

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА И ОПТИМИЗАЦИЯ БИОГЕОЦЕНОЗА

*Чыngoжоев Н.М., Токторалиев З.Б., Темиркул к. К., Yue Pi Chang, Токторалиев Б.А.
НАН КР, Бишкек, Кыргызская Республика, Кумай, Урумчи
E-mail: toktoraliyev@inbox.ru, nurstan@mail.ru, temirkulkyzy91@mail.ru*

ECOLOGICAL MODELING AND OPTIMIZATION OF GROWTH BIOGEOCOENOSIS

*Chyngojoev N.M., Toktoraliyev Z.B., Temirkul k K., Yue Pi Chang, Toktoraliyev B.A.
National Academy of Science, Bishkek, Kyrgyz Republic, China, Urumchi
E-mail: toktoraliyev@inbox.ru, nurstan@mail.ru, temirkulkyzy91@mail.ru*

Полевой материал был собран в еловых лесах Прииссыккулья и обработан по методике, разработанной С.И. Спиридоновым, С.В. Фесенко, Ю.А. Томиной, Р.М. Алексахиной. Основное положение этого метода заключается в математическом моделировании влияния экологических факторов на древостой. Определены функции парциальной экологической полезности для различных способов размещения саженцев ели по методике, предложенной А.И. Бузыкиным, Л.С. Пшеничниковой и В.Г. Суховольским. Экологическая модель позволит определить лучшие условия для роста и развития растений, повышения их устойчивости и увеличения продуктивности насаждений.

The field material has been collected in fir forests Issyk-kul area and processed by a technique developed by S.I. Spiridonov, S.V. Fesenko, J.A. Tominoj, R.M. Aleksahinoj. The Substantive provision of this method consist in mathematical modelling of influence of ecological factors on forest stands. Functions partial ecological utility for a various way of placing of saplings of a fir-tree by a technique offered by A.I. Buzykinym, L.S. Pschenichnikovoi and V.G. Suhovol'skim are defined. The ecological model will allow to define the best conditions for growth and development of plants, increase of their stability and increase in efficiency of plantings.

Данная статья опубликована при финансовой поддержке КНР Проекта: 2010DFB90240

Введение

Распределение лесов Кыргызстана весьма неравномерно и определяется гидротермическими условиями отдельных горных хребтов и особенностями породного состава. В северной части республики, в частности Прииссыккулье, леса образованы в основном елью Шренка. В большинстве своем они распространены по крутым (более 30°) склонам гор на значительных высотах и имеют огромное противозерозионное, водоохранное и водорегулирующее значение.

Лесные площади, на которых произрастает естественный лес, по возрастному составу представлены в основном спелыми и перестойными насаждениями [1].

По данным И.Н. Чеботарева [5], в период с 1925 по 1950 гг. интенсивные рубки промышленного значения проводились главным образом в еловых лесах, и размер ежегодной выборки в 3,7 раза превышал годичный прирост. В первую очередь вырубались еловые леса, расположенные в более или менее доступных местах. Они пройдены многократными рубками, естественное возобновление в них протекает неудовлетворительно, а искусственное восстановление на вырубках связано с целым рядом трудностей, но главным образом, с невозможностью применения механизмов при работах на склонах гор.

Из-за сплошных рубок насаждений ели тянь-шаньской образовались огромные безлесные площади, впоследствии заросшие травянистой и кустарниковой растительностью и превратились растительностью в выпасные угодья. Полное исчезновение леса вызывает целый ряд негативных явлений – развитие эрозионных процессов, значительное иссушение склонов и др.

Учитывая региональное значение горных лесов Кыргызстана, как накопителя поливной воды в Средней Азии, необходимо уделять самое серьезное внимание их восстановлению [3].

Государственное агентство по охране окружающей среды и лесному хозяйству при Правительстве КР приняло решение о необходимости разработки новых и усовершенствовании уже имеющихся методов создания искусственных лесонасаждений на необлесенных землях.

К числу актуальных задач лесовосстановления следует отнести разработку теории экологического прогнозирования, необходимую для создания методов построения прогнозов динамики развития насаждения, прогнозирования последствий экологических, антропогенных факторов на изменение возобновляемости и сукцессий лесных сообществ, которые необходимы для современного лесного хозяйства.

Обобщая литературный материал, можно отметить, что вопросам восстановления, интродукции и лесоразведения посвящено значительное количество работ. Выбор оптимальной агротехники для посадки лесных культур – одна из насущных и сложных проблем лесокультурного производства и науки. Нашей задачей является изучение закономерностей формирования лесных культур ели Шренка, а также введение новых интродуцированных быстрорастущих пород в горные еловые леса, и на основе проведенного анализа, дать рекомендации усовершенствования агротехнологии искусственного лесовосстановления еловых лесов Прииссыккуля.

