

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ХОДА РОСТА ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ

Семёнов М.А., Писарева С.В.

ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», Воронеж, Россия (394087 Россия, г.Воронеж ул.Тимирязева д.8), e-mail: mihan_semenov@mail.ru, pisareva_s@mail.ru

Устойчивое лесопользование - управление лесами и лесными площадями и их использование таким образом и с такой интенсивностью, которые обеспечивают их биологическое разнообразие, продуктивность, способность к возобновлению, жизнеспособность, а также способность выполнять в настоящее время и в будущем соответствующие экологические, экономические и социальные функции на местном, национальном и глобальном уровнях, без ущерба для других экосистем. При устойчивом управлении именно леса являются гарантом предотвращения неблагоприятных климатических изменений, мощнейшим возобновляемым сырьевым источником для лесного комплекса стран мира. Одной из основ устойчивого лесопользования является соблюдение экосистемного подхода. Именно в этом случае обеспечивается сохранение редких и исчезающих видов живых организмов в экосистеме, сохранение биоразнообразия биологических систем, сохранение особо защитных участков леса и многое другое. Устойчивое лесопользование невозможно без производства лесных культур, причём в конкретных условиях необходимо применять определённый способ лесовосстановления. В данной статье рассматривается способ лесовосстановления биогруппами с максимальным сохранением лесной среды. Итогом работы являются примерные модели хода роста деревьев биогрупп, которые авторы обосновывают с экологической и математической позиций.

Ключевые слова: лесовосстановление, лесные культуры, ход роста, экологические ниши, конкурентные механизмы, полиномиальная зависимость, скорость роста

MATHEMATICAL MODELS OF GROWTH OF FOREST PLANTATIONS AT DIFFERENT METHODS OF REFORESTATION

Semenov M.A., Pisareva S.V.

FSBEI HPE «Voronezh State Academy of Forestry and Technologies», Voronezh, Russia (394087 Russia, 8, Timiryazeva str., Voronezh), e-mail: mihan_semenov@mail.ru, pisareva_s@mail.ru

Sustainable forest management - management of forests and forest lands and their use in such manner and with such intensity that provide their biological diversity, productivity, capacity for renewal, vitality and the ability to fulfill, now and in the future, relevant ecological, economic and social functions, at local, national and global levels, without damage to other ecosystems. Under sustainable management just forests are a guarantee of preventing adverse climate changes, the most powerful source of renewable raw material for forest complex of the world. One of the foundations of sustainable forest management is to comply with the ecosystem approach. Precisely in this case, preservation of rare and endangered species of living organisms in the ecosystem, biodiversity conservation of biological systems, preservation of specially protected forest areas and more are ensured. Sustainable forest management is not possible without the production of forest plantations, and in the specific conditions it is necessary to apply a certain way of reforestation. In this paper, a method of reforestation by biogroups with maximum preservation of the forest environment is considered. The outcome of the work is exemplary models of tree growth progress of biogroups that authors prove environmentally and mathematically.

Keywords: reforestation, forest plantations, growth progress, ecological niches, competitive mechanisms, polynomial dependence, growth rate

Введение

Искусственным лесовосстановлением называется создание лесных культур на площадях, ранее покрытых лесной растительностью (Барсукова, 2008, Редько, 2004). Для

создания новых лесов или улучшения состава древесных пород в уже существующих лесах применяется комплекс лесохозяйственных мероприятий.

Особое значение имеет выполнение лесовосстановительных мероприятий на вырубках. Вновь создаваемые искусственные лесные культуры при этом будут занимать фундаментальные экологические ниши (Левченко, Старобогатов, 1994). В результате этого развитие лесного искусственного фитоценоза, как известно, будет сопровождаться функционированием механизмов, способствующих поддержанию на определённом уровне устойчивых экосистемных связей (Харченко, 2000, Харченко, 2013).

Получить насаждение с нужными человеку свойствами возможно лишь при применении в различных типах лесорастительных условий конкретных способов лесовосстановления. В настоящее время при производстве лесных культур необходимо проводить такие лесовосстановительные мероприятия, при которых лесная среда меньше всего подвергается трансформации. Вышеуказанным требованиям соответствует способ лесовосстановления био группами с максимальным сохранением фоновой лесной среды.

Целью данного исследования является сравнение биометрических параметров лесных культур сосны обыкновенной разного возраста, созданных рядками и био группами, и построение примерных математических моделей их развития при способе лесовосстановления куртинами (био группами).

Биометрические параметры для лесных культур, созданных био группами и рядками, были сняты в летний период с 2011-по 2013 года на территории Тамбовской области. Рассматривались следующие возрасты: 6,15,21,24,39,41 и 46 лет.

