

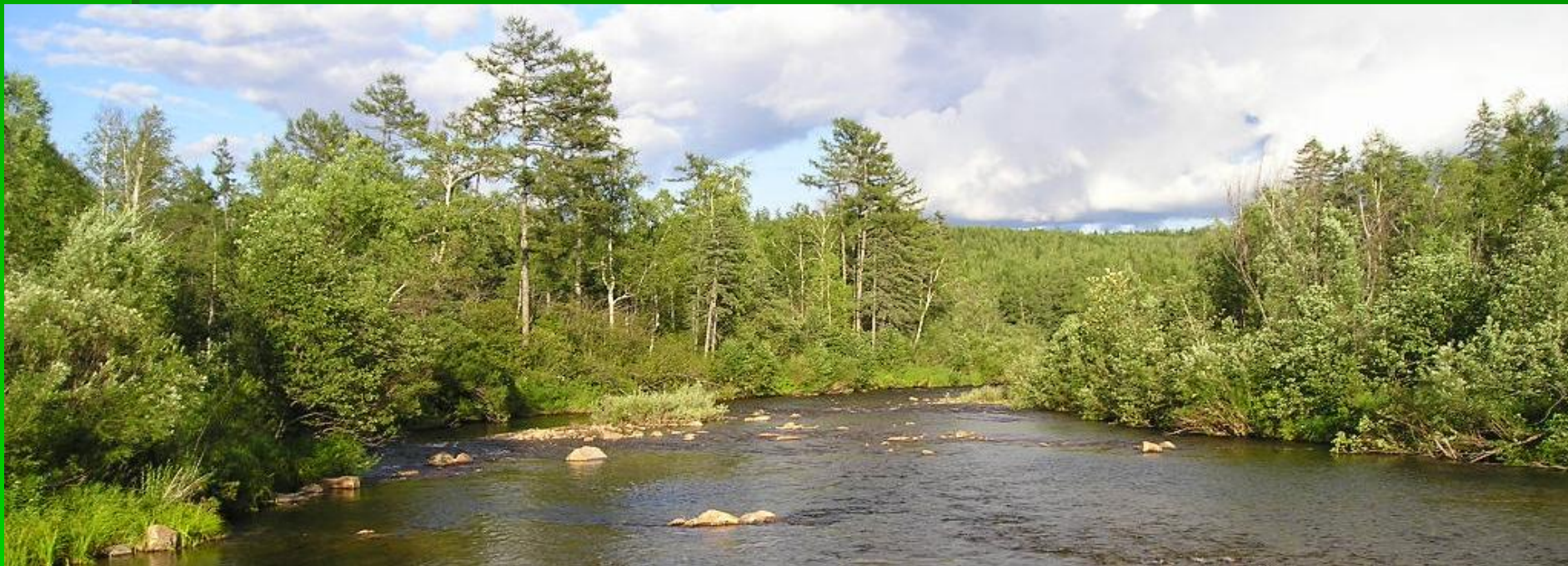
ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ КОНКУРЕНТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ДЕРЕВЬЕВ

А.Н. Колобов

Институт комплексного анализа региональных проблем

Цель работы:

- Качественное и количественное описание роста деревьев в условиях конкуренции за свет



Уравнение энергетического баланса – расход энергии равен ее притоку

$$E \cdot x^4 = \beta \cdot x^2 + \gamma \cdot x^4 + \delta \frac{d}{dt}(\rho x^3)$$

x - линейный размер дерева

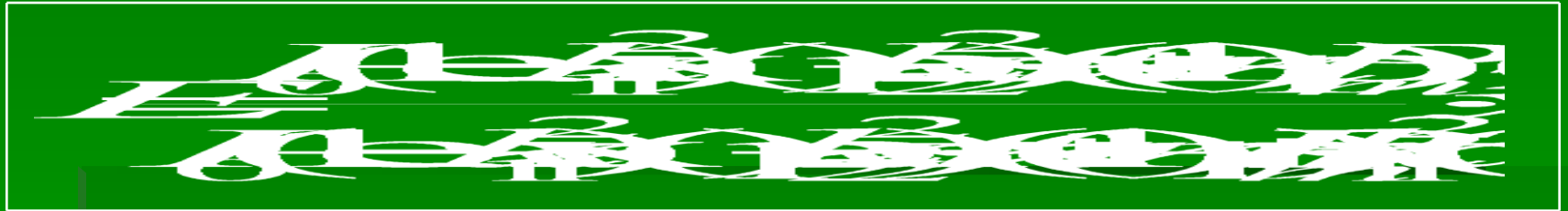
$\beta \cdot x^2$ - расход энергии на нужды фотосинтеза

