

О возрастных характеристиках и моделях референтных экосистем

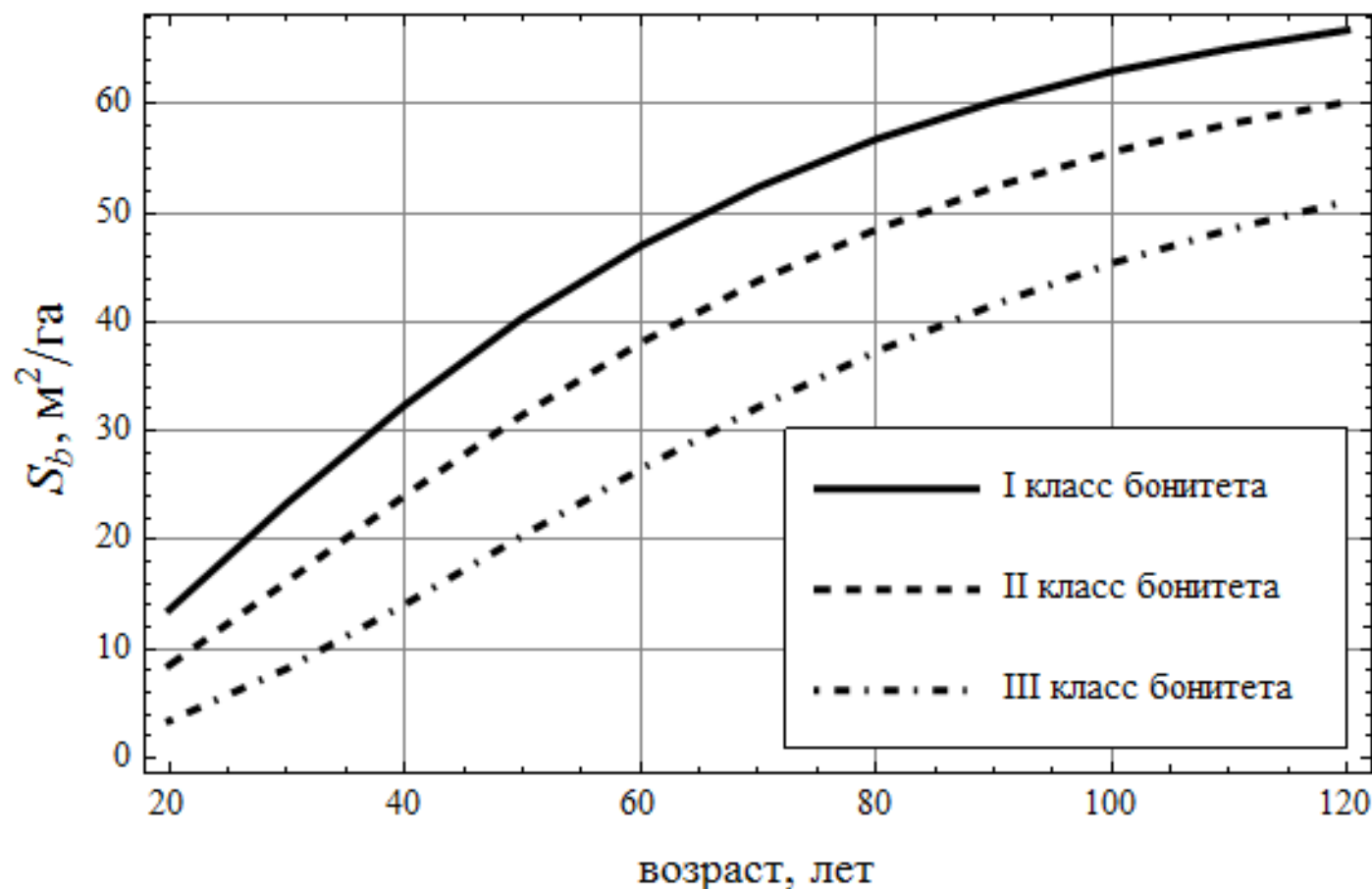
Александров Г.А.
g.alexandrov@ifaran.ru

Возраст в моделях экосистем

- Зная возраст экосистемы, знаем значения переменных состояния и можем предсказать какими они станут через некоторый промежуток времени.
- Зная значения переменных состояния, знаем возраст экосистемы и, следовательно, можем предсказать какими станут значения переменных через некоторый промежуток времени.