По полученным данным для рядовых культур нами были построены кривые, описывающие диаметр и высоту насаждения в зависимости от возраста (рис.1,2).

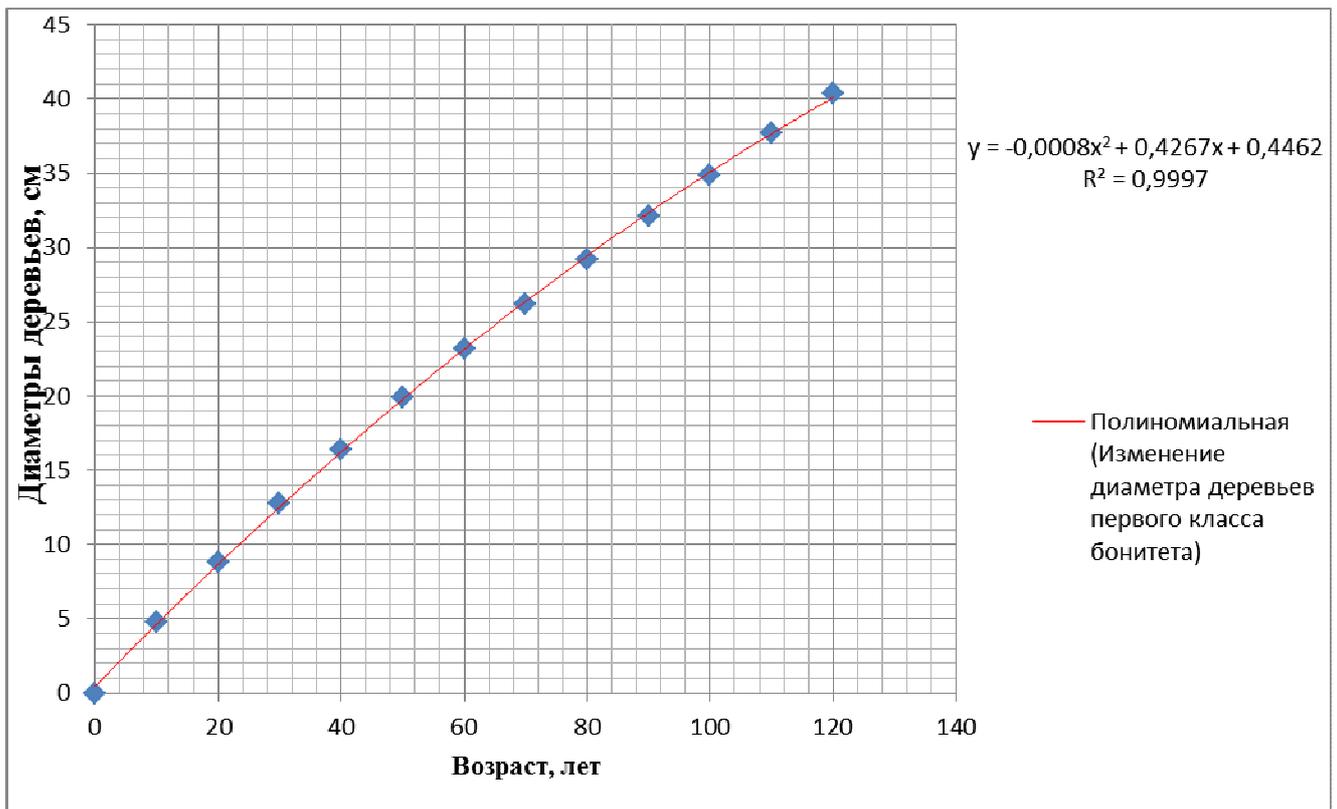


Рисунок 1 – Зависимость диаметра рядовых культур от возраста

Зависимость диаметра рядовых культур сосны обыкновенной от возраста носит полиномиальный характер. Прирост по диаметру равномерный (рис.1), уменьшается с возрастом. К 46-летнему возрасту рядовые культуры сосны обыкновенной достигают диаметра 18,4 см. Коэффициент аппроксимации для рассматриваемой зависимости близок к единице, что свидетельствует о достоверности данных.

