

УДК 712.01:630.181

## **БИОТЕКТОНИКА МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ИЗУЧЕНИЯ РОСТА ДРЕВОСТОЕВ**

**Чернов Н.Н.**

*Уральский государственный лесотехнический университет (УГЛТУ), Российская Федерация, 620100, Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 36. E-mail: [LK\\_BF@mail.ru](mailto:LK_BF@mail.ru)*

---

**Первоочередной задачей применения основных положений биотектоники в лесном деле является обоснование возможностей их использования при разработке методических основ и методик исследования строения насаждений и древостоев, их изменений в процессе возрастной динамики в различных условиях произрастания; при этом важно использовать предложения, которые наиболее полно отвечают целевым установкам выращивания лесов и формирования лесных объектов. Предложены направления исследований для решения задачи составления математических моделей роста дерева и древостоя, на основе использования основного закона роста – Закона спирально-логарифмического кумулятивного роста, отражающего изменение массы дерева с возрастом и базирующегося на фундаментальных свойствах и формах организации живой природы. Закономерности, составляющие основу дендротектоники, обеспечивают формирование гармонии роста каждого дерева, входящего в состав древостоя, и принимают участие в формировании гармонии роста древостоя.**

---

Ключевые слова: биотектоника, математическое моделирование, логарифмическая спираль, вероятностно-стохастическое моделирование.

## **BIOTECTONICS METHODOLOGICAL BASIS OF STUDYING OF GROWTH OF THE FOREST STAND**

**Chernov N. N.**

*Ural state forest technical University, Russia, 620100, Ekaterinburg, street of Siberian highway, 36. E-mail: [LK\\_BF@mail.ru](mailto:LK_BF@mail.ru)*

---

**Priority use of biotektoniki in the forest is the possibilities of their use in the development of methodical bases and methods for studying the structure of plantations and forests, changes in the age dynamics in different conditions of growth; It is important to use the proposals that are most appropriate to the target plants growing forests and forest sites. Directions of research for solving the problem of mathematical models of tree growth and stand on the basis of the Basic Law of the growth-Law logarithmic spiral-shaped growth, reflecting the change in mass of tree age, and based on fundamental properties and forms of wildlife. The patterns are the basis of dendrotektoniki, provide a harmonious growth of each tree in the tree stand, and take part in the formation of harmony growth tree stand.**

---

Keywords: biotektonika, mathematical modeling, logarithmic spiral, the stochastic simulation.

Цель настоящей работы – ввести исследователей лесов в мир закономерностей, основанных на фундаментальных свойствах организации живой материи и показать пути перевода исследований с господствующих в лесоведении эмпирических методов познания (наблюдения, измерения и эксперимента) на уровень объективно существующих природных закономерностей. Решение методологических вопросов, связанных с переводом научного лесоведения на новый методологический уровень, позволит кардинально повысить их научную эффективность.

Биотектоника как методология базируется на известных положениях архитектоники. Перед лесами как специфическими архитектурными и лесоводственными объектами, наряду с использованием симметрии, пропорций и визуального восприятия, составляющих основу искусства, ставятся не менее важные задачи повышения продуктивности и улучшения состо-

яния лесов, выполняющих разнообразные народно-хозяйственные, социальные и экологические функции.

Первоочередной задачей применения основных положений биотектоники в лесном деле является обоснование возможностей их использования при разработке методических основ и методик исследования строения насаждений и древостоев, их изменений в процессе возрастной динамики в различных условиях произрастания; при этом важно использовать предложения, которые наиболее полно отвечают целевым установкам выращивания лесов и формирования лесных объектов.

Проводимые в настоящее время в лесоведении эмпирические исследования отличаются разнообразием методических подходов, сложностью в систематизации материалов и отсутствием математических моделей, что не способствует преодолению неизбежных затруднений в разработке теоретических вопросов формирования древостоев, одной из основных задач теоретического лесоведения и практического лесоводства. В связи с чем, возникла необходимость перевода лесоведческих исследований на принципиально иную, научно обоснованную, методологическую основу – биотектонику.

