

гих) показали, что это самые обычные культуры, хотя технология и «подгоняется» под плантационную. В качестве посадочного материала используются растущие по прогалинам и опушкам «дички», а плодородный слой почвы полностью уничтожается, что рекомендуется компенсировать применением удобрений. Трудно представить себе более противоестественную с точки зрения экономики и здравого смысла ситуацию.

В заключение отметим, что производство чистых плантационных культур сосны и ели, широко рекомендуемое до сих пор на Северо-Западе России и требующее больших затрат, не имеет убедительного теоретического и экспериментального обоснования. Нельзя, например, считать доказанным утверждение, что более редкие культуры (4...5 тыс. посадочных мест на 1 га) не уступают густым, если в избыточно увлажненных условиях вообще можно создавать только редкие культуры. Не следует рекомендовать для посадки по пластам во всех случаях машину СЛ-2, заранее зная, что без модернизации она непригодна, если при подготовке почвы используются традиционные плуги. Применение удобрений в лесу — непозволительная роскошь. Производительность культур должна повышаться за счет мелиоративных мероприятий с четкой дифференциацией способов в зависимости от лесорастительных условий и совершенствования системы машин.

Идея «создания высокопродуктивных культур промышленными методами» в ее сегодняшнем варианте представляет собой рецидив давно осужденных наукой и практикой лысенковских подходов. Думается, что от этой порочной идеи пора решительно отказаться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Маркова И. А. Агротехника и технология создания высокопродуктивных культур сосны и ели промышленными методами на Северо-Западе РСФСР: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук.—Л.: ЛТА, 1989.—40 с. [2]. Организация и технология плантационного лесовыращивания: Временные практические указания / ЛенНИИЛХ, БелНИИЛХ.—Л.: ЛенНИИЛХ, 1981.—112 с. [3]. Редько Г. И., Трещевский И. В. Рукотворные леса.—М.: Агропромиздат, 1986.—240 с. [4]. Фадин И. А., Стадницкая Н. И., Смоляницкая Л. Б. Средства механизации и затраты при проведении лесовосстановительных работ в зоне хвойных лесов.—Л.: ЛенНИИЛХ, 1975.—84 с.

Поступила 25 июля 1994 г.

УДК 630*522.3:630*187

Г. С. ВОЙНОВ



Войнов Герман Сергеевич родился в 1931 г., окончил в 1954 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Архангельского института леса и лесохимии. Имеет более 50 печатных трудов в области комплексного лесоводственно-таксационного изучения таежных лесов, разработки системы лесотаксационных нормативов на зонально-типологической основе.

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ НА ТИПОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ В ДИНАМИКЕ

Разработаны динамические модели с единым ключевым параметром, позволяющие определять ход роста и естественную потенциальную продуктивность сосновых древостоев.

United-key parameter dynamic models permitting to determine a course of growth and natural potential pine tree stands productivity have been developed.

В опубликованных ранее наших работах [1—5] были изложены основные теоретические и методические принципы исследования продуктивности таежных лесов на типологической основе в географическом аспекте. В работе [5] раскрыт характер связи продуктивности древостоев сосны с типом леса в географическом пространстве Архангельской области в унифицированном возрасте 130 лет. Первые результаты исследований в виде системы уравнений, позволяющих определять потенциальные средние высоты сосновых древостоев различных типов леса по фактическим и потенциальным средним высотам эталонного типа леса — сосняка черничного свежего, служат составной частью таксационной модели типологии лесов В. Н. Сукачева — в статике. Последующие исследования, направленные на обеспечение лесной типологии количественными показателями, состояли в создании ее динамической модели, отражающей связь основного количественного показателя продуктивности сосновых древостоев, их средней высоты, с типами леса и возрастом при равноценных и изменяющихся в географическом пространстве лесорастительных условиях.

В этих целях вначале был выполнен анализ линий динамики средних высот сосновых древостоев, отраженных в таблицах хода роста по типам леса и классам бонитета, составленных В. И. Левиным [7]. При этом установлено, что типы линий в обоих вариантах таблиц идентичны. С использованием выявленной В. В. Загреевым [6] закономерности произведена корректировка линий динамики средних высот древостоев по типам и классам роста с дополнением линий I класса бонитета. В результате получена система типовых линий роста в высоту сосновых древостоев I—Vб классов бонитета, которая не имеет принципиальных отличий от оригинала (рис. 1).

