

УДК 634.231.232

В. А. Усолец*(Уральская государственная лесотехническая академия)*

РАСЧЛЕНЕНИЕ ЭДАФИЧЕСКОЙ И ЦЕНОТИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПРОДУКТИВНОСТИ ДРЕВОСТОЕВ ПО ДАННЫМ ГУСТОТНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Показано, что чистый густотный эксперимент на статическом наборе временных пробных площадей в принципе невозможен, поскольку одной и той же текущей густоте при неизвестной начальной может соответствовать несколько уровней продуктивности.

Исследование оптимальных и предельных ценотических состояний лесных фитоценозов создает теоретическую основу для оптимизации лесовыращивания. В сельхозкультурах, обычно имеющих 1-2-летнюю ротацию, зависимость продуктивности P , т/га, от густоты N , тыс. экз./га, в статике при однородном эдафическом фоне описывается либо колоколообразной (параболической), либо асимптотической кривой (Willey, Heath, 1969; Синягин, 1975).

В лесных насаждениях, имеющих длительный период выращивая, соотношение $P \sim N$ устанавливается по данным временных пробных площадей. Как и в сельхозкультурах, характер этой зависимости далеко не однозначен. Так, в 70-летних сосняках-брусничниках (Бузыкин, 1982) масса стволов повышается по мере увеличения густоты до 1,5 тыс. экз./га, а затем снижается (рис. 1, б). Аналогичная закономерность прослеживается в 34-летних сосняках лишайниковых (Пшеничникова, Бузыкин, 1985; Пшеничникова, 1989) в густотном диапазоне 18-950 тыс. экз./га (рис. 1, а). Средние высоты (рис. 1а, б) и диаметры древостоев при этом монотонно снижаются.

Однако вследствие мозаичности лесорастительных условий и полифакториальности биологического потенциала лесных почв в одном густотном ряду могут оказаться древостои с разными историями роста. С одной стороны, это могут быть древостои из относительно добротных местообитаний, но с пониженной средней высотой и общей продуктивностью вследствие перегущения и снижения эффективности фотосинтеза (действие ценотического фактора), а с другой стороны, это могут быть древостои из местообитаний с явно выраженным проявлением одного или нескольких лимитирующих факторов, когда перегущение является