Возраст в кривых роста древостоев

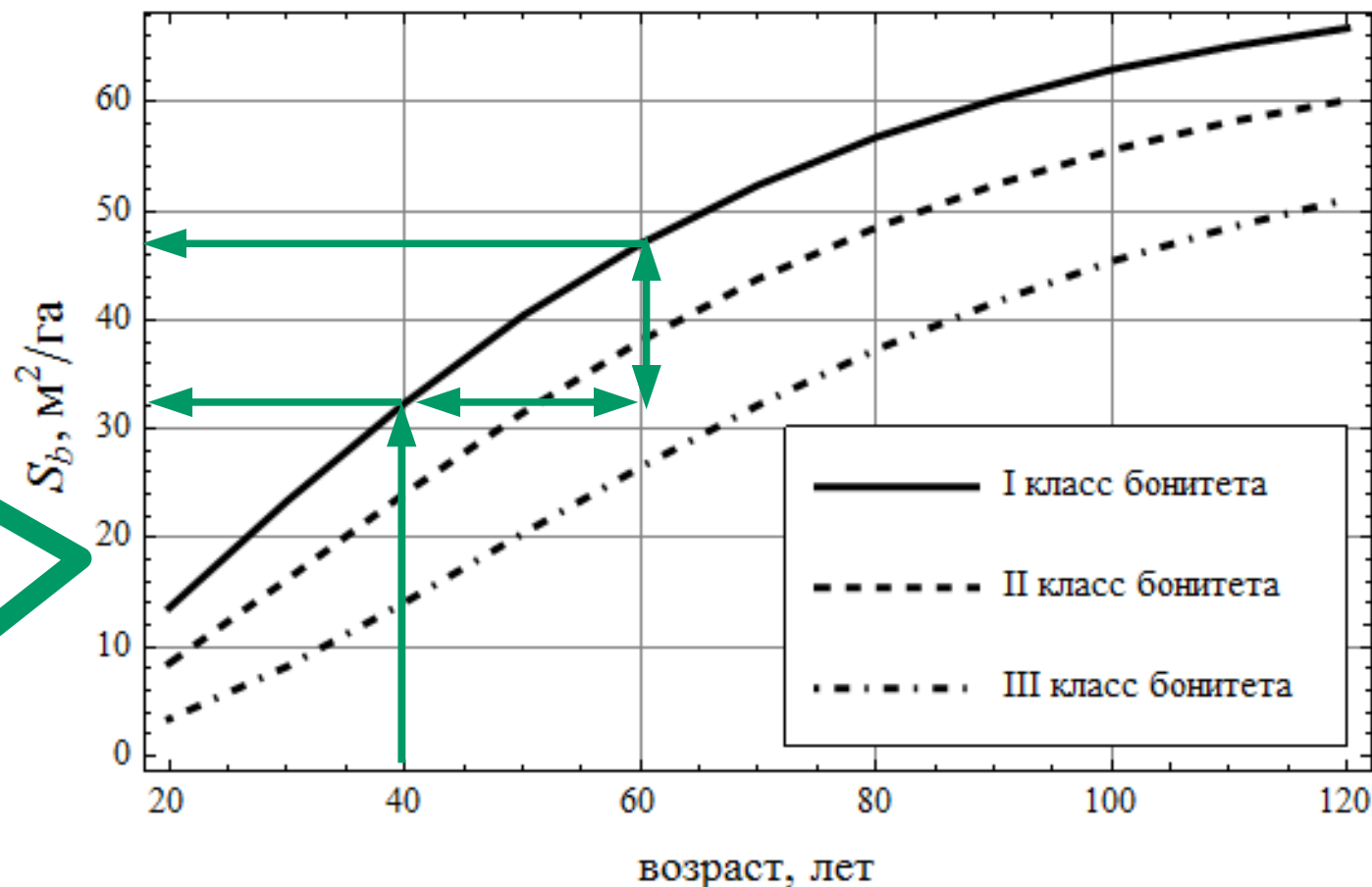
Источник
данных:
Семечкин И.В. и
др. //Лесная
таксация и
лесоустройство.
2005. Т. 34. № 1.
С. 7-27.
Рисунок
адаптирован из
Александров Г.А.
и Голицын Г.С.//
ДАН. 2012. Т. 446.
С. 110-113.



