

3. Мозолевская Е.Г., Катаев О.А., Соколова Э.С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 152 с.

УДК 57.082.14; 631*22

П. Ф. Асютин, доцент

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПРОДУКТИВНОСТИ СОСНОВЫХ И ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ С НЕКОТОРЫМИ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

The empirical models of connection between pine and fir-tree stands productivity and water-physical and agrochemical soil properties are submitted

Математическое моделирование является одним из способов познания закономерностей роста и развития древостоев и их действия и влияния на почвы и другие экологические факторы.

В. Д. Зеликов [1], используя методы вариационной статистики, установил корреляционные связи между некоторыми таксационными показателями и почвенно-грунтовыми условиями. Т. А. Куликова [2] изложила опыт проектирования повышения продуктивности лесов расчетно-аналитическим методом. К. Е. Никитин, А. З. Швиденко [3] предложили методы математической обработки лесоводственной информации. Л. С. Шугалей [4] занимался моделированием процессов влияния основных древесных пород на почву.

Особенно сложной и почти неизученной областью является разработка математических моделей связи факторов условий местопроизрастания с показателями продуктивности насаждений, с запасом стволовой массы, общим запасом фитомассы и т. д., с различными экологическими составляющими.

Общая математическая модель множественной линейной регрессии, описывающей процесс с учетом n факторов, может быть представлена в виде

$$y = \vartheta_0 + \vartheta_1 x_1 + \vartheta_2 x_2 + \dots + \vartheta_n x_n, \quad (1)$$

где y - зависимая переменная величина (например, продуктивность); x_1, x_2, \dots, x_n - независимые переменные (факторы) или показатели качества условий местопроизрастания; $\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3, \dots, \vartheta_n$ - коэффициенты регрессии.

Полная линейная модель с двумя факторами (x_1 и x_2), описывающая процесс, имеет вид

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1x_2. \quad (2)$$

Если число факторов модели (2) увеличить до четырех и написать полную линейную модель второй степени с учетом сочетания факторов, то размерность модели резко возрастет, т. е. такая модель будет содержать более ста членов.

Поэтому в данной работе принят принцип моделирования процессов с использованием модели вида (1) путем оценки значимости каждого фактора (x_1, x_2, \dots, x_n) без введения в модель сочетания факторов.

Множественные линейные регрессионные модели разрабатывались с учетом данных определения водно-физических и агрохимических показателей почв, биологической продуктивности насаждений и круговорота элементов зольного питания, фотосинтеза и транспирации сосновых и еловых древостоев на дерново-подзолистых пылевато-суглинистых почвах. Экспериментальный материал представлен материалами таксации 10 постоянных и 20 временных пробных площадей, заложенных в Дзержинском, Путчинском и Кайковском лесничествах Минского лесхоза. Типы леса – мшистый, черничный и кисличный, возрастной диапазон – от 30 до 100 лет, примесь ели в сосновых и сосны в еловых древостоях – до 3 единиц.

Коэффициенты и показатели регрессии вычислены способом наименьших квадратов по стандартной программе множественной линейной регрессии на ЭВМ. Всего разработано 24 модели связи. Оказалось возможным представить единые модели для сосновых и еловых древостоев.

Модель (1) связи продуктивности насаждений (y – запас в м³/га при полноте 0,8) с водно-физическими свойствами почв горизонта А₂В₁ имеет вид

$$y = -4635,273 + 7325,875x_1 - 4,239x_2 + 1,597x_3 + 113,482x_4 + 11,001x_5 + 51,020x_6 + 1949,763x_7 - 11,611x_8 + 51,558x_9, \quad (3)$$

где x_1 – коэффициент фильтрации почв, см/ч; x_2 – степень насыщенности почв водой в процентах; x_3 – полевая влагоемкость, процент от веса почвы; x_4 – максимальная гигроскопичность, процент от веса почвы; x_5 – влажность завядания, процент от веса почвы; x_6 – диапазон активной влаги, процент от веса почвы; x_7 – объемная масса, г/см³; x_8 – аэрация, процент от объема почвы; x_9 – аэрация при наименьшей

ия, процент от объема почвы; x_9 - аэрация при наименьшей влагоемкости, процент от объема.

Наиболее значимую и сильную положительную корреляцию с продуктивностью насаждений имеют такие факторы, как коэффициент фильтрации (x_1), полевая влагоемкость (x_3), диапазон активной влаги (x_6).

Коэффициент детерминации $R^2 = 0,999$, модель достоверна ($F = 1978,2$), коэффициенты значимы на пятипроцентном уровне, кроме факторов x_4 и x_5 .

Модель (2) связи продуктивности насаждений (y - запас в $\text{м}^3/\text{га}$ при полноте 0,8) с факторами водно-физических свойств почв по горизонтам имеет вид

$$y = 241,648 + 31,023x_1 + 2,976x_2 + 25,703 - 10,524x_4 - 46,875x_5 + + 8,288x_6 + 12,651x_7 - 8961,496x_8 + 17,347x_9, \quad (4)$$

где x_1 - класс бонитета; x_2 - средний возраст древостоя, лет; x_3 - физическая глина в горизонте A_1 , %; x_4 - общая скважность горизонта A_1 , объемные проценты; x_5 - общая скважность горизонта B_2 , объемные проценты; x_6 - аэрация горизонта A_1 , объемные проценты; x_7 - аэрация горизонта B_2 , объемные проценты; x_8 - коэффициенты фильтрации горизонта B_2 , см/ч; x_9 - диапазон активной влаги горизонта B_1 , объемные проценты.