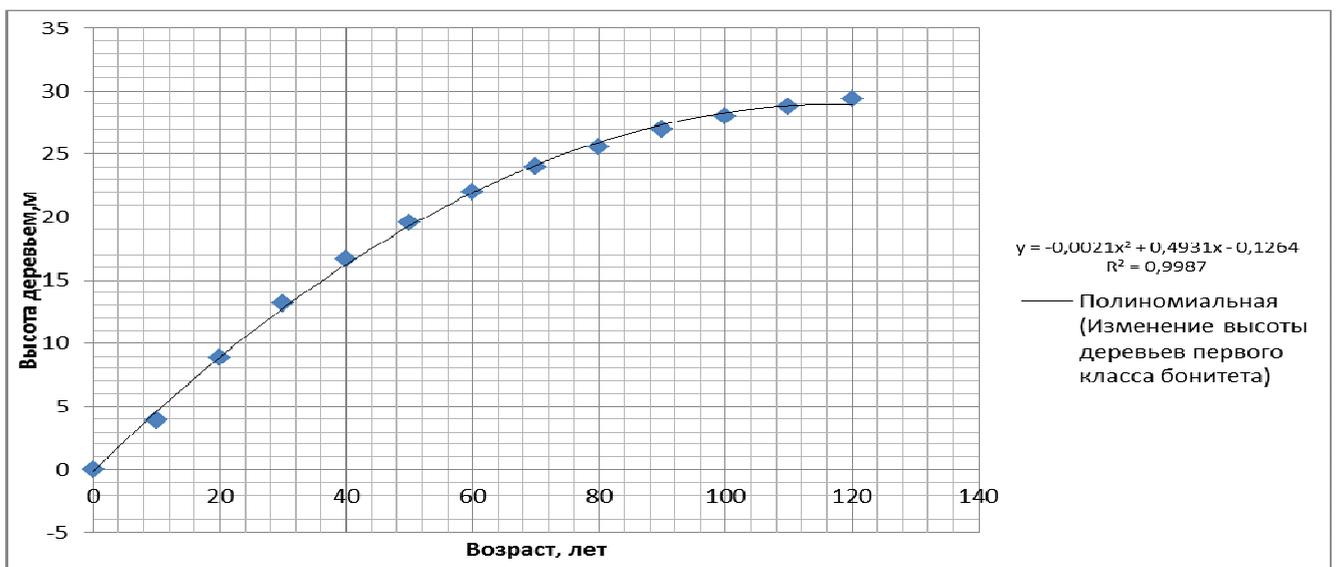


Рисунок 2– Зависимость высот рядовых культур от возраста

Изменение высот с возрастом чётко прослеживается: до 60-летнего возраста прирост по высоте рядовых культур выше, затем плавно уменьшается (рис.2). Зависимость носит также полиномиальный характер, с коэффициентом аппроксимации, близким к единице.

Особенностью рядовых культур является слабая дифференциация деревьев по диаметру и высоте до момента смыкания крон (в рядовых культурах смыкания крон происходит примерно в 10 лет), которое в свою очередь инициирует конкурентные механизмы.

Сравнительные данные для рядовых культур и биогрупп приведены в таблице 1.

Таблица 1- Соотношение биометрических параметров биогрупп к рядовым культурам

№ ПП	Возраст, лет	Средние биометрические параметры рядовых культур, см,м	Средние биометрические параметры культур в биогруппах, см,м	Процент опережения деревьями биогрупп бороздных культур 1 класса бонитета
1	2	3	4	5
Высоты, см				
1	6	2,75	1,45	-47,10
2	6	2,75	2,26	-17,98
3	15	6,79	8,04	18,32
4	21	9,30	10,12	8,89
5	21	9,30	11,15	19,85
6	24	10,49	10,66	1,60
7	39	15,91	22,94	44,18
8	41	16,56	20,10	21,39
9	46	18,11	20,88	15,30
Диаметры, см				
1	6	2,97	2,18	-26,65
2	6	2,97	2,24	-24,47
3	15	6,66	7,98	19,73
4	21	9,05	10,48	15,76
5	21	9,05	12,02	32,81
6	24	10,22	11,66	14,08
7	39	15,87	18,72	17,95
8	41	16,59	20,96	26,29
9	46	18,38	24,34	32,44

Для биогрупп в более молодом возрасте (6 лет, ПП1,ПП2) отмечены меньшие чем для рядовых культур значения средних диаметров и высот. Это связано с большей дифференциацией деревьев биогрупп по классам роста Крафта (что в свою очередь обусловлено действием конкурентных механизмов). При лесовосстановлении биогруппами действие конкурентных механизмов начинается раньше, поскольку смыкание крон в пределах одной куртины происходит в возрасте 7-8 лет.

В более старшем возрасте деревья биогрупп преобладают в росте как по высоте, так и по диаметру. Максимальное опережение деревьями биогрупп по высоте и диаметру

составляет соответственно 44,18 % (ПП7 возраст 39 лет) и 26,29% (ПП8 возраст 41 год) (табл.1).