Методология научного познания включает: научные методы и их классификацию, структуру методологии, уровни научного познания и его формы [5]. Конечной целью научного исследования является составление математической модели изучаемого объекта, явления. В данной работе поставлена задача поиска путей составления математических моделей биологических объектов, на примере строения и роста дерева и древостоя. У древесных растений, в отличие от других организмов растительного происхождения, наиболее полно сформировались и закрепились в наследстве приспособительные механизмы к неблагоприятному влиянию условий среды, обеспечивающие им достаточно комфортные условия роста в онтогенезе. Традиционный подход к изучению дерева с его сложной структурой, обладающего способностью к росту, не позволял до сих пор решить эту задачу; обширные массивы материалов, полученные многими поколениями лесоведов, при проведении ими исследований на эмпирическом уровне, не позволили приблизиться к ее решению. Нужен был иной взгляд на изучаемый объект – дерево, и явление – рост дерева, принципиально отличающийся от традиционного взгляда. Таким, предлагаемым впервые, альтернативным подходом послужило изучение дерева, как высоко организованной живой материи, с использованием известных науке свойств и законов ее существования и организации. При реализации такого методологического подхода с привлечением отечественных и переводных зарубежных литературных источников появилась возможность определить пути составления математической модели роста дерева, а затем и математической модели роста древостоя.

Лесоведение как интегральная наука, объединяющая биологию леса и его абиотическую составляющую, включает в себя, в отличие от архитектоники, рост и непрерывное взаимодействие биологических объектов леса со средой, что определяет биотектонику как методологию лесоведения, и ее раздел дендротектонику как методологическую основу изучения роста, строения и продуктивности лесной древесной растительности.

Лесные древостои и насаждения как объекты архитектуры, формирующиеся в результате сотворчества природы и человека, отличаются от объектов архитектоники, рядом особенностей, в частности:

- более высоким уровнем формирования структуры объектов в связи с несравненно более широким разнообразием составных частей и элементов, взаимодействующих друг с другом;
- более высокой сложностью природных систем и размещения в пространстве их составных частей, связанной с более широким разнообразием последних и естественным стремлением к более полному и рациональному использованию пространства;
- развитием строения объектов в динамике при воздействии генотипа и многочисленных экологических факторов;
- возможностью применения мероприятий по улучшению структуры и строения объектов в процессе их формирования и по повышению их лесоводственной и эстетической ценности;
- несравненно более широким разнообразием цветовой гаммы объектов и её изменениями во времени и пространстве;
- выполнением объектами экологических функций;
- возможностью применения широкого спектра методов исследования объектов и совершенствования этих методов [11].

При исследовании лесов наиболее целесообразно и доступно применение закономерностей дендротектоники при изучении морфогенеза древесных растений.

Основными формами существования материи является пространство и время, а основными способами организации материи – структурирование ее в пропорции золотого сечения и движение (понимаемое как любое изменение вообще) преимущественно в виде спирали. Выделяют псевдоспираль (логарифмическая) и алгебраические (архимедова, гиперболическая, параболическая) спирали. Основной формой организации жизни является логарифмическая спираль; алгебраические спирали в живой природе встречаются редко.

Основные понятия биотектоники: системный подход, методология, закономерности строения, соотношение, пропорция, божественная пропорция, Золотое сечения, ряды чисел Фибоначчи и Люка, симметрия, подобие, взаимосвязанность форм, пространство, движение, спиральное вращение, логарифмическая спираль, Золотые динамические прямоугольники,

Золотая спираль, основной закон роста (Закон спирально-логарифмического кумулятивного роста).

Из большого числа свойств биотектоники наибольшее значение в процессе формообразования древесных растений имеют золотое сечение (в скрытом виде определяющее основную пропорцию роста), тип симметрии, а также дифференцировка [2, 3, 6].

