

УДК 712.01:630\*181

**БИОТЕКТОНИКА – МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ИССЛЕДОВАНИЯ РОСТА ДРЕВОСТОЕВ**© *Н.Н. Чернов, д-р с.-х. наук, проф.*

Уральский государственный лесотехнический университет, ул. Сибирский тракт, 36, г. Екатеринбург, Россия, 620100; e-mail: LK\_BF@mail.ru

Цель работы – ввести специалистов-лесоведов в мир некоторых закономерностей роста дерева и древостоя, основанных на фундаментальных свойствах организации материи и жизни, показать пути перевода исследований с господствующих в лесоведении эмпирических методов познания (наблюдения и эксперимента) на методологический уровень объективно существующих природных закономерностей, что позволит кардинально повысить научную эффективность исследований. Применяемые в лесоведении методы наблюдения и эксперимента не обеспечивают возможностей составления математической модели роста дерева – основного объекта исследования лесоведов; они обеспечивают лишь эмпирический, фрагментарный и локальный характер выявленных закономерностей. Конечной целью любого научного исследования является составление математической модели изучаемого объекта или явления. Математическая модель – это приближенное описание какого-либо класса явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики. До сих пор не достигнута конечная цель изучения роста дерева, представляющего собой высокоорганизованную материальную субстанцию. Предложен путь решения задачи составления математической модели роста дерева на основе использования основного закона роста – закона спирально-логарифмического кумулятивного роста, базирующегося на фундаментальных свойствах и формах организации материи и жизни. Закон спирально-логарифмического кумулятивного роста – это математическая модель роста, которая отражает изменение массы организма с возрастом. Математическая модель роста древостоя представляет собой совокупность математических моделей роста деревьев, составляющих древостой. Закон спирально-логарифмического кумулятивного роста, выражаемый графически золотой спиралью, объединяет в себе все основные свойства организации материи (числа  $\pi$ ,  $e$ -натуральное, золотое сечение  $\Phi$  и основную форму движения материи и организации жизни – спиралевидное вращение) и является важнейшим инструментом исследования роста дерева и древостоя.

*Ключевые слова:* лесоведение, дерево, древостой, архитектоника, биотектоника, математическое моделирование, формы организации материи, золотое сечение, логарифмическая спираль, закон роста.

Конечная цель любого научного исследования – составление математической модели изучаемого объекта или явления. Применявшийся до настоящего времени эмпирический подход к изучению дерева не позволил составить математическую модель дерева и его роста. Нужен был иной, принципиально отличающийся от традиционного взгляд на изучаемый объект. Таким альтернативным подходом, предлагаемым впервые, служит изучение дерева как высокоорганизованной материальной субстанции, формирующейся на основе глобальных свойств и законов организации материи. При реализации такого подхода появилась возможность решить проблему составления математической модели роста не только дерева, но и древостоя, с одной стороны, и, по возможности, переноса этих приемов моделирования на другие растения и растительные сообщества, с другой.

Достигнутый лесоведами уровень совершенствования эмпирических моделей явлений и объектов, создаваемых по результатам использования методов наблюдения и эксперимента, методологически исчерпал себя, в связи с чем возникла необходимость использовать в лесоведческих исследованиях принципиально иную научно обоснованную методологическую основу – биотектонику, базирующуюся на закономерностях архитектоники\*.

---

\*Архитектоника – это художественное выражение закономерностей строения, присущих конструктивной системе зданий, художественных произведений, обуславливающее соотношение его главных и второстепенных элементов. Она является системой закономерностей, занимающей промежуточное положение между разделом философии «Системный анализ» и архитектурой в широком ее понимании.

Архитектоника – это специально-научная методология [4]. Основы архитектоники как методологии были разработаны философами с использованием положений системного анализа и архитектуры преимущественно на растительных объектах [3].

Особенности лесных насаждений (являющихся природными архитектурными объектами), отличающие их от архитектурных сооружений:

- более высокая сложность размещения в пространстве их составных частей;
- более высокий уровень формирования структуры объектов;
- развитие строения объектов в динамике при воздействии многочисленных эндогенных (включая наследственный аппарат) и экзогенных факторов;
- возможность применения мероприятий по улучшению строения и структуры объектов;
- широкое разнообразие цветовой гаммы и ее изменений во времени и пространстве;
- возможность применения широкого спектра методов исследования объектов;
- выполнение объектами экологических функций и т. д.