Таким образом, деревья биогрупп характеризуются большей силой роста и имеют более высокий экологический потенциал (процент опережения изменяется с годами и максимален в среднем в 40 лет).

Биогруппы и рядовые посадки характеризуется одинаковой направленностью биологических процессов. Однако скорость течения этих процессов неодинакова, и зависит от потенциала экосистемы в целом и ее составных частей в частности. Как известно, сукцессионный процесс невозможно остановить. Возможно лишь его замедлить внешними возмущающими факторами (Левченко, 1994).

На основании полученных данных (таблица 1) построены модели роста деревьев биогрупп по диаметрам и высотам в зависимости от возраста (рис.3,4).

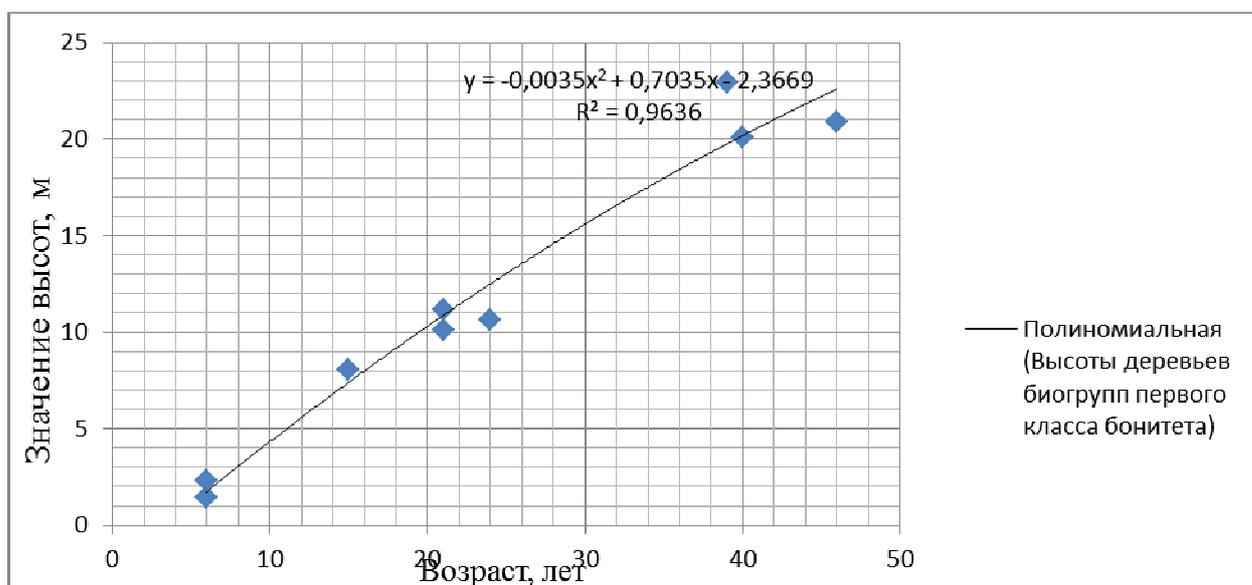


Рисунок 3 – Модель хода роста деревьев биогрупп по высоте

Зависимость высоты от возраста носит вид полиномиальной зависимости с высоким коэффициентом аппроксимации ($R^2=0,9636$) (рис.3).