Золотое сечение является основой организации материи на всех уровнях, основной пропорцией (соотношением величин) как в неживой, так и в живой природе. Тем не менее, золотое сечение не довлеет над другими пропорциями, а присутствует вместе с ними [7, 9, 10].

Золотое сечение (число  $\Phi$ ) представляет собой в живой природе фундаментальную константу формообразования как явную так и не явную, глубоко скрытую от поверхностных наблюдений. Скрытое, неявное золотое сечение обеспечивает гармонию роста биологических объектов. В ряду золотого сечения  $\Phi$  закодирована генетика. В числе  $\sqrt{\Phi}$  (логарифмическая спираль) закодированы элементарные основополагающие формы живой природы [8]. Явное, открытое золотое сечение обеспечивает формирование внешнего облика объектов (включая деревья, древостои, лесные и парковые насаждения) в статике, неизменно вызывающего чувство гармонии и красоты (Божко, 1991).

Золотое сечение присутствует в распределении Лапласа-Гаусса – основном распределении случайных величин (рис. 1) как отношение величины срединной ординаты к величине ординат, восстановленных от точек перегиба кривой распределения до значений точек  $-\sigma$  и  $+\sigma$  на оси абсцисс. Таким образом, беспредельный мир вероятностно-стохастических величин связан с глобальными свойствами живой материи, лежащими в основе Закона спирально-логарифмического кумулятивного роста (золотой спирали).

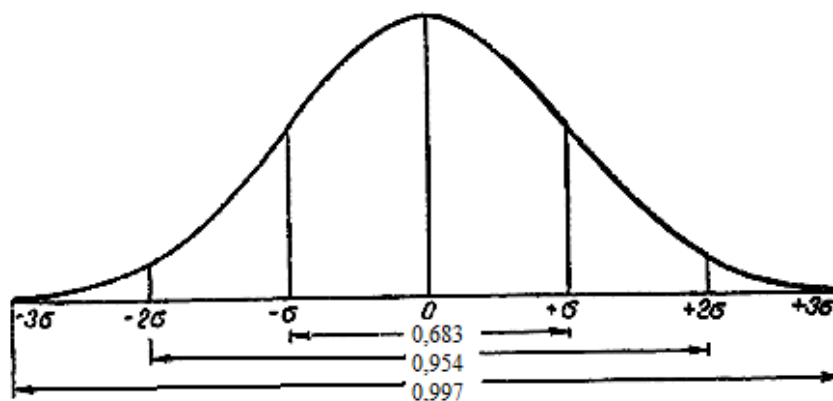


Рис. 1. Кривая нормального распределения Лапласа-Гаусса

Золотое сечение является пропорцией бесконечного ряда чисел Фибоначчи, который получают аддитивным сложением соседних чисел (точное значение золотого сечения начинается с 15 действия):

### Ряд чисел Фибоначчи

и т.д. 76, 47, 29, 18, 11, 7, 4, 3, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 и т.д.

### Ряд чисел Люка

Аналогичными свойствами обладает и ряд чисел Люка. Уникальность рядов Фибоначчи и Люка заключается в их аддитивности, а фундаментальность – в их мультипликативности в пропорции золотого сечения  $\Phi$ . Понятие аддитивности означает, что целое структурно, а понятие мультипликативности – на все части структурно организованного целого распространяется одна и та же закономерность роста (пропорция). В едином организме все части растут по одному закону [8]. Это фундаментальное свойство рядов чисел Фибоначчи и Люка является основой устройства их генетического аппарата и организации жизни биологических существ.

Спиралевидное строение генетического аппарата сопровождается спиралевидным строением генеративных и вегетативных (филлотаксис) органов древесных растений.