Для интегрального обозначения тектоники биологических и архитектурных объектов целесообразно использовать термин «биоархитектоника», объединяющий биотектонику и архитектонику. Архитектоника как методология обеспечивает разработку методических подходов исследований в архитектуре. В биологии методологией является биотектоника как параллельная архитектонике методология, построенная на тех же принципах, но учитывающая более сложную структуру и динамику объектов. В составе биотектоники выделяется дендротектоника как методологическая основа для разработки методов исследования древостоев.

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. На втором этапе разработки практических мер по использованию полученных результатов важно использовать также предложения, которые наиболее полно отвечают целевым установкам выращивания лесов и формирования лесных объектов.

Перед лесами как специфическими архитектурными и лесоводственными объектами, наряду с использованием симметрии, пропорций и визуального восприятия, составляющих основу искусства, стоят не менее важные задачи повышения продуктивности и улучшения состояния лесов. Формирование лесов, выполняющих многообразные лесоводственные функции, – сверхзадача лесоводства будущего.

Использование теоретических положений, приемов и методов исследований, разработанных архитекторами, математиками и дизайнерами и составляющих суть архитектоники, применительно к лесным объектам позволит коренным образом усовершенствовать методы изучения лесов с применением фундаментальных закономерностей организации материи и разработать на этой основе практические приемы реализации результатов исследований.

Общенаучной методологией исследований, позволяющей выявить все связи и закономерности развития составных частей сложного явления или объекта, является теория системного анализа [1, 4, 5]. Она служит методологической основой оценки большого количества информации различной природы. К сложным системам относятся: растительное сообщество, лес, лесонасаждение, древостой, дерево, корни, ствол, крона, лист, клетка и т.д. Системный подход допускает вариативность его применения в конкретных науках, давая лишь общую ориентацию.

Основные понятия в архитектонике и биотектонике – системный подход, методология, закономерности строения, симметрия, подобие, соотношение, пропорция, божественная пропорция, золотое сечение, ряды чисел Фибоначчи и Люка, взаимосвязанность форм, пространство, движение, спиральное вращение, логарифмическая спираль, золотые динамические прямоугольники, золотая спираль, основной закон роста (закон спирально-логарифмического кумулятивного роста).

Биотектоника, наряду с художественной выразительностью, определяет структуру лесного насаждения и древостоя, их функциональность, биологическую устойчивость, воспроизводство, экологическое и хозяйственное значение и др. Для природных объектов характерно широкое распространение основных характеристик биотектоники – органичное использование пространства, золотого сечения, симметрии, подобия, спирали.

Основными формами организации материи являются гравитация, структурирование в пропорции золотого сечения, движение (понимаемое как любое изменение вообще) преимущественно в виде спирали. Выделяют алгебраические спирали (архимедова, гиперболическая, параболическая) и псевдоспираль (логарифмическая). Основной формой жизни является логарифмическая спираль, алгебраические спирали встречаются редко.

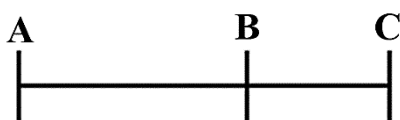


Рис. 1. Божественная пропорция

Основой золотого сечения является божественная пропорция (рис. 1). Она получается путем деления отрезка на два таким образом, чтобы отношение отрезка AC к более длинному AB равнялось отношению последнего к более короткому BC.

Это соотношение равно  $1,61803^*$ , что можно выразить в виде дроби  $(1+\sqrt{5})/2$ .

Золотое сечение – это образ соразмерности, целостности, единства разнообразия, динамичного равновесия и роста, упорядоченного множества, образ подобия строению многим природным организмам. Золотое сечение неизменно вызывает чувство полной гармонии и красоты статичных объектов [2], является основой организации материи на всех уровнях, основной пропорцией (соотношением величин) как в неживой, так и в живой природе. Однако золотое сечение не довлеет над другими пропорциями, а присутствует вместе с ними [6, 8, 9].

Золотое сечение (число) представляет собой в природе фундаментальную константу формообразования, но константу не явную, а глубоко скрытую от поверхностных наблюдений. Скрытое, неявное золотое сечение обеспечивает гармонию объектов в динамике (гармонию роста биологических объектов). В ряду золотого сечения  $\Phi$  закодирована генетика. В числе  $\sqrt{\Phi}$  (логарифмическая спираль) закодированы элементарные основополагающие формы живой природы [7].