Кривые роста кедровников (*Pinus sibirica*)

Возраст в кривых роста древостоев

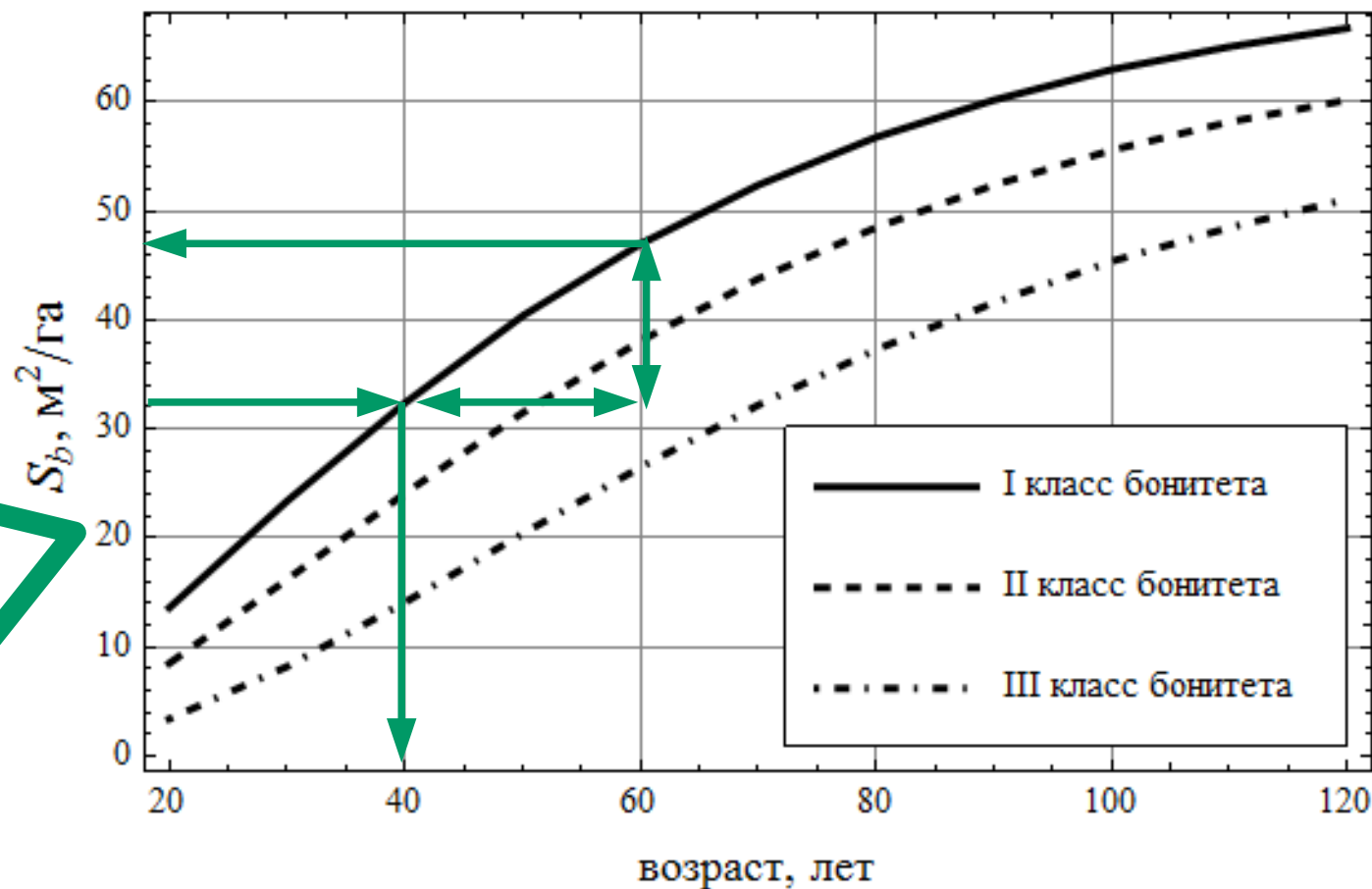
Зная возраст, знаем значение площади сечений стволов на уровне груди и можем сказать каким оно станет через 20 лет