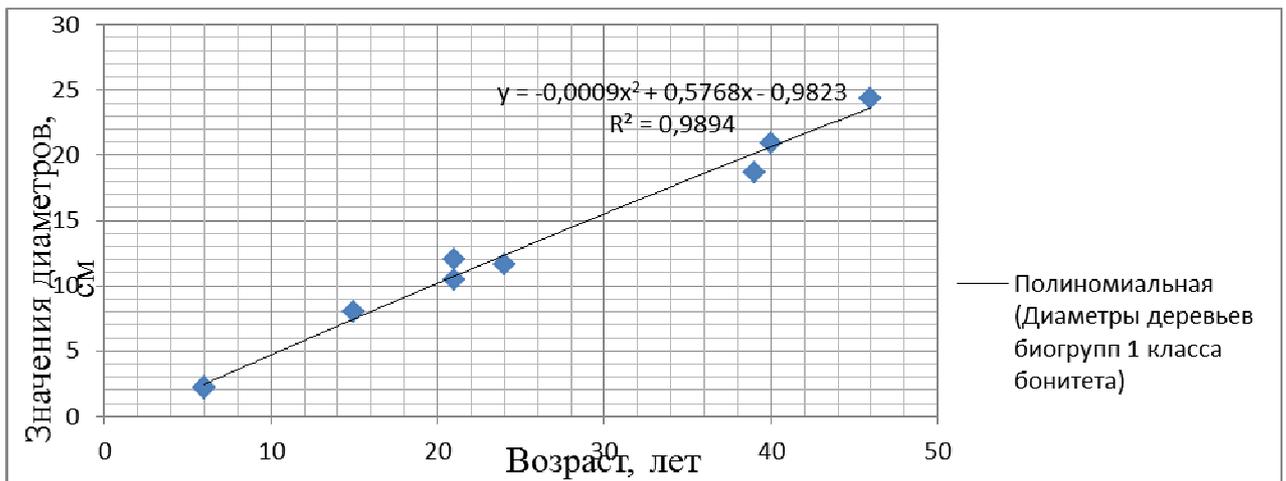


Рисунок 4 – Модель хода роста деревьев био групп по диаметру

Зависимость диаметра от возраста- также полиномиальная, коэффициент аппроксимации близок к единице (рис.4).

В результате статистической обработки получены следующие уравнения, описывающие развитие лесных культур сосны обыкновенной по диаметрам и высотам:

Для бороздных культур:

$$D_{cp} = -0,0008x^2 + 0,4267x + 0,4462$$

$$H_{cp} = -0,0021x^2 + 0,4931x - 0,1264$$

Для био групп:

$$D_{cp} = -0,0009x^2 + 0,5768x - 0,9823$$

$$H_{cp} = -0,0035x^2 + 0,7035x - 2,3669$$

Полученные функции имеют общий вид (Пискунов, 1996):

$$y = -ax^2 \pm bx \pm c,$$

Где производная от y является показателем скорости роста насаждения.

Таким образом, энергия роста больше для лесных культур сосны обыкновенной, созданных био группами.

Выводы:

1. Лесные культуры сосны обыкновенной в биогруппах, начиная с момента смыкания крон (7-8 лет) имеют более высокую скорость роста. Об этом свидетельствуют данные об опережении культурами в биогруппах рядовых посадок по диаметрам и высотам. Чем больше возраст культур, тем выше процент опережения.
2. Деревья сосны обыкновенной в биогруппах характеризуются большим экологическим потенциалом и как следствие большей энергией роста (энергия роста определяется его скоростью).
3. Модели роста лесных культур имеют вид полиномиальной зависимости, следовательно лесные культуры сосны обыкновенной по бороздам и в биогруппах характеризуются одинаковым течением биологических процессов, но разной их скоростью.
4. Полученные модели роста могут быть использованы при прогнозировании развития культур в биогруппах.

Список литературы

1. Левченко В. Ф. Авторегулируемая эволюция биосферы [Текст] / В. Ф. Левченко, Я. И. Старобогатов // Динамика разнообразия органического мира во времени и пространстве : материалы 40 сессии ВПО. – СПб. : ВСЕГЕИ, 1994. – С. 30–32.
2. Лесные культуры и защитное лесоразведение [Текст] : практ. пособие для студентов по спец. «Лесное хозяйство» / Т. Л. Барсукова, Л. К. Климович ; М-во образования РБ, Гомел. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : Изд-во ГГУ им Ф. Скорины, 2008. – 74 с.
3. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления [Текст] : учебник / Н. С. Пискунов. – В 2 т. – Т. 1. – Санкт-Петербург : Гл. ред. физ.-мат. лит., 1996. – 416 с.
4. Редько Г. И. Лесные культуры [Текст] : учеб. пособие / Г. И. Редько, М. Д. Мерзленко, Н. А. Бабич. – СПб., 2005. – 556 с.
5. Харченко Н. А. Экология [Текст] : учебник / Н. А. Харченко, Ю. П. Лихацкий. – М. : Изд-во Московского университета леса, 2003. – 399 с.
6. Харченко Н. А. Лесозащитный эффект группового размещения деревьев *Pinussilvestris* [Текст] / Н. А. Харченко // Восстановление лесов, ресурсно-энергосберегающей технологии лесных комплексов. – Воронеж, 2000. – С. 10 – 12.

7. Харченко Н.Н. Современное состояние сообщества копытных животных Среднерусской лесостепи / Н.Н. Харченко, М.А. Семёнов // Лесотехнический журнал.- Воронеж: из-во ФГБОУ ВПО «ВГЛТА», 2013. №3-с.50-60.

Рецензенты:

Арефьев Ю.Ф., д.б.н., профессор, профессор кафедры экологии, защиты леса и лесного охотоведения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Воронежской государственной лесотехнической академии», г.Воронеж.

Харченко Н.А., д.б.н., профессор, профессор кафедры экологии, защиты леса и лесного охотоведения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Воронежской государственной лесотехнической академии», г.Воронеж.