Для устойчивого существования лесного биогеоценоза необходимо применение оптимальных агротехнологий в горных районах Иссык-Кульской области. При создании древесного насаждения необходимо учитывать состав пород, густоту, размеры и схемы размещения площадок.

Каждое дерево имеет свои биологические особенности. Следует учитывать рост и развитие в зависимости от светового режима, лесорастительных условий (климат, осадки и т.п.), а также конкуренцию за ресурс выживания.

Естественное возобновление и отпад деревьев происходит случайным естественным биологическим и экологическим процессом. Экологическая модель лесных сообществ позволит подражанию естественных лесов исследуемого района еловых лесов. Эта методика даст возможность оптимально учитывать рост развития определенной породы, влияние количества деревьев на сокращение поступлений питательных веществ в конкуренции.

Экологическое моделирование окажет влияние на концепцию леса, может рассматриваться как широкомасштабный компьютерный эксперимент по проверке основных положений и следствий этой концепции. В результате явится примером прямого воздействия математических методов на формирование естественнонаучных представлений в области экологии. Наиболее сложная часть этих моделей – описание взаимодействия между деревьями, которое может носить сложный нелинейный характер. Взаимодействие между деревьями оказывается субпопуляцией. Следующий этап моделирования связан с рассмотрением лесной экосистемы как метапопуляции. Такие фундаментальные характеристики, как вероятность гибели и продолжительность жизни и метапопуляции в целом, зависят от начальной численности и других характеристик начального распределения деревьев. В результате моделирования получается единственное устойчивое состояние «динамического равновесия», представляющего собой мозаику находящихся в различных состояниях и возраста [6].

Методика. При математическом моделировании экологических последствий действия антропогенных факторов на древесный ярус использовалась методика С.И. Спиридонова, С.В. Фесенко, Ю.А. Томина, Р.М. Алексахина [2].

Для определения количества солнечной радиации (τ), поступающей на листовую поверхность дерева в условиях конкуренции за световой ресурс, рассмотрим ослабление светового потока, приходящегося на элемент листовой поверхности dh , находящейся на высоте h . Плотность потока, получаемого элементом dh будет определяться следующим соотношением в формулах (1), (2):

$$J = J_0 \exp(-\rho b \int_0^{i_{\max}} dx \int_{h+vtg\tau}^{H_{\max}} n(H) dh), \quad (1)$$

$$\chi_{\max} = \frac{H_{\max} - h}{tg \tau}, \quad (2)$$

где, J_0 – исходный световой поток;

ρ – коэффициент ослабления светового потока (ажурность кроны);

H – высота рассматриваемого дерева (имеющего диаметр ствола ρ);

H_{\max} – максимально возможная высота дерева;

τ – угол падения солнечных лучей (средний за период вегетации);

$n(H)$ – распределение деревьев по диаметрам стволов;

b – ширина кроны дерева.

Исследование. Для экологического математического моделирования использованы обширные полевые материалы, собранные в Иссык-Кульской области, в поясе еловых лесов, где произрастают искусственные насаждения из интродуцированных пород – сосны и лиственницы. Для экологического моделирования анализировались лесные культуры разного возраста, произрастающие на различных высотных отметках и разных экспозициях склонов. Рассчитанные модели еловых культур представлены в табл. 1. Экологическая математическая модель вычислена для елового насаждения с густой плотностью, для сравнения взяты культуры с редким стоянием деревьев. Густые насаждения на пробных площадях № 1 и № 6 имеют возраст 30 и 47 лет, соответственно. Эти пробы расположены на одной и той же высотной отметке (2050 м), одной и той же экспозиции склона (СЗ). Расчет экологического моделирования показал, что как в 30-летнем, так и в 47-летнем возрасте через 147,4 года наступит гибель густых насаждений, и их диаметр будет составлять 0 см. Пробные площади № 4 и № 5, с редкой плотностью, согласно расчетам, проживут намного дольше – 597,5 лет. Таким образом, наиболее долговечными будут посадки с меньшим числом деревьев на единице площади.

Таблица 1 - Математическая модель прогноза продолжительности жизни еловых культур, произрастающих в поясе еловых лесов Прииссыккуля.