Золотое сечение имеет место в распределении Лапласа–Гаусса – основного распределения случайных величин (рис. 2). В распределении Лапласа–Гаусса золотым сечением (1,61803) является отношение срединной ординаты к ординатам, восстановленным из точек  $-\sigma$  и  $+\sigma$  до точек перегиба кривой распределения. Таким образом беспредельный мир вероятностно-стохастических величин связан с глобальными свойствами материи, лежащими в основе закона спирально-логарифмического кумулятивного роста (золотой спирали).

Золотое сечение является основой организации материи во всех ее проявлениях. Оно лежит в основе всех биологических структур и является геометрическим выражением жизни. Платон называл пропорцию  $\Phi$  ключом к физике космоса.

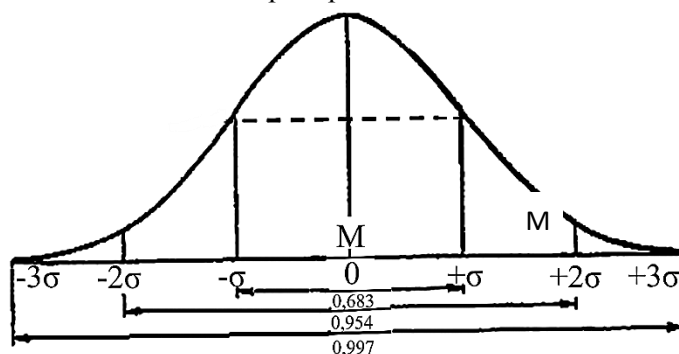


Рис. 2. Кривая нормального распределения Лапласа–Гаусса ( $M$  – среднее арифметическое;  $\sigma$  – стандартное отклонение; по вертикальной оси – частоты (число наблюдений); по горизонтальной – варианты (значения изучаемого признака))

Наряду с золотым сечением и гравитацией основу организации материи составляет число  $\pi$  как форма организации пространства. Золотое сечение с числом  $\pi$  находится в следующем отношении:  $\sqrt{\Phi} = 4/\pi = 1,272$  ( $\Phi = 1,272^2 = 1,61803$ );  $e$ -натуральное является формой организации движения материи по спирали.

\*Здесь приведено округленное цифровое значение золотого сечения.

Золотое сечение является пропорцией рядов чисел Фибоначчи и Люка, которые получают аддитивным сложением из чисел 1 и 2 (точное его значение в ряду Фибоначчи начинается с 15 действия).

$\xrightarrow{\text{Ряд Фибоначчи}}$   
 и т. д. 76, 47, 29, 18, 11, 7, 4, 3, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 и т. д.  
 $\xleftarrow{\text{ряд Люка}}$

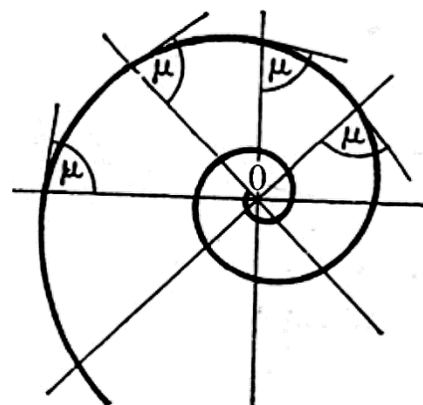
Уникальность рядов Фибоначчи и Люка в том, что соотношения соседних чисел в них соответствуют золотому сечению; эта уникальность не числовая, а биологическая. Фундаментальность рядов чисел Фибоначчи и Люка заключается в их аддитивности и мультипликативности в пропорции золотого сечения  $\Phi$ . Понятие аддитивности означает, что целое структурно, понятие мультипликативности – что на все части структурно организованного целого распространяется одна и та же закономерность роста (пропорция). В едином организме все части растут по одному закону. Это свойство рядов чисел является основой организации жизни биологических существ и устройства их генетического аппарата [7].

Спиралевидное строение генетического аппарата сопровождается спиралевидным строением генеративных и вегетативных органов древесных растений (рис. 3). Число правых и левых спиралей всегда неодинаково и соотносится оно между собой как пары соседних чисел в рядах чисел Фибоначчи и Люка. Углы восходящих спиралей (углы дивергенции) определяют числа золотого сечения. 8 спиралей шишки сосны направлены по часовой стрелке, 13 – против часовой или наоборот. Приведенные числа 8 и 13 – смежные пары ряда чисел Фибоначчи.