Серия типовых линий в возрасте древостоя 30...80 лет с высокой точностью отражается уравнениями параболы второй степени, а в 80 лет и более — гиперболы. На основе этих двух серий уравнений по классам бонитета получены два обобщающих уравнения, позволяющих определять средние высоты древостоев для любой основной и промежуточной линии роста в высоту по средней высоте в базисном возрасте:

$$H_{30-80} = a_1 A^2 H_{80}^2 + b_1 A^2 H_{80} + c_1 A^2 + a_2 A H_{80}^2 + b_2 A H_{80} + c_2 A + a_3 H_{80}^2 + b_3 H_{80} + c_3; \quad (1)$$

$$H_{80 \text{ и } >} = a H_{130} + b H_{130}/A + c/A + d, \quad (2)$$

где H_{30-80} ; $H_{80 \text{ и } >}$ — средняя высота сосновых древостоев в соответствующем возрасте, м;

H_{80} ; H_{130} — средняя высота древостоев в базисном возрасте (80 или 130 лет), м;

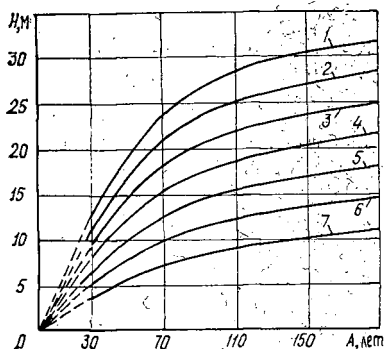


Рис. 1. Типовые линии роста в высоту сосновых деревьев Архангельской области: 1—I; 2—II; 3—III; 4—IV; 5—V; 6—Va; 7—Vб классы бонитета; H —средняя высота; A —возраст нормальных деревьев

A — возраст деревьев, лет;

$a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3, a, b, c, d$ — коэффициенты уравнений.

Эти уравнения использованы для получения первого варианта динамических моделей продуктивности деревьев по типам леса, недостатком которых служит наличие в одном естественном ряду двух уравнений. Этот недостаток в определенной мере удалось устранить, используя в качестве основы уравнения кубической параболы и ограничивая возрастной период его применения 190 годами. Соответствие этого уравнения фактическим кривым также высокое, корреляционное отношение равно или близко к единице (0,9997... 1,0000). Для решения большинства практических задач вполне достаточно учитывать возрастную период 30...190 лет. Деревостои старше 190 лет стали встречаться значительно реже, чем прежде. При необходимости для них можно использовать таксационные динамические модели первого варианта, разработанные на основе уравнения вида (2). Характер роста деревьев до 30 лет крайне нестабилен и слабо изучен. Не случайно, что ни в таблицах хода роста сосновых деревьев, составленных В. И. Левиным, ни в стандартизированных рядах хода роста, разработанных В. В. Загребевым [6], возрастной период до 30 лет не отражен. На рис. 1 ход роста молодых сосны в этот период экстраполирован нами графическим методом. Предполагается, что он достаточно близок к естественному ходу роста.

В целом рост сосновых деревьев в высоту в возрастном периоде 30...190 лет в пределах полосы, ограниченной линиями роста I и Vб классов бонитета, характеризуется уравнением вида

$$H_{30-190} = (a_1 A^3 + b_1 A^2 + c_1 A + d_1) H_{130} + a_2 A^3 + b_2 A^2 + c_2 A + d_2, \quad (3)$$

где H_{30-190} — средняя высота деревьев в пределах I—Vб классов бонитета и возрастного периода от 30 до 190 лет, м;

H_{130} — средняя высота деревьев в базисном возрасте 130 лет, м;

A — возраст деревьев в пределах от 30 до 190 лет;

$a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2, d_1, d_2$ — коэффициенты уравнения.

Точность конкретного уравнения этого вида достаточно высокая: общая для всех линий I—Vб классов бонитета квадратичная ошибка равна $\pm 0,455\%$, ошибка для всех случаев $0,041\%$, отклонения от ли-

ний, отражаемых уравнением вида (2), не превышают 0,1 м. В точке 190 лет линии по уравнениям вида (2) и (3) достаточно хорошо стыкуются.

Затем был сделан переход от динамики средних высот древостоев по бонитетным линиям роста к динамике по типологическим линиям. Для этой цели использованы системы уравнений [5] вида

$$H_{\text{пр}} = a_1 H_{\text{ф.э}}^2 + b_1 H_{\text{ф.э}} + c_1; \quad (4)$$

$$H_{\text{пр}} = a_2 H_{\text{п.э}}^2 + b_2 H_{\text{п.э}} + c_2, \quad (5)$$

позволяющих определять потенциальные высоты древостоев различных типов леса ($H_{\text{пр}}$) в географическом пространстве Архангельской области по фактическим ($H_{\text{ф.э}}$) и потенциальным ($H_{\text{п.э}}$) средним высотам сосновых древостоев эталонного типа леса — черничного свежего в возрасте 130 лет, т. е. в статике.