Кривые роста кедровников (*Pinus sibirica*)

Возраст в кривых роста древостоев

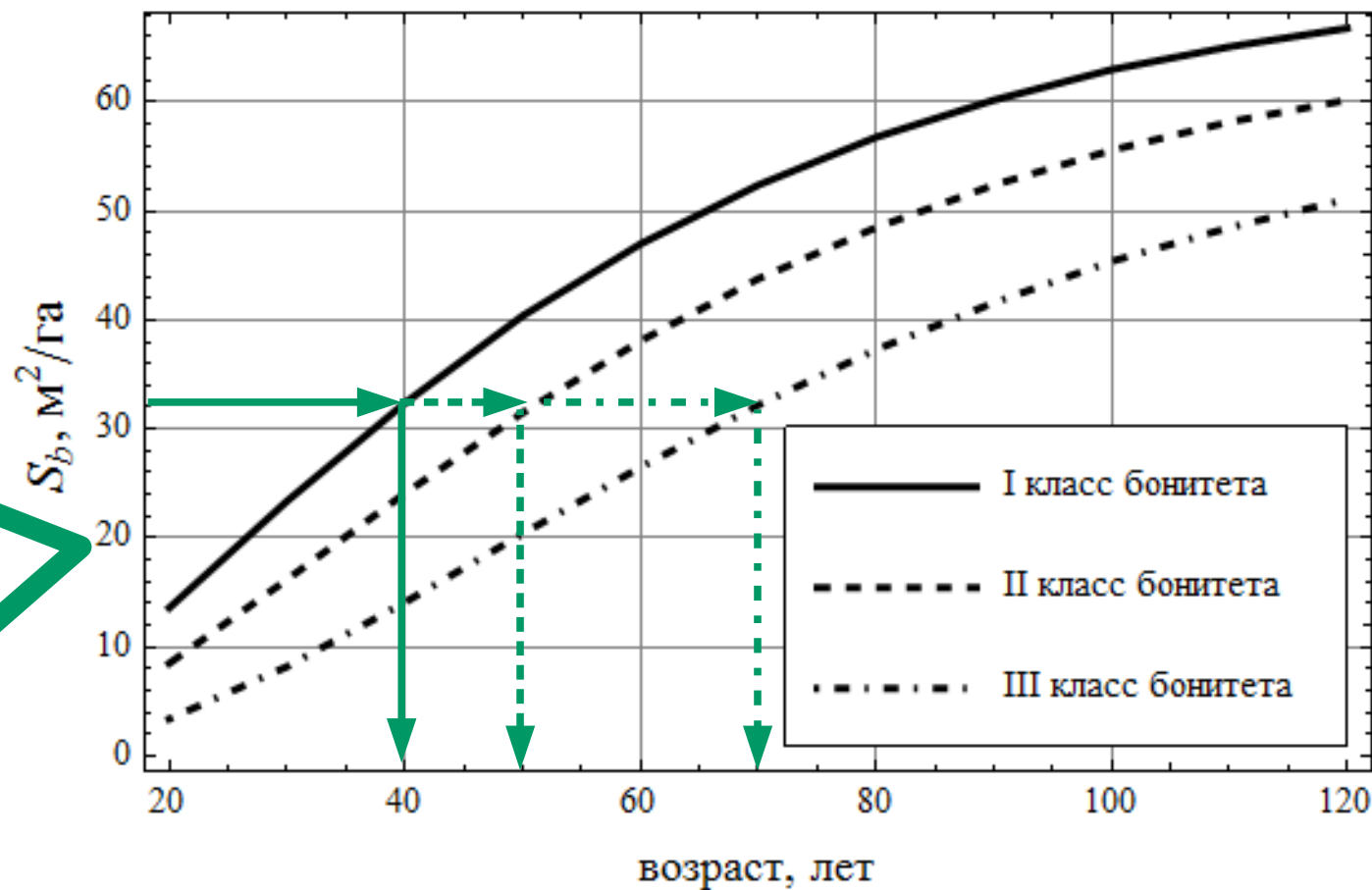
Зная S_b , знаем
возраст
древостоя и
можем сказать
какой станет
 S_b через 20 лет,
при условии,
что знаем
класс бонитета



Кривые роста кедровников (*Pinus sibirica*)