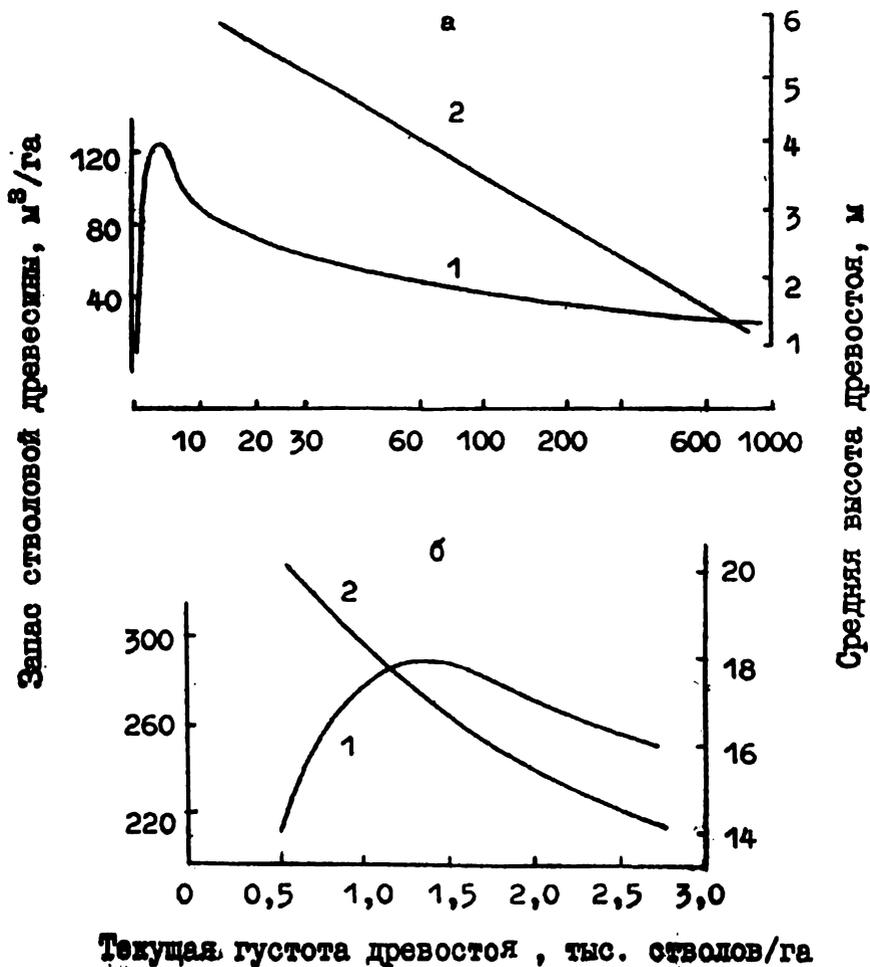


Рис. 1. Соотношение между текущей плотностью сосновых древостоев и запасом стволовой древесины (1) или средней высотой (2); а — сосняки лишайниковые, возраст 34 года; б — сосняки-брусничники, возраст 70 лет

реакцией древостоя на экстремальные эдафические условия (Сукачев, 1953) (действие эдафического фактора).

Вследствие отсутствия какого-либо четкого количественного критерия однородности лесорастительных условий последняя устанавливается обычно косвенным путем — по средней высоте древостоя в данном возрасте, т. е. по классу бонитета. С использованием такого подхода по данным временных пробных площадей нами были получены рекуррентные регрессионные системы для сосновых, березовых и осиновых древостоев (Усольцев, 1988) общего вида:

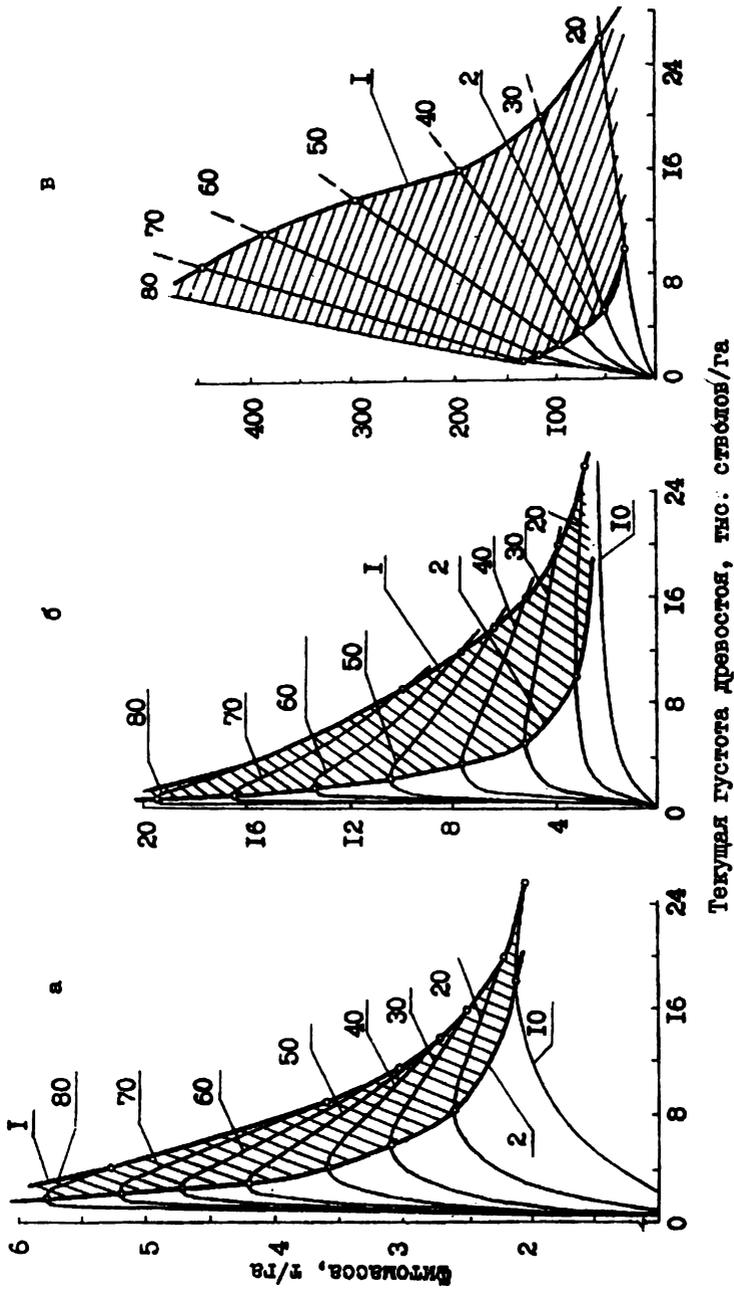
$$\left. \begin{array}{l} \text{I. } P_i = f(A, H_{100}, N, D) \\ \text{II. } D = f(A, N, H) \end{array} \right\} \quad (1)$$