Пробная площадь	Возраст, лет	ВНУМ, м	Экспозиция склона	ср. Д _{1/3} , см	ср. Н, м	Расчетная математическая модель	t, число лет, через которое наступит гибель насаждения	ср. Д (см), через определенное время
6	30	2150	СЗ	5,4	4,8	$p = -33,36 * \exp((-0,06 + 0,3 * J) * t) + (0,65 + 3,04 * J) + (-0,01 + 0,03 * t) * t + 1 - 4,7 * J$	147,4	0
1	47	2150	СЗ	6	6			
5	30	2150	СВ	11	8	$p = 0,02 * \exp(0,09 + 0,31 * t) + ((-0,01 + 0,01 * J) * t + 0,55 - 3,44)$	597,5	0
4	47	2150	СВ	14	10			

На характеристику насаждения оказывают влияние различные способы посадки, от которых зависят высота, диаметр деревьев, густота, запас древесины. В табл. 2 отражен ход роста групповых культур ели с густым размещением площадок на 1 гектаре (2×1,5 м, 2,2×1,5 м, 2,5×1,5 м, 3×1,5 м). Для сравнения представлен ход роста с редким размещением площадок (3×2 м, 3,5×3 м, 3,5×3,5 м, 3×4 м, 4×4 м, 5×3 м).

В еловых культурах в возрасте 30 лет с густым размещением площадок количество произрастающих деревьев составило 6756 шт./га, а при редком размещении почти в 2 раза меньше 3944 шт. В посадках с редким размещением площадок, где плотность насаждения в молодом возрасте составляла 3944 дерева на 1 га, к 47-летнему возрасту сократилась до 1244 шт./га. При густом размещении площадок происходит медленное сокращение количества деревьев от 6756 до 3333 шт., что влияет на увеличение диаметра.

В молодом возрасте, при редком размещении площадок, первоначальная густота деревьев не сказывается на средних показатели насаждений, но к 47-летнему возрасту диаметр увеличивается уже два раза, а высота – 1,5 раза, по сравнению с густым размещением.

Таблица 2 - Ход роста лесных культур ели

Возраст, лет	Густота деревьев, шт./га	ср. Д _{1/3} , см, ошибка сред. ±п	ср. Н, м, ошибка сред. ±п	Среднее количество сохранившихся деревьев в площадке (2×1 м), шт.	Запас ствольной древесины, м ³ /га	Число площадок на 1 га
Посадки с густым размещением площадок						
30	6756	5,4±0,3	4,8±0,1	9	75	750
40	4760	8±0,3	9±0,1	7	141	680
47	3333	6±0,3	6±0,2	8	185	416
Посадки с редким размещением площадок						
30	3944	7±0,4	6±0,2	6	90	657
40	3564	10,3±0,2	9,8±0,1	6	107	594
47	1244	12,5±0,3	10,7±0,2	4	164	311

При выборе определенного места для создания еловых культур различной густоты, используем модель взаимодействия деревьев в древостое, где учитывается эффект конкуренции между ними за свет и питание, а также воздействие ветра, иссушения почвы, подавления роста другими растениями и т.п. В естественных древостоях функция парциальной экологической полезности (ФПЭП), конкуренция для отдельного дерева будет максимальна, когда вблизи от этого дерева не будут расти другие деревья. С увеличением густоты насаждения конкуренция между деревьями возрастет, а ФПЭП монотонно уменьшится [4].

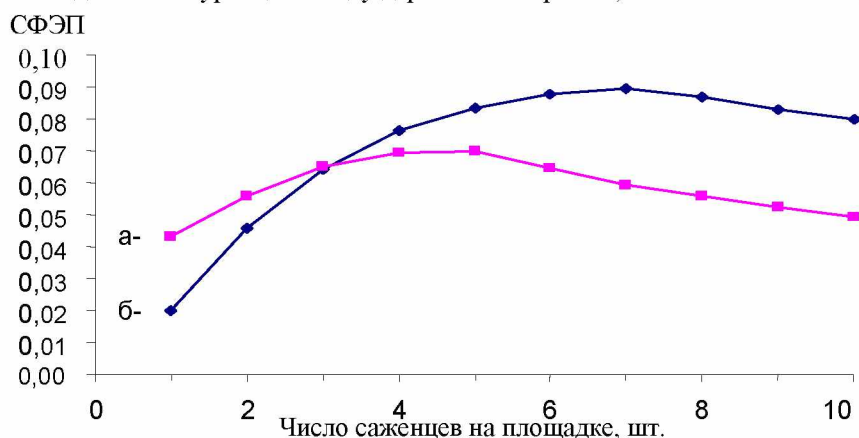


Рис. 1. Суммарная функция экологической полезности для посадок ели на площадке: а – с редким размещением площадок; б – с густым размещением площадок.