Рис. 3. Спирали роста шишек крымской (а) и приморской (б) сосен

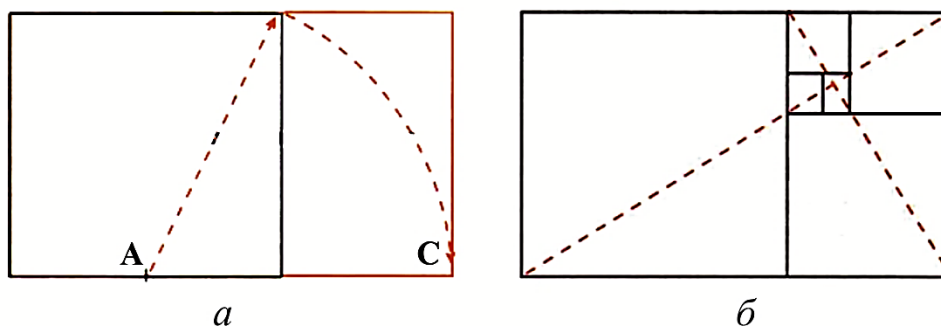
Логарифмическая спираль – это плоская трансцендентная кривая, пересекающая все радиусы-векторы под одним и тем же углом  $\mu$ . Соотношения отрезков лучей, разделяемых точкой роста О, являются золотым сечением (рис. 4). Логарифмическая спираль нарастает ускоряющимися темпами: чем больше становятся живые существа, тем быстрее они растут.

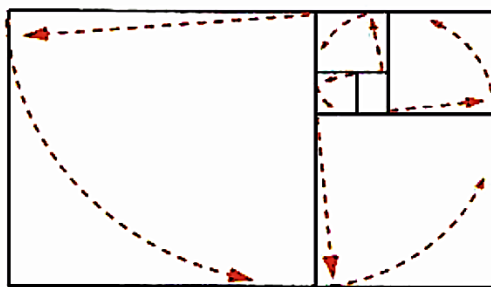


Основным способом построения золотой спирали как геометрического выражения закона спирально-логарифмического кумулятивного роста является использование золотых прямоугольников [1] (рис. 5).

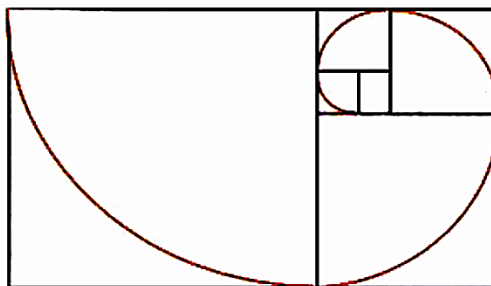
Рис. 4. Логарифмическая спираль

Рис. 5. Построение золотого прямоугольника (а) по методу квадрата (б)





а

Рис. 6. Построение золотой  
спирали

б

Золотой прямоугольник его делении всегда получается такой же меньшего масштаба и квадрат (рис. 6, а). особому свойству из золотого можно получить спираль, проводя дуги по радиусам, равным

уникален тем, что при прямоугольнике Благодаря этому прямоугольнику

сторонам пропорционально уменьшающихся

квадратов (рис. 6, б).

Алгебраическое выражение золотой спирали:

$$P = ae^{k\phi},$$

где  $k = \ln a = \text{ctg} \mu$  (при  $\mu = \pi/2$ ,  $k = 0$  и кривая – окружность).

Полюс  $O$  – асимптотическая точка.

Золотая спираль является математическим выражением основного закона роста организма в живой природе – закона спирально-логарифмического кумулятивного роста. Это математическая модель роста, которая отражает изменение массы организма с возрастом.

Закон спирально-логарифмического кумулятивного роста, выражаемый графически золотой спиралью, объединяет в себе все основные свойства организации материи – числа  $\pi$ ,  $e$ -натуральное, золотое сечение  $\Phi$  и основную форму движения материи и организации жизни – спиралевидное вращение. Закон является важнейшим инструментом исследования роста дерева и древостоя.

Применение биотектоники для исследования лесов перспективно в следующих направлениях:

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

При исследовании древостоя применяется дендротектонический уровень математического моделирования – установление закономерностей роста дерева в виде его математической модели на основе закона спирально-логарифмического кумулятивного роста и математической модели роста древостоя как совокупности математических моделей роста деревьев.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев П.В., Панин А.В. Философия. М.: Проспект, 2012. 471 с.