Ускоряющиеся темпы роста массы организма (кумулятивный рост) отражает логарифмическая спираль: чем больше становится живое существо, тем быстрее увеличивается его масса. Логарифмическая спираль – это плоская трансцендентная кривая, пересекающая все радиус-векторы под одним и тем же углом  $\mu$ . Золотая логарифмическая спираль строится в системе золотых прямоугольников путем проведения дуг в квадратах с использованием радиусов, равных сторонам квадратов (рис. 2).

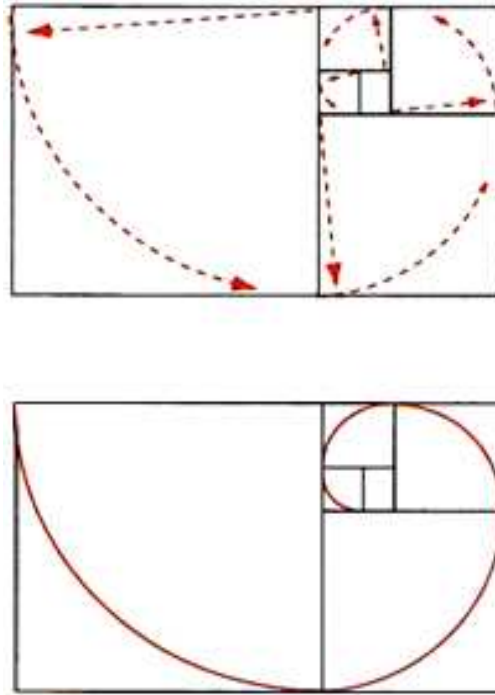


Рис. 2. Построение золотая спираль

Она является геометрическим выражением Закона спирально-логарифмического кумулятивного роста [4]. Алгебраическое выражение золотой спирали:  $P = ae^{k\phi}$ .

Закон является важнейшим инструментом исследования динамики роста древесных растений (входящих в состав древостоя, подроста и подлеска).

Применение дендротектоники в исследовании лесов имеет перспективу в следующих направлениях [11]:

- 1) обоснование дендротектоники как методологической основы исследования лесов;
- 2) составление математической модели роста дерева;
- 3) разработка математических методов аппроксимации роста дерева золотой спиралью;
- 4) обоснование соответствия роста дерева основному закону роста – Закону спирально-логарифмического кумулятивного роста (золотой спирали);
- 5) составление математической модели роста древостоя;
- 6) выявление особенностей действия и сопряженного взаимодействия экзогенных и эндогенных факторов на динамику роста деревьев в древостое, включая достижение ее соответствия золотой спирали;
- 7) выявление степени влияния экзогенных и эндогенных факторов, препятствующих достижению наиболее полного соответствия золотой спирали динамики роста деревьев в древостое;
- 8) адаптация разработанных лесными таксаторами методик исследований к установленным закономерностям золотой спирали.

Составление математической модели роста дерева позволяет перейти к составлению математической модели роста древостоя (а также подроста и подлеска) как совокупности математических моделей роста деревьев; использование интегрального исчисления позволяет осуществить переход от характеристик роста дерева к его характеристике в статике на любом временном отрезке.

Составление математических моделей роста дерева и роста древостоя не означает сокращения интенсивности применения традиционных методов исследований лесных объектов и явлений, таких как лесная таксация и вариационная статистика, так как традиционные и вновь предлагаемые к разработке на тектонической основе методы дополняют друг друга в научной оценке живых объектов и явлений при их интегральной характеристике.

Лесная таксация является эмпирическим разделом лесоведения, осуществляющим методическое, математическое и информационное обеспечение исследований, проводимых на уровне наблюдения и эксперимента. При этом лесная таксация включает фрагменты математических закономерностей, разработанных специалистами на эмпирическом уровне, которые могут быть использованы как для реализации научных разработок в практике лесного хозяйства, так и для обоснования вопросов лесоводства и совершенствования методов таксации. Материалы исследований закономерностей роста, полученные с использованием методов лесной таксации, должны быть использованы путем их аппроксимации Законом спирально-логарифмического кумулятивного роста.