По вычисленным значениям хода роста ели на пробных площадях, определили суммарную функцию экологической полезности (СФЭП). Произведенные расчеты позволили выявить оптимальное количество деревьев на площадке (рис. 1).

Как видно на рис. 1, при густом размещении суммарная функция экологической полезности принимает свое максимальное значение; кривая возвышается и показывает, что первоначальное количество саженцев ели в площадке, при густом размещении, должно быть равным 7. С редким размещением, по результату вычисления суммарной функции экологической полезности, следует производить посадку 5 саженцами на площадке.

Фактически на пробных площадях на одной площадке сохранность составляет в основном от 3 до 9 деревьев, что согласуется с теоретическим расчетом. Максимум суммарной функции экологической полезности при посадках достигается при разных значениях числа деревьев в площадке и зависит от их числа на 1 га и размера площадки. На суммарную функцию экологической полезности влияет еще одна функция суммарной полезности, выражающая оптимальное число деревьев, зависящих от таких параметров, как размер площадки и их числа на 1 га. На рис. 2 представлена зависимость оптимального числа деревьев в площадке от их числа на 1 га.

Здесь видно, что при редком размещении площадок показатель суммарной функций экологической полезности представил 5 шт. деревьев на площадке, а оптимальное число площадок на 1 га – 350 шт. Такое число деревьев считается оптимальным для устойчивого роста. Согласно расчетам по методу СФЭП, при густом размещении площадок, размером площадки 2 м² с посадкой 7 семян в площадку, оптимальное их количество на 1 га составило 650 шт.

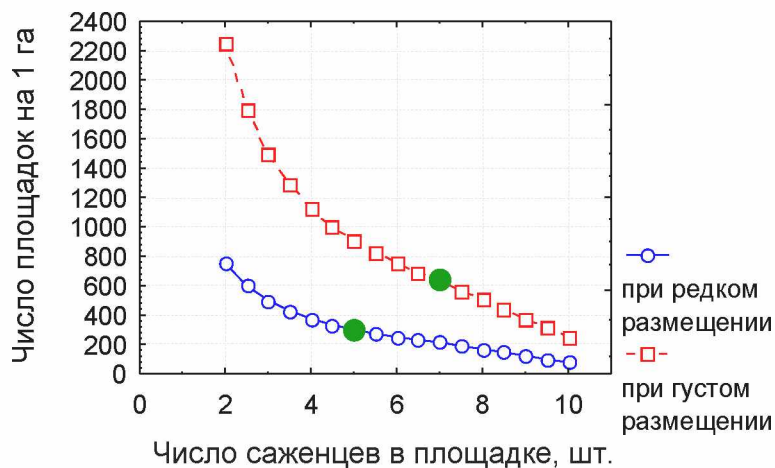


Рис. 2. Зависимость оптимального числа саженцев в площадке от их числа на 1 га.

Рассмотренная выше математическая модель для еловых культур позволила определить способы размещения деревьев в насаждении, что представилось следующим образом: при густом размещении деревьев на лесокультурной площади посадочный материал можно сократить почти в 2,2 раза, т.е. изначально посадку произвести из расчета 4500 саженцев на 1 га. При редком размещении количество саженцев при закладке культур сокращается в 5,7 раза, что позволит высаживать 1750 шт. саженцев на 1 га.

Заключение

Предложенная ранее П.А. Ганом густая схема размещения площадок осталась прежней (3×1,5 м). При такой схеме размещения можно создавать еловые культуры в неблагоприятных, т.е. в жестких лесорастительных условиях.

В благоприятных – следует создавать лесные культуры из расчета 350 площадок на 1 га с размещением площадок по одной из следующих схем: 4,5×4, 5×3,5, 4×4 м.

Вычисленные модели рассмотренные выше, позволяют объяснить устойчивость насаждения от способа размещения площадок и количества высаженных растений в площадку. Такие посадки экономически выгодны, так как требуют меньше посадочного материала и трудозатрат.

Правильный выбор способа создания лесных культур позволит получить устойчивые насаждения и увеличить площадь еловых лесов Прииссыккуля, выполняющих преимущественно водоохранную, почвозащитную, противоэрозионную и другие функции.