Возраст в кривых роста древостоев

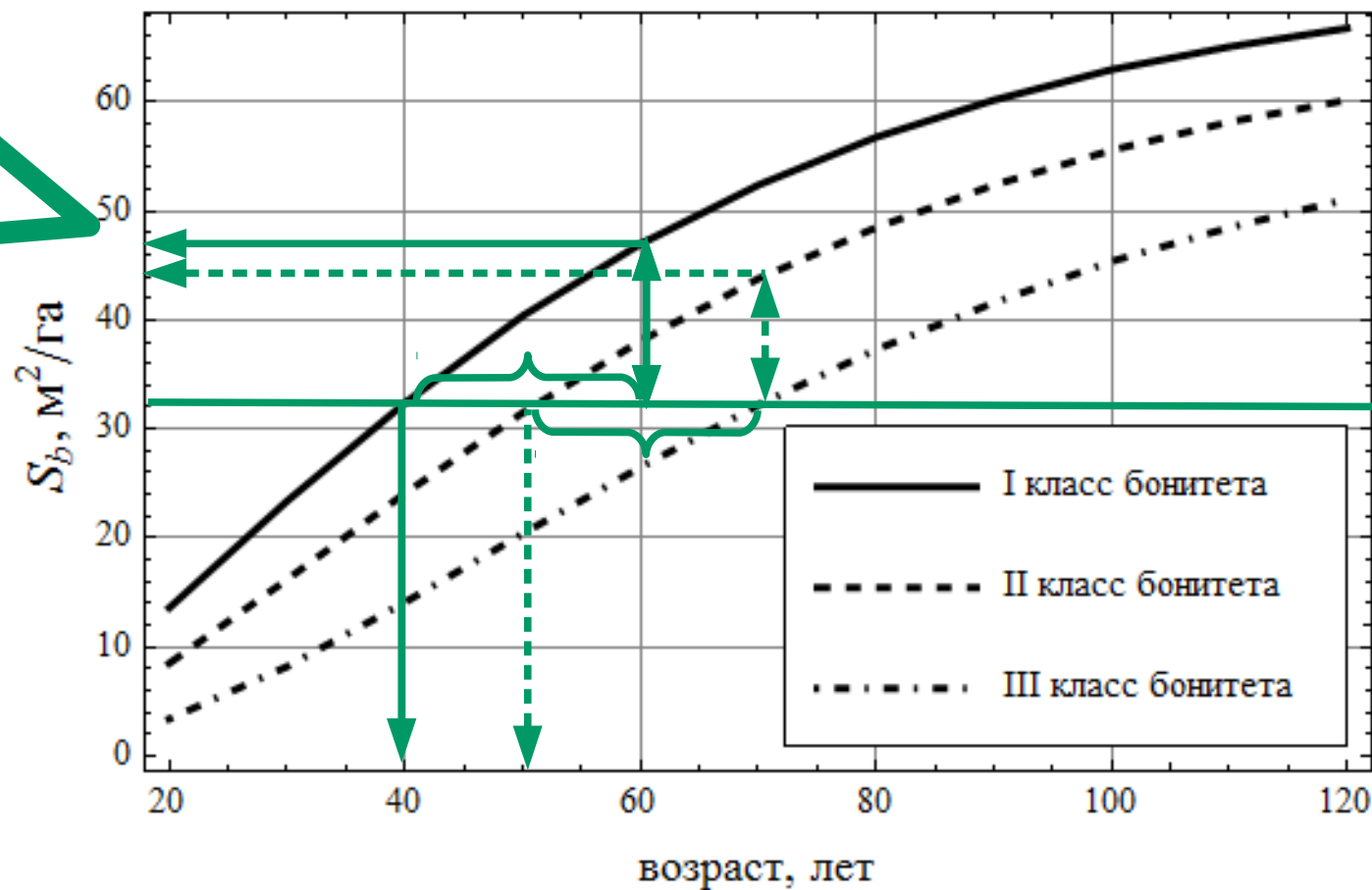
Если не знаем
класс
бонитета, то
зная S_b , не
можем
определить
возраст
древостоя



Кривые роста кедровников (*Pinus sibirica*)

Возраст в кривых роста древостоев

И, в общем случае, не можем точно сказать какой станет S_b через 20 лет



Кривые роста кедровников (*Pinus sibirica*)