где A — возраст, лет; N — число стволов в возрасте A , или текущая густота, тыс. экз./га; H_{100} — класс бонитета, выраженный средней высотой древостоя, м, в базовом возрасте 100 лет по бонитетной шкале М. М. Орлова; D — средний диаметр, см; H — средняя высота, м; P_i — масса ствола, хвои или скелета кроны, т/га.

При этом предполагается, что значение класса бонитета не связано с густотой, т. е. в статике древостоя (густотном ряду одного возраста) средняя высота для всех густот постоянная. В этом случае колоколообразная закономерность изменения фитомассы на 1 га с густотой в статике свойственна лишь физиологически активной части надземной фитомассы — пологу древостоя (рис. 2, 3, 4). Кривые для массы хвои ограничены справа линией предельной густоты, положение которой определяется нулевым значением массы хвои при данной текущей густоте в данном возрасте. Путем восстановления перпендикуляров к оси абсцисс в точках, соответствующих этим густотам, до пересечения с соответствующими кривыми фитомассы других фракций получили линии предельных ценотических состояний и для них. Аналогичным образом перенесены на графики для других фракций и линии оптимальных ценотических состояний, соединяющие максимумы массы хвои на 1 га древостоев разного возраста.

Для массы стволовой древесины, депонирующей ассимиляты за всю историю роста древостоя, кривые имеют монотонно нарастающий тренд при стабильности средней высоты древостоя. При этом в одном густотном ряду оказываются древостои из местобитаний разной производительности, но с одинаковой средней высотой. В этом случае не учитывается снижение средней высоты по мере перегущения и названные закономерности определяются, как и в первом случае, совместным действием эдафического и ценотического факторов.

Разделение воздействия названных двух факторов возможно, если на стабильном эдафическом фоне известна закономерность снижения средней высоты с густотой в статике. Такая возможность может быть представлена данными регулярных перечетов на постоянных пробных площа-



Текущая густота древостоя, тыс. стволов/га

Рис. 2. Соотношение между текущей густотой и массой листьев (а), скелета кроны (б) и ствола (в) в березовых древостоях колочных лесов III класса бонитета согласно регрессионной системе (1). Цифрами обозначен возраст древостоев от 10 до 80 лет; 1 и 2 — соответственно линии предельных и оптимальных состояний древостоев

