.
- Рогозин М.В. Рост сосны в зависимости от расстояний до соседних деревьев // Вестник Нижневартского государственного университета. 2018-б. № 3. С. 64–69.
- Рогозин М.В., Копылов И.С., Кrasilников П.А. Биологический аспект геодинамических активных зон // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2017. № 17. С. 223–227.
- Усольцев В.А., Часовских В.П., Акчурина Г.А., Осмирко А.А., Кох Е.В. Фитомасса деревьев в конкурентных условиях: исследование системных связей средствами информационных технологий. Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. 526 с.