$\gamma \cdot x^4$ - расход на транспортировку питательных веществ

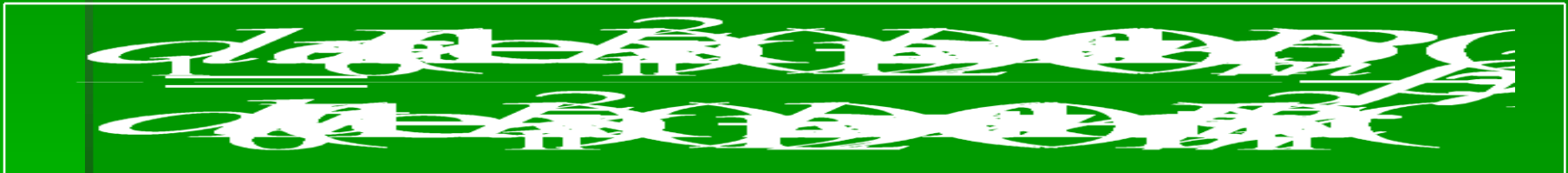
$\delta \frac{d}{dt}(\rho x^3)$ - расход энергии на увеличение массы растения



Формула для нахождения энергии, которую получает дерево в результате фотосинтеза



Уравнение скорости роста любого линейного параметра дерева,
с учетом конкуренции за свет с другими деревьями



I_0 – плотность светового потока, падающего на наружную поверхность кроны

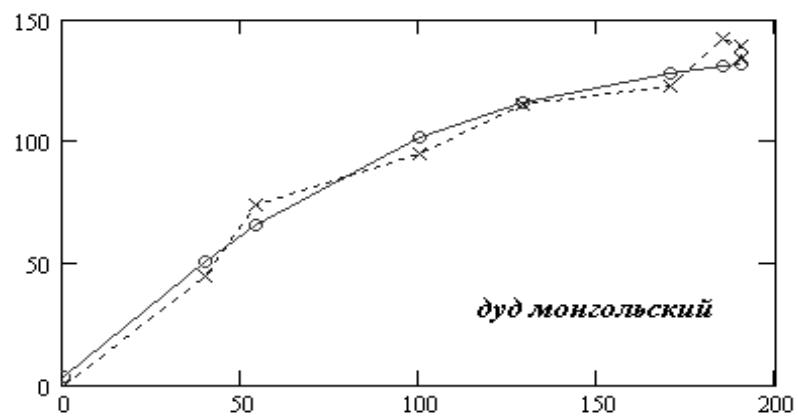
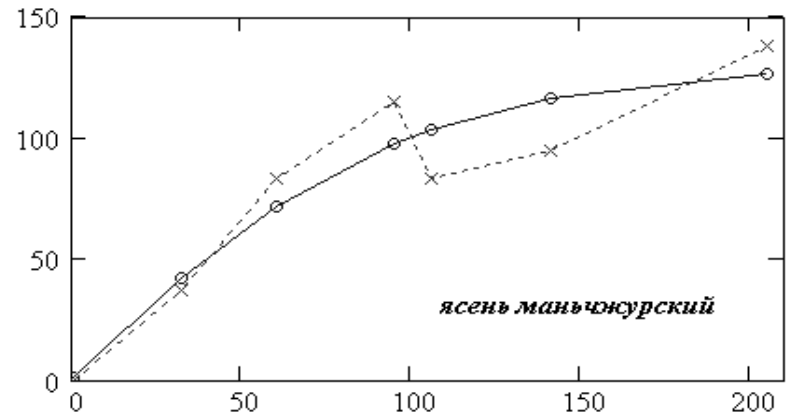
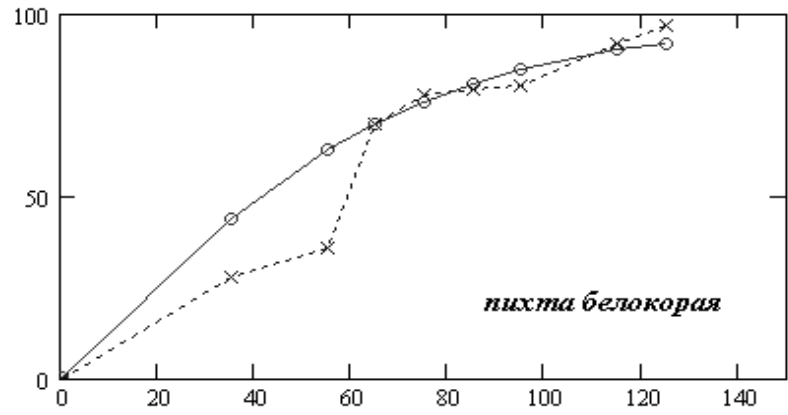
P_m - максимальная интенсивность фотосинтеза единицы площади листьев