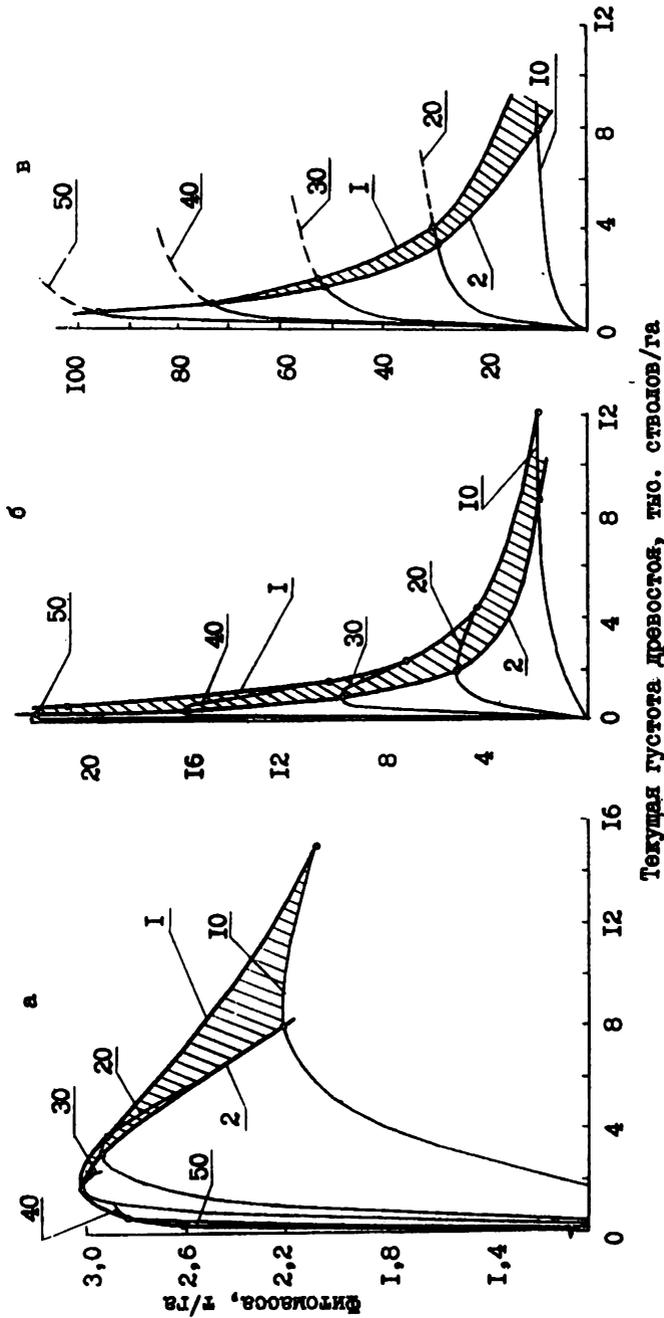


Рис. 3. Соотношение между текущей густотой и массой листвы (а), скелета кроны (б) и ствола (в) в осинных древостоях колочных лесов II класса бонитета согласно регрессионной системе (1).
Обозначения те же.