В результате подстановки в уравнение (3) вместо H_{130} его частных выражений $H_{\text{пр}}$ в системе уравнений вида (4) и (5) и соответствующих преобразований получена новая система уравнений вида

$$\begin{aligned} H_{\text{пр } 30-190} = & a_1 A^3 H_{\text{ф.э}}^2 + b_1 A^3 H_{\text{ф.э}} + c_1 A^3 + a_2 A^2 H_{\text{ф.э}}^2 + \\ & + b_2 A^2 H_{\text{ф.э}} + c_2 A^2 + a_3 A H_{\text{ф.э}}^2 + b_3 A H_{\text{ф.э}} + c_3 A + \\ & + a_4 H_{\text{ф.э}}^2 + b_4 H_{\text{ф.э}} + c_4; \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} H_{\text{пр } 30-190} = & a_5 A^3 H_{\text{п.э}}^2 + b_5 A^3 H_{\text{п.э}} + c_5 A^3 + a_6 A^2 H_{\text{п.э}}^2 + \\ & + b_6 A^2 H_{\text{п.э}} + c_6 A^2 + a_7 A H_{\text{п.э}}^2 + b_7 A H_{\text{п.э}} + c_7 A + \\ & + a_8 H_{\text{п.э}}^2 + b_8 H_{\text{п.э}} + c_8, \end{aligned} \quad (7)$$

где $H_{\text{пр } 30-190}$ — потенциальная средняя высота нормальных сосновых древостоев различных типов леса в возрасте от 30 до 190 лет, м;
 $H_{\text{ф.э}}$, $H_{\text{п.э}}$ — фактическая и потенциальная средняя высота древостоев эталонного типа леса в базисном возрасте 130 лет, м;
 A — возраст древостоев от 30 до 190 лет;
 a , b , c с индексами 1—8 — коэффициенты уравнений.

Каждому из четырнадцати типов леса соответствует два варианта конкретных уравнений вида (6) и (7) (всего 28 уравнений). Они служат таксационными моделями продуктивности и хода роста нормальных сосновых древостоев в различных частях Архангельской области и соответствуют тем или иным изолиниям фактической (рис. 2) или потенциальной продуктивности в возрасте 130 лет древостоев эталонного типа леса, показателями которой на плане или карте области являются $H_{\text{ф.э}}$ и $H_{\text{п.э}}$. Показатели фактической продуктивности древостоев изменяются с севера на юг от 15 до 23 м, потенциальной — от 17 до 27 м.

На рис. 3 в качестве примера приведен график динамики потенциальных средних высот древостоев сосны различных типов леса, соответствующий изолинии фактической продуктивности древостоев эталонного типа леса 23 м, рассчитанный по уравнениям вида (6). Этот график является плоскостной таксационной динамической моделью типологии сосновых древостоев в географическом пространстве, соответствующей только одной изолинии продуктивности.

Для построения общей динамической модели продуктивности и хода роста древостоев, отражающей влияние всего разнообразия лесорас-

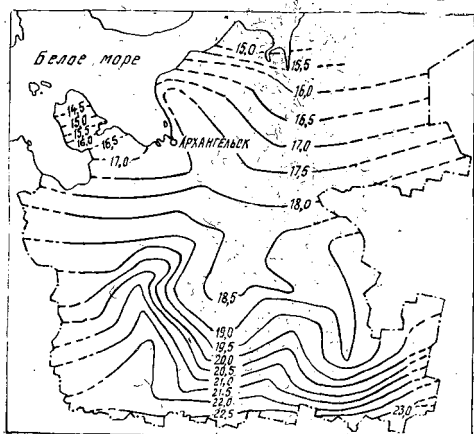


Рис. 2. Фактическая продуктивность сосняков черничных свежих в изолиниях их средних высот, м

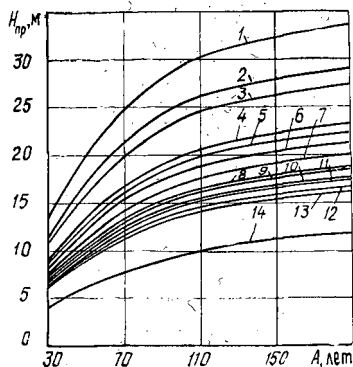


Рис. 3. Динамика потенциальных средних высот ($H_{пр}$ м) древостоев сосны различных типов леса: 1 — кисличный; 2 — черничный свежий; 3 — брусничный; 4 — мохово-лишайниковый; 5 — черничный влажный; 6 — лишайниковый; 7 — долгомошный; 8 — травяно-сфагновый; 9 — кустарничково-сфагновый; 10 — багульниковый; 11 — вахто-сфагновый; 12 — осоково-сфагновый; 13 — сфагновый; 14 — болотный

тительных условий в географическом пространстве области, потребовалось объединить статическую и динамические плоскостные таксационные модели. Полученную объемную модель воспроизвести здесь полностью не представляется возможным.