2. Божко Ю.Г. Архитектоника и комбинаторика формообразования. К.: Выща шк., 1991. 246 с.
3. Кимберли Э. Геометрия дизайна. Пропорции и композиция. СПб.: Изд-во «Питер», 2012. 108 с.
4. Назаров И.В. История и философия науки. Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. 198 с.
5. Философский словарь. М.: Изд-во полит. лит-ры, 1987.
6. Шевелев И.Ш., Марутаев М.А., Шмелев И.П. Золотое сечение: Три взгляда на природу гармонии. М.: Стройиздат, 1970. 352 с.
7. Шевелев И.Ш. Принципы пропорции: О формообразовании в природе. М.: Стройиздат, 1986. 200 с.
8. Шевелев И.Ш. Метаязык живой природы. М.: Воскресенье, 2000. 352 с.
9. Шевелев И.Ш. Золотое пространство, основы гармонии. М.: Промдизайн, 2006. 58 с.

Поступила 24.12.13

UDC 712.01:630\*181

**Biotectonics – a Methodological Basis of Research of Forest Stands Growth***N.N. Chernov, Doctor of Agriculture, Professor*

Ural State Forest Engineering University, Sibirsky tract, 37, Ekaterinburg, 620100, Russia; e-mail: LK\_BF@mail.ru

The purpose of work is to enter forest experts into the world of some regularities of tree growth and forest stand, based on fundamental properties of the material and life organization, to show the ways of researches transference from empirical methods of knowledge, dominating in a dendrology, (supervision and experiment) on methodological level of objectively existing natural regularities that will allow to increase scientific efficiency of researches. Methods of supervision and experiment, applied in a dendrology, don't provide the drawing up opportunities of mathematical model of a tree growth – the main research object of forest experts; they provide only empirical, fragmentary and local nature of the revealed regularities. Ultimate goal of any scientific research is mathematical model drawing up of studied object or the phenomenon. The mathematical model is an approximate description of any phenomena class outside, expressed by means of mathematical symbology. Still the ultimate objective of the tree growth studying, representing the high-organized material substance, hasn't been achieved. The way of problem solving of mathematical model of tree growth drawing up on the basis of use of the fundamental growth law – the law spiral-logarithmic cumulative expansion, which is based on fundamental properties and forms of the organization of a material and life, is offered. The law spiral-logarithmic cumulative expansion is a mathematical model of growth which reflects the change of organism mass with age. Algebraic expression of the Gold spiral is  $P = ae^{k\phi}$ . The mathematical model of forest stand growth represents set of mathematical models of the trees growth, making a forest stand. The law spiral-logarithmic cumulative expansion, expressed graphically by Gold spiral, unites all main properties of the material organization ( $\pi$ , an e-natural, golden section  $F$  and the main form of material movement and the life organization – heliciform rotation) is the most important instrument of research of tree and forest stand growth.

*Keywords:* dendrology, tree, forest stand, architectonics, biotectonics, mathematical modeling, forms of the material organization, golden section, logarithmic spiral, law of growth.

## REFERENCES

1. Alekseev P.V., Panin A.V. *Filosofiya* [Philosophy]. Moscow, 2012. 471 p.
2. Bozhko Yu.G. *Arkhitektonika i kombinatorika formoobrazovaniya* [Architectonic and Theory of Combinations of Casting]. Kiev, 1991. 246 p.
3. Kimberli Elam. *Geometriya dizayna. Proportsii i kompozitsiya* [Design Geometry. Proportions and Composition]. St. Petersburg, 2012. 108 p.
4. Nazarov I.V. *Istoriya i filosofiya nauki* [History and Philosophy of Science]. Ekaterinburg, 2012. 198 p.
5. *Filosofskiy slovar'* [Philosophical dictionary]. Moscow, 1987.
6. Shevelev I.Sh., Marutaev M.A., Shmelev I.P. *Zolotoe sechenie: Tri vzglyada na prirodu garmonii* [Golden Section: Three Views of the Harmony Nature]. Moscow, 1970. 352 p.
7. Schevelev I.Sh. *Printsipy proportsii: O formoobrazovanii v prirode* [Principles of a Proportion: About a Forming in the Nature]. Moscow, 1986. 200 p.
8. Schevelev I.Sh. *Metazyk zhivoy prirody* [Meta Language of Wildlife]. Moscow, 2000. 352 p.
9. Schevelev I.Sh. *Zolotoe prostranstvo, osnovy garmonii* [Gold Space, Harmony Bases]. Moscow, 2006. 58 p.