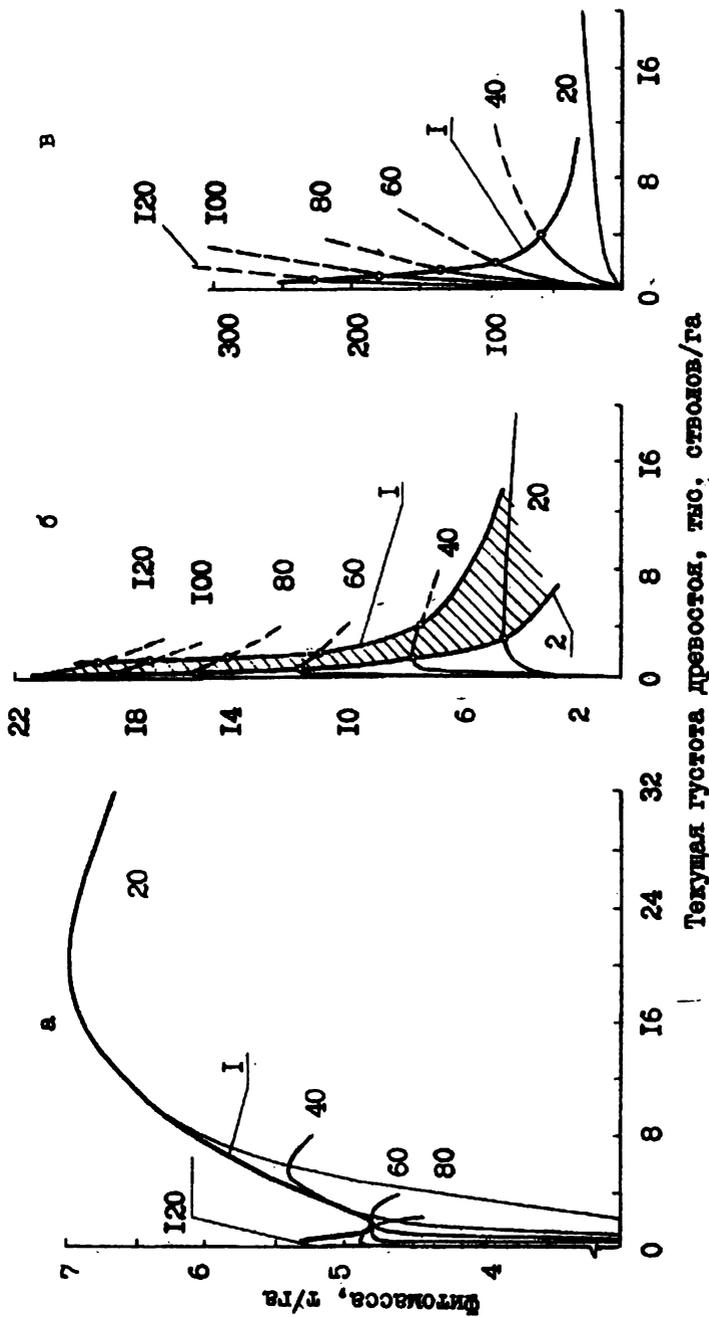


Рис. 4 Соотношение между текущей плотностью и массой хвои (а), скелета кроны (б) и ствола (в) в сосновых древостоях островных боров Тургайского прогиба III класса бонитета согласно регрессионной системе (1). Обозначения те же.

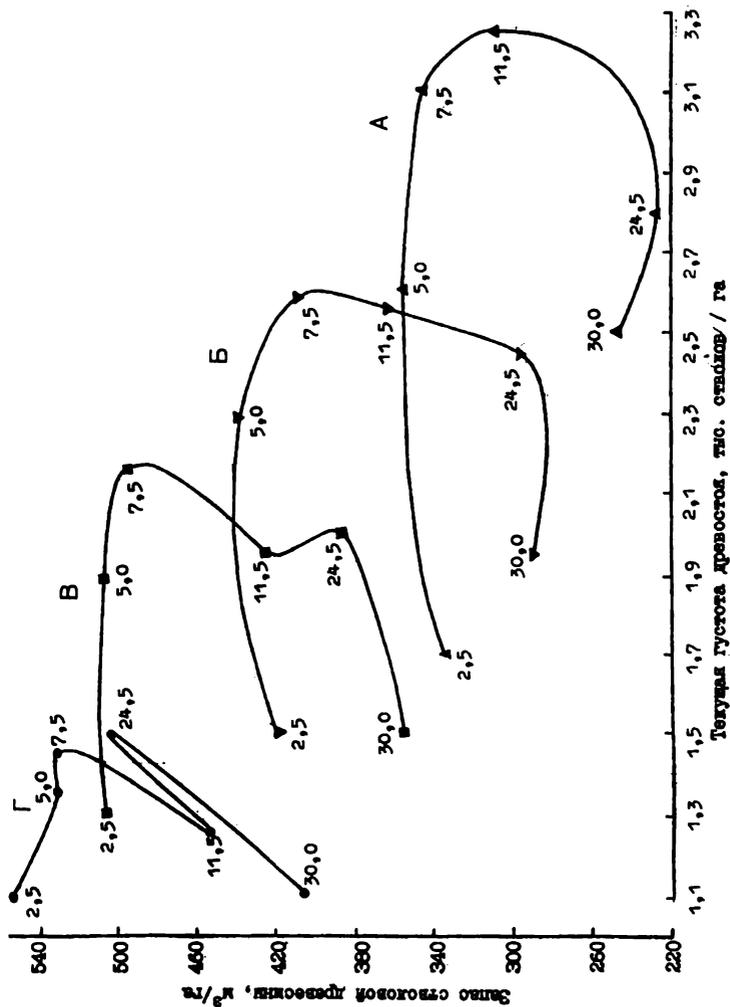


Рис. 5. Соотношение между текущей плотностью основных культур различной начальной густоты посадки (Боярская ЛОС) и запасом стволовой древесины при периодических порезах. А, Б, Г — возраст древостоев соответственно 35, 40, 45 и 50 лет в год проведения пореза. Цифрами обозначена начальная густота, тыс. экз./га

дях с различной начальной густотой, т. е. данными густотного эксперимента (Итоги..., 1964; Савич и др., 1978).

Исходя из закономерности снижения высоты древостоя по мере увеличения густоты в статике (рис. 1), мы попытались вывести по данным переречетов в сосновых культурах разной начальной густоты (Савич и др., 1978) зависимость

$$H = f(N), \quad (2)$$

специфичную для каждого года проведения переречета, а затем — обобщающее двухфакторное уравнение

$$H = f(A, N) \quad (3)$$

с целью ввести последнее в систему (1) в качестве корректирующей зависимости. Однако оказалось, что уравнения вида (2) для последних переречетов и обобщенное уравнение (3) в целом характеризуются очень высокой остаточной дисперсией.