В качестве иллюстрации приведены фрагменты этой графической модели, позволяющие наглядно представить принципы ее построения. Для этой цели использованы типы леса, образующие эдафо-фитоценоотический ряд застойного заболачивания почвы, начинающийся от сосняков черничных свежих и заканчивающийся болотными. Статическая модель этого ряда представлена на рис. 4, динамические — на рис. 5, а и б. Модель на рис. 5, а соответствует изолинии фактической продуктивности древостоев эталонного типа леса (см. рис. 2) со средней высотой 15 м в северной части области; модель на рис. 5, б — изолинии фактической продуктивности древостоев эталонного типа леса с высотой 23 м на юго-востоке области.

Все три модели в комплексе представлены на рис. 6 в виде фрагмента объемной таксационной модели типологии сосновых древостоев в возрасте от 30 до 130 лет. По оси x показан возраст нормальных древостоев, y — их средняя (она же потенциальная) высота, z — фактическая средняя высота древостоев эталонного типа леса ($H_{ф.э}$) в пределах от 15 до 23 м. На ближней плоскости дана динамическая модель, соответствующая изолинии продуктивности 15 м, на дальней — 23 м. На правой плоскости представлена статическая модель продуктивно-

Рис. 4. Связь потенциальных средних высот ($H_{пр}$) сосновых древостоев различных типов леса с фактической средней высотой ($H_{ф.э}$) древостоев эталонного типа леса в статике (возраст 130 лет): 1 — черничный свежий; 2 — черничный влажный; 3 — долгомошный; 4 — кустарничково-сфагновый; 5 — багульниковый; 6 — сфагновый; 7 — болотный

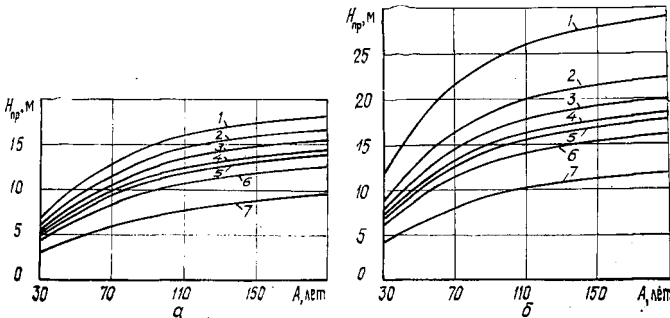
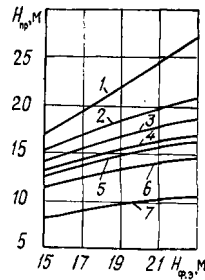
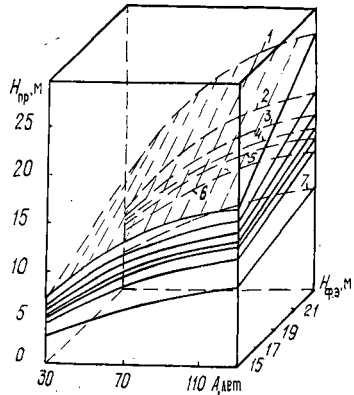


Рис. 5. Динамика потенциальных средних высот ($H_{пр}$) древостоев сосны различных типов леса. A — возраст древостоев, лет; обозначения см. на рис. 4

Рис. 6. Фрагмент динамической таксационной модели роста в высоту и изменения в пространстве потенциальной продуктивности древостоев сосны различных типов леса. Обозначения те же



сти, соединяющая обе динамические в единое целое. Поверхность, соединяющая линии средних высот сосняков черничных свежих, заштрихованная пунктиром, дает наглядное представление о характере их изменения в зависимости от лесорастительных условий, отражаемых статической моделью, и возраста древостоев. Аналогичные поверхности могут быть построены и для остальных типов леса.

В целом разработанные картограммы изопроductивности сосняков, системы уравнений и графиков, отражающие связь продуктивности и хода роста в высоту сосновых древостоев различных типов леса с равноценными и изменяющимися в географическом пространстве Архангельской области лесорастительными условиями, являются комплек-