x_1^2, x_2^2 - суммарная листовая поверхность первого и второго дерева

k_1, k_2 - коэффициенты затухания светового потока, проходящего сквозь кроны соответствующих деревьев

n – доля листьев составляющая затененную часть кроны первого дерева

Реальная и модельная кривая роста диаметра



Модель конкурентного взаимодействия двух видов деревьев

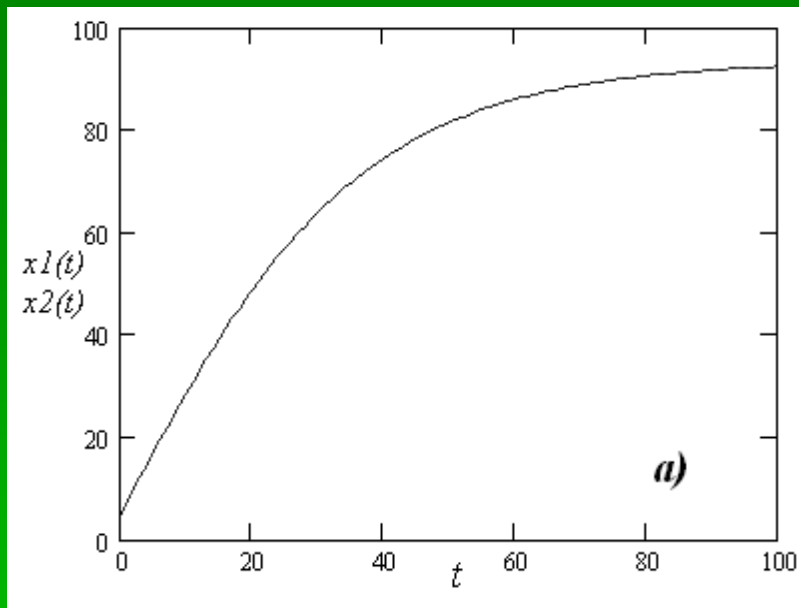
$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= x_1 \left(P_1 \frac{I_1}{k_{11} + I_1} - \beta_1 x_1 - \beta_2 x_2 \right) \\ \frac{dx_2}{dt} &= x_2 \left(P_2 \frac{I_2}{k_{22} + I_2} - \beta_1 x_1 - \beta_2 x_2 \right) \end{aligned}$$

P_m - максимальная интенсивность фотосинтеза

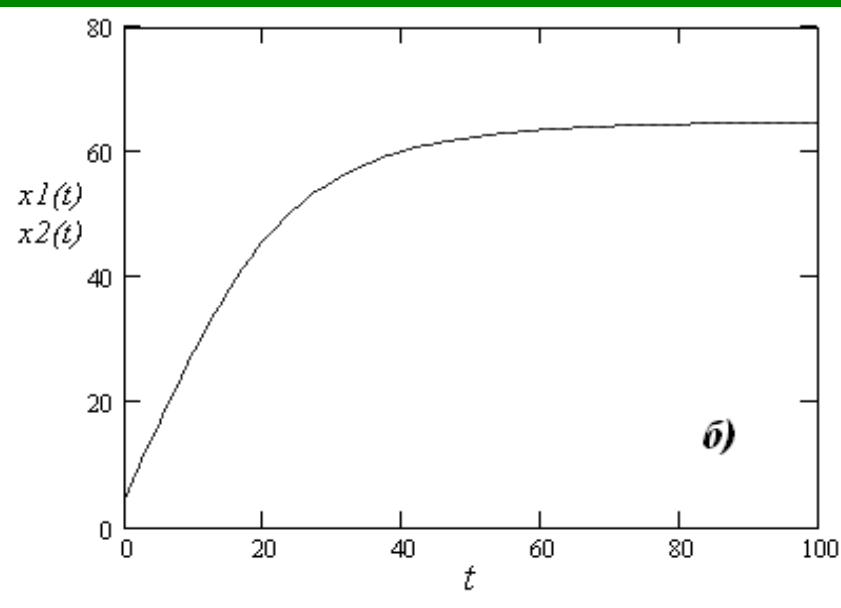
k_{ij} - коэффициент пропускания света



Кривые роста двух деревьев с одинаковыми параметрами и различной степенью перекрытия крон