Неотъемлемой составной частью лесоведческих исследований является вероятностно-стохастическое моделирование (практическим приложением его служит вариационная статистика), призванное математически обоснованно оценивать изменчивость случайных величин, преобладающих в лесных сообществах. Древостой представляет собой совокупность деревьев, являющуюся основным объектом статистического анализа в лесоведении. Статистический анализ древостоя является основой для его характеристики в статике.

Дендротектоническое моделирование и вероятностно-стохастическое моделирование не противоречат один другому, а дополняют друг друга. Закономерности, составляющие основу дендротектоники, обеспечивают формирование гармонии роста каждого дерева, входящего в состав древостоя, и принимают участие в формировании гармонии роста древостоя. Закономерности вероятностно-стохастического моделирования не определяют формирование гармонии роста дерева и древостоя, а лишь фиксируют гармонию древостоя в статике, сформированную с использованием закономерностей дендротектоники на основе скрытого (неявного) золотого сечения. Отмеченные свойства названных выше способов моделирования свидетельствуют о целесообразности их одновременного использования в изучении динамических и статических форм древостоев.

Открытое (явное) золотое сечение принимает участие в формировании гармонии внешних статичных форм основных компонентов леса – объектов дерева, древостоя, насаждения; вместе с участием скрытого (неявного) золотого сечения, симметрии и других свойств и закономерностей дендротектоники; оно принимает участие в формировании гармонии роста дерева, древостоя и насаждения и их внешнего вида в динамике, что находит выражение в дизайне; последний, в свою очередь, является одним из понятий эстетики лесного ландшафта. Дендротектоника, таким образом, является методологической основой этого направления.

В заключение целесообразно определить пять уровней методического обеспечения лесоведения:

Философские методы:

1. Системный анализ (всеобщий метод науки).
2. Биотектоника (методология лесоведения).

Специальные методы:

3. Методические основы лесоведения.
4. Методические основы раздела лесоведения (биогеоценоз, естественное, искусственное возобновление, формирование леса, лесная типология и др.).
5. Методики раздела лесоведения.

Приведенная классификация уровней методического обеспечения лесоведения позволяет более точно определить перспективные направления методических разработок этой сложной интегральной науки.

### **Список литературы**

1. Алексеев П.В., Панин А.В. Философия. – М.: Проспект, 2012. – 471 с.
2. Касинов В.Б. О симметрии в биологии. – Л.: Наука, 1971. – 48 с.
3. Касинов В.Б. Биологическая изометрия. – Л.: Наука, 1973. – 267 с.
4. Кимберли Элам. Геометрия дизайна. Пропорции и композиция. Изд-во «Питер», 2012. – 108 с.
5. Назаров И.В. История и философия науки. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. – 198 с.
6. Синнот Э. Морфогенез растений. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. – 603 с.
7. Шевелев И.Ш., Марутаев М.А., Шмелев И.П. Золотое сечение: Три взгляда на природу гармонии. – М.: Стройиздат, 1970. – 352 с.
8. Шевелев И.Ш. Принципы пропорции: О формообразовании в природе. – М.: Стройиздат, 1986. – 200 с.
9. Шевелев И.Ш. Метаязык живой природы. – М.: Воскресенье, 2000. – 352 с.



10. Шевелев И.Ш. Золотое пространство, основы гармонии. – М.: Промдизайн, 2005. – 58 с.
11. Чернов Н.Н. Биотектоника – методологическая основа изучения форм в живой природе. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. – 135 с.

**Рецензенты:**

Соловьев В.М., д.б.н., заслуженный профессор кафедры лесной таксации и лесоустройства Института леса и природопользования, г. Екатеринбург.

Аткина Л.И., д.с.-х.н., профессор, заведующая кафедрой ландшафтного строительства Института леса и природопользования, г. Екатеринбург.