Наиболее значимую, кроме возраста, положительную корреляцию имеют такие почвенные факторы, как общая скважность (x_4) и диапазон активной влаги горизонта B_1 (x_9). Значительная корреляция получена с содержанием физической глины в горизонте A_1 (x_3). Модель достоверна ($F = 2910,1$), объясняет 99% вариации признака ($R^2 = 0,999$), коэффициенты регрессии значимы на 5%-ном уровне.

Модель (5) связи продуктивности с важнейшими агрохимическими свойствами почв (по средним данным за три года наблюдений) и таксационными показателями имеет вид

$$y = 10770700 - 19,088x_1 - 2,166x_2 - 36,699x_3 - 297488x_4 + + 109,386x_5 + 52,313x_6 + 35,433x_7 - 31,408x_8 + 3,074x_9, \quad (5)$$

где x_1 - класс бонитета; x_2 - средний возраст древостоя, лет; x_3 - гумус в горизонте A_1 , %; x_4 - гумус в горизонте A_2 , %; x_5 - подвижный калий в горизонте A_1 , мг/100 г почвы; x_6 - подвижный калий в горизонте A_2 , мг/100 г почвы; x_7 - подвижная фосфорная кислота в горизонте A_1 ,

мг/100 г почвы; x_8 - подвижная фосфорная кислота в горизонте A_2 , мг/100 г почвы; x_9 - подвижное железо в горизонте A_1 , мг/100 г почвы.

Из показателей агрохимических свойств почвы наиболее сильную положительную корреляцию с продуктивностью насаждений имеют такие факторы, как содержание гумуса в горизонте A_1 и подвижного калия в горизонте A_1 и A_2 , а также величина наличия подвижного железа в горизонте A_1 . Значимую и довольно сильную отрицательную корреляцию с продуктивностью показывает содержание фосфора в горизонте A_2 .

Коэффициент детерминации модели (5) $R^2 = 0,999$, критерий Фишера $F = 883,0$, коэффициенты регрессии значимы.

Из анализа описанных выше регрессионных моделей связи можно сделать следующие выводы.

На продуктивность сосновых и еловых древостоев всех пробных площадей оказывают наиболее сильное влияние такие показатели водно-физических свойств дерново-подзолистых пылевато-суглинистых почв, как полевая влажность, средние запасы физиологически доступной влаги в 50-сантиметровом слое почвы, коэффициенты фильтрации почв, содержание физической глины, полевая и капиллярная влагоемкость, общая скважность, объемная масса горизонта A_1 , т. е. горизонта, наиболее корнеобитаемого и богатого гумусом, и наличие элементов зольного питания. Полевая влажность более глубоких слоев (100 и 200 см) не оказывает существенного влияния на продуктивность древостоев.

Из агрохимических факторов наиболее сильно влияют такие, как содержание гумуса, подвижного калия, фосфора, железа в горизонте A_1 . Сильную положительную корреляцию с продуктивностью насаждений имеют возраст, класс бонитета и полнота.

Математическое моделирование позволило из всего многообразия лесорастительных свойств почв и экологических факторов выявить вышеуказанные, наиболее сильно влияющие на продуктивность древостоев показатели, что открывает возможность использования вскрытых закономерностей для повышения продуктивности сосновых и еловых древостоев через систему хозяйственных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зеликов В.Д. Почвы и бонитет насаждений. - М.: Лесная промышленность, 1972.
2. Куликова Т.А. Оценка продуктивности лесов. - М.: Лесная промышленность, 1981.

3. Никитин К.Е., Швиденко А.З. Методы и техника обработки лесоводственной информации. – М.: Лесная промышленность, 1978.
4. Исследование и моделирование почвообразования в лесных биогеоценозах / Под ред. канд. биол. наук В.М. Корсунова. – Новосибирск: Наука, 1979.

УДК 630*116.64

В. В. Носников, аспирант

ПОЛЕЗАЩИТНОЕ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ НА ОСУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ БЕЛАРУСИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

The article contents the information about the field-protection forest belts creation, their species structure, placing and discussed tasks of protective afforestation in Belarus.

Полезашитные лесные полосы в Беларуси начали создаваться в конце 60-х годов. К этому времени у нас в республике уже было проведено крупномасштабное осушение полесских болот, повлекшее за собой образование значительных по площади открытых пространств, где осушенный торф начал в той или иной степени подвергаться воздействию ветровой эрозии. Интенсивное использование осушенных торфяников в сельском хозяйстве только усиливало этот процесс.

Естественно, такая ситуация не могла быть не замечена учеными. Примерно в это же время, т.е. в конце 60-х-начале 70-х годов, начали появляться публикации, посвященные изучению процессов дефляции на осушенных торфяниках. Исследования по этой теме вели С. Н. Андрианов [1], Ю. И. Крышталь, Л. М. Ярошевич [2,3], Л. С. Застенский [4,5] и др. В своих работах ряд авторов, как способ борьбы с ветровой эрозией, наряду с агротехническими приемами, предложили создавать полезашитные лесные полосы, хорошо зарекомендовавшие себя к тому времени как в России, так и за рубежом.

Предложением заинтересовались, и начало 70-х годов ознаменовалось интенсивной закладкой полезашитных лесных полос на осушенных землях Беларуси. За период с 1971 по 1974 год было создано практически 40% от общего количества лесных полос. В то же время шла и научная разработка вопросов создания полезашитных лесных полос на мелиорированных территориях Беларуси. Так, например, с 1970 по 1974 год в Белорусском технологическом институте выполнялась тема "Основы и технология создания полезашитных лесных