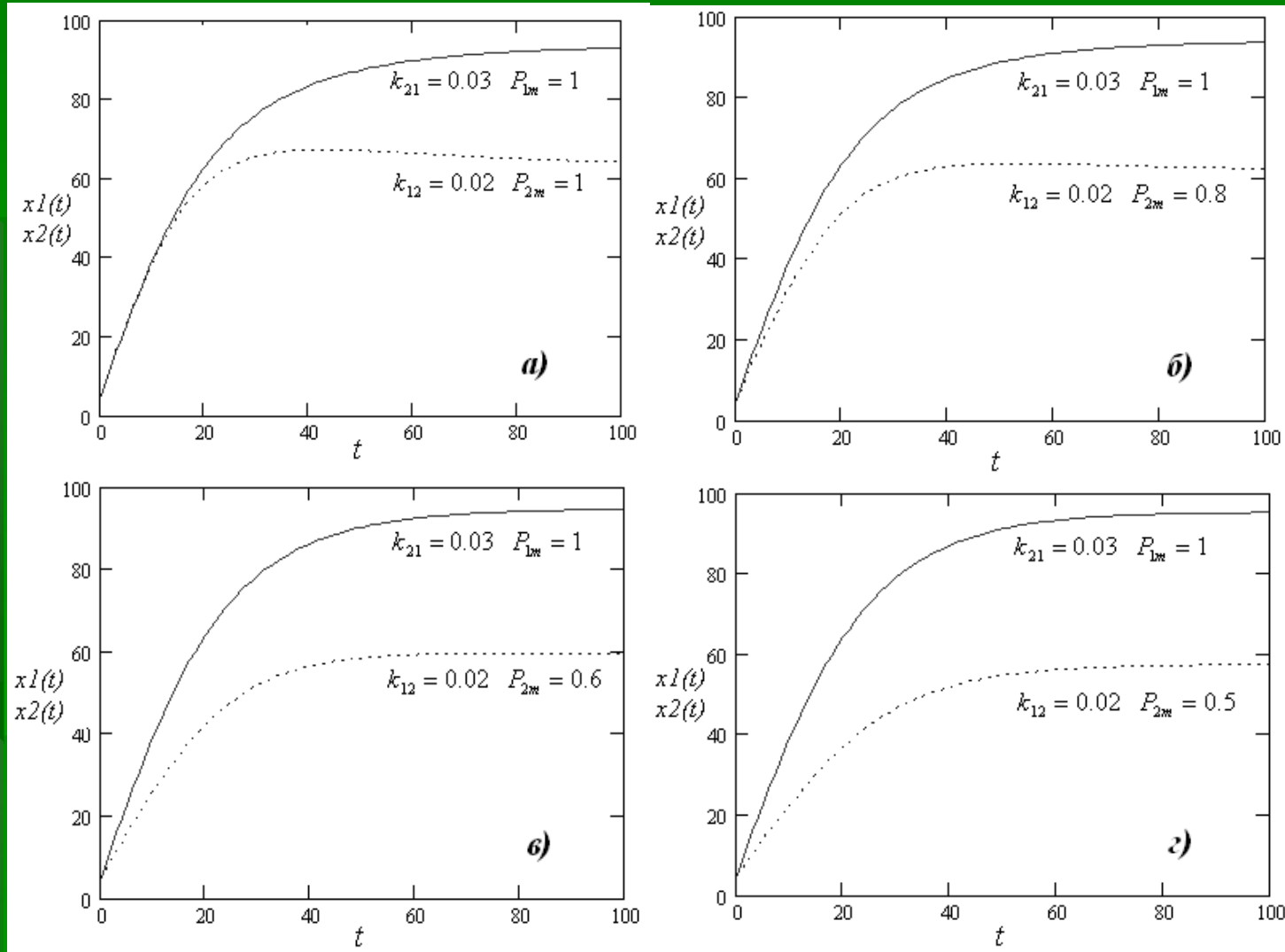
незначительно перекрываются



сильно перекрываются

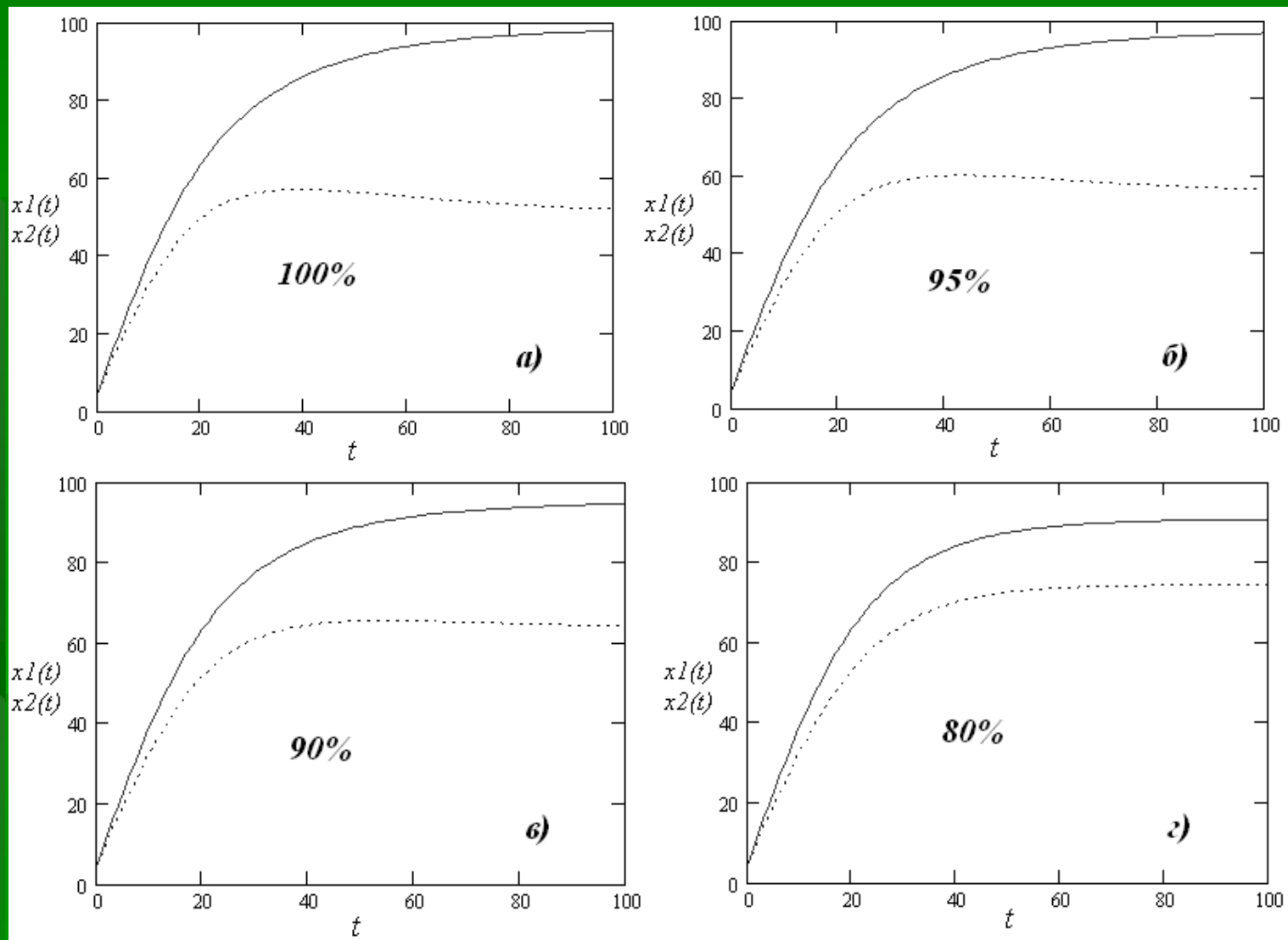


Кривые роста деревьев при различных параметрах системы



Изменяя максимальную степень интенсивности фотосинтеза второго вида можно добиться того, что он выйдет на определенный уровень насыщения

Кривые роста двух видов деревьев с разной степенью перекрытия крон



В зависимости от степени перекрытия крон второй вид либо погибает, либо выходит на некоторый уровень насыщения

Полученные результаты:

- Построена модель конкурентного взаимодействия различных видов деревьев, основанная на идеях энергетического баланса
- В ней заложено небольшое количество параметров, имеющих прямое эколого-физиологическое истолкование
- Получена довольно высокая степень совпадения модельных и эмпирических кривых



Выводы:

- Деревья, в условиях конкуренции взаимно подавляя друг друга, раньше выходят на насыщение и имеют меньшие размеры
- Если коэффициент затухания k_{ij} одного из видов, оказывается достаточно высоким, то он вытеснит остальные виды при одинаковых условиях
- Параметр P_{im} , отвечающий за максимальную интенсивность фотосинтеза, влияет на выживаемость вида в условиях лимитирования световых ресурсов