Чтобы выявить причины этого феномена, мы проанализировали зависимости экспериментальных значений запаса стволовой древесины (Савич и др., 1978) от густоты по каждому переречету. Оказалось, что в возрастах 13, 17 и 20 лет (соответственно первый, второй и третий переречеты) названная зависимость описывается монотонно нарастающей кривой, а текущая густота тесно связана с начальной. При следующем переречете в возрасте 28 лет запас стволовой древесины находился уже вне зависимости от текущей густоты и стабилизировался на уровне около 250 м³/га.

Последующие переречеты (рис. 5) подтверждают отсутствие парной связи запаса с текущей густотой, но при этом нарушается связь последней и с начальной густотой. Однако в трехмерном пространстве двухфакторная связь запаса (рис. 5) и средней высоты древостоев с текущей и начальной густотами очевидна. В перегущенных древостоях в результате снеголома текущая густота после 30 лет резко падает и приближается к уровню густоты древостоев с редкой посадкой. В результате одной и той же текущей густоте соответствует несколько уровней (или диапазон) продуктивности: максимальный уровень соответствует минимальным начальным густотам, а минимальный уровень — максимальным начальным густотам (Рис. 5). Для окончательного вывода о характере кривой продуктивности в статике необходимо расчленить ценотическую и эдафическую составляющие продуктивности, для чего ввести в уравнение (3) еще один определяющий фактор — начальную густоту N_0 . После подстановки полученного уравнения

$$H = f(A, N, N_0) \quad (4)$$

в рекуррентную регрессионную систему (1) последняя приобретает вид

$$\left. \begin{array}{l} \text{I. } P_i = f(A, H_{100}, N, D) \\ \text{II. } D = f(A, N, H) \\ \text{III. } H = f(A, N, N_0) \end{array} \right\} \quad (5)$$

Итак, постановка чистого густотного эксперимента на статическом наборе временных пробных площадей в принципе невозможна, даже если обеспечена однородность лесорастительных условий, поскольку неизвестны начальные густоты, а одной и той же текущей густоте при неизвестной начальной может соответствовать несколько уровней продуктивности древостоев. Разделить ценотическую и эдафическую составляющие продуктивности можно только по данным густотного эксперимента на постоянных пробных площадях, когда известны начальные густоты. Тогда положение линий предельных и оптимальных ценотических состояний становится более адекватным реальности, смещенным по отношению к вариантам без расчленения названных составляющих продуктивности.

Библиографический список

- Бузыкин А. И. Формирование и продуктивность древостоев // Формирование и продуктивность лесных фитоценозов. Красноярск: Ин-т леса и древесины, 1982. С. 5-17.
- Итоги экспериментальных работ в лесной опытной даче ТСХА за 1862-1962 годы. М.: Московская сельскохозяйственная академия, 1964. 519 с.
- Пшеничникова Л. С. Продуктивность сосновых молодняков разной густоты // Факторы продуктивности леса. Новосибирск: Наука, 1989. С. 36-52.
- Пшеничникова Л. С., Бузыкин А. И. Продуктивность сосновых молодняков разной густоты // Стабильность и продуктивность лесных экосистем: Тез. докл. Тарту: Тартуский ун-т, 1985. С. 112-113.
- Савич Ю. Н., Овсянкин В. Н., Полубояринов О. И. О росте, продуктивности и устойчивости сосновых культур, созданных при различной густоте посадки // Вопросы лесной таксации: Научные труды УСХА. Киев: УСХА, 1978. Вып. 213. С. 27-38.
- Синягин И. И. Площади питания растений. М.: Россельхозиздат, 1975. 384 с.
- Сукачев В. Н. О внутривидовых и межвидовых взаимоотношениях среди растений // Сообщ. Ин-та леса АН СССР, 1953. Вып. 1. С. 5-44.
- Усольцев В. А. Рост и структура фитомассы древостоев. Новосибирск: Наука, 1988. 253 с.
- Willey R. W., Heath S. B. The quantitative relationships between plant population and crop yield // Advances in Agronomy, 1969. Vol. 21. P. 281-321.