Литература

1. Мусуралиев Т.С. Еловые леса Кыргызстана [Текст] / Т.С. Мусуралиев, В.Д. Замощников // Лес-Токой. – 2002. - № 23. – С. 31-36.
2. Математическое моделирование биогеоэкологических процессов / [С.И. Спиридонова, С.В. Фесенко, Ю.А. Томин, Р.М. Алексахин]. - М.: Наука, 1985. – 68 с.
3. Протопопов Г.Ф. Принципы классификации еловых лесов Киргизии [Текст] / Г.Ф. Протопопов. – Фрунзе: Кыргызстан, 1960. – 25 с.
4. Суховольский В.Г. Моделирование влияния типа посадок на рост и продуктивность древостоев [Текст] / В.Г. Суховольский, Р.Г. Хлебопрос // Сиб. экол. журн. – 1999. – № 4. – С. 397-402.
5. Чеботарев И.Н. Современное состояние и перспективы ведения хозяйства в еловых лесах Киргизии [Текст] / И.Н. Чеботарев // Проблемы восстановления и развития еловых лесов Киргизии: сб. науч. тр. - Фрунзе, 1960. - С. 7-23.
6. Источник интернета: <http://dmb.biophys.msu.ru/>

УДК: 631.47

ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И ОБРАЗОВАНИИ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Осмонбетов К.О.

*Институт горного дела и горных технологий имени академика У. Асаналиева,
Бишкек, Кыргызская Республика*

Охрана окружающей среды в последние 20-25 лет приобрела особую актуальность практически во всех странах мира.

Это вызвано интенсивным развитием промышленного и сельскохозяйственного производства, горнодобывающего, гидротехнического, дорожного строительства и других видов хозяйственной деятельности человека, обуславливающей постоянно возрастающую нагрузку на все сферы окружающей среды. В связи с этим экологическое образование и культура в геологоразведочных работах и промышленном освоении месторождений является весьма актуальными.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА – использование окружающей среды на основе познания естественных законов развития природы, с учетом ближайших и отдаленных изменений среды под влиянием человеческой деятельности. Культура экологическая – неотъемлемая часть общечеловеческой культуры, представленной совокупностью продуктов материального и духовного труда. Развитие экологической культуры взаимосвязано с развитием профессионального экологического образования, воспитанием и информированием.

Среди многих глобальных экологических проблем, таких как разрушение озонового слоя, общее изменение климата и др., не меньшее значение приобретают локальные проблемы, вызванные, в частности, проведением геологоразведочных работ и промышленном освоении месторождений полезных ископаемых.

Рассмотренная выше математическая модель для еловых культур позволила определить способы размещения деревьев в насаждении, что представилось следующим образом: при густом размещении деревьев на лесокультурной площади посадочный материал можно сократить почти в 2,2 раза, т.е. изначально посадку произвести из расчета 4500 саженцев на 1 га. При редком размещении количество саженцев при закладке культур сокращается в 5,7 раза, что позволит высаживать 1750 шт. саженцев на 1 га.

Заключение

Предложенная ранее П.А. Ганом густая схема размещения площадок осталась прежней ($3 \times 1,5$ м). При такой схеме размещения можно создавать еловые культуры в неблагоприятных, т.е. в жестких лесорастительных условиях.

В благоприятных – следует создавать лесные культуры из расчета 350 площадок на 1 га с размещением площадок по одной из следующих схем: $4,5 \times 4$, $5 \times 3,5$, 4×4 м.

Вычисленные модели рассмотренные выше, позволяют объяснить устойчивость насаждения от способа размещения площадок и количества высаженных растений в площадку. Такие посадки экономически выгодны, так как требуют меньше посадочного материала и трудозатрат.

Правильный выбор способа создания лесных культур позволит получить устойчивые насаждения и увеличить площадь еловых лесов Прииссыккуля, выполняющих преимущественно водоохранную, почвозащитную, противозерозионную и другие функции.

Литература

1. Мусуралиев Т.С. Еловые леса Кыргызстана [Текст] / Т.С. Мусуралиев, В.Д. Замошников // Лес-Токой. – 2002. - № 23. – С. 31-36.
2. Математическое моделирование биогеоценотических процессов / [С.И. Спиридонова, С.В. Фесенко, Ю.А. Томин, Р.М. Алексахин]. - М.: Наука, 1985. – 68 с.
3. Протопопов Г.Ф. Принципы классификации еловых лесов Киргизии [Текст] / Г.Ф. Протопопов. – Фрунзе: Кыргызстан, 1960. – 25 с.
4. Суховольский В.Г. Моделирование влияния типа посадок на рост и продуктивность древостоев [Текст] / В.Г. Суховольский, Р.Г. Хлебопрос // Сиб. экол. журн. – 1999. – № 4. – С. 397-402.
5. Чеботарев И.Н. Современное состояние и перспективы ведения хозяйства в еловых лесах Киргизии [Текст] / И.Н. Чеботарев // Проблемы восстановления и развития еловых лесов Киргизии: сб. науч. тр. - Фрунзе, 1960. - С. 7-23.
6. Источник интернета: <http://dmb.biophys.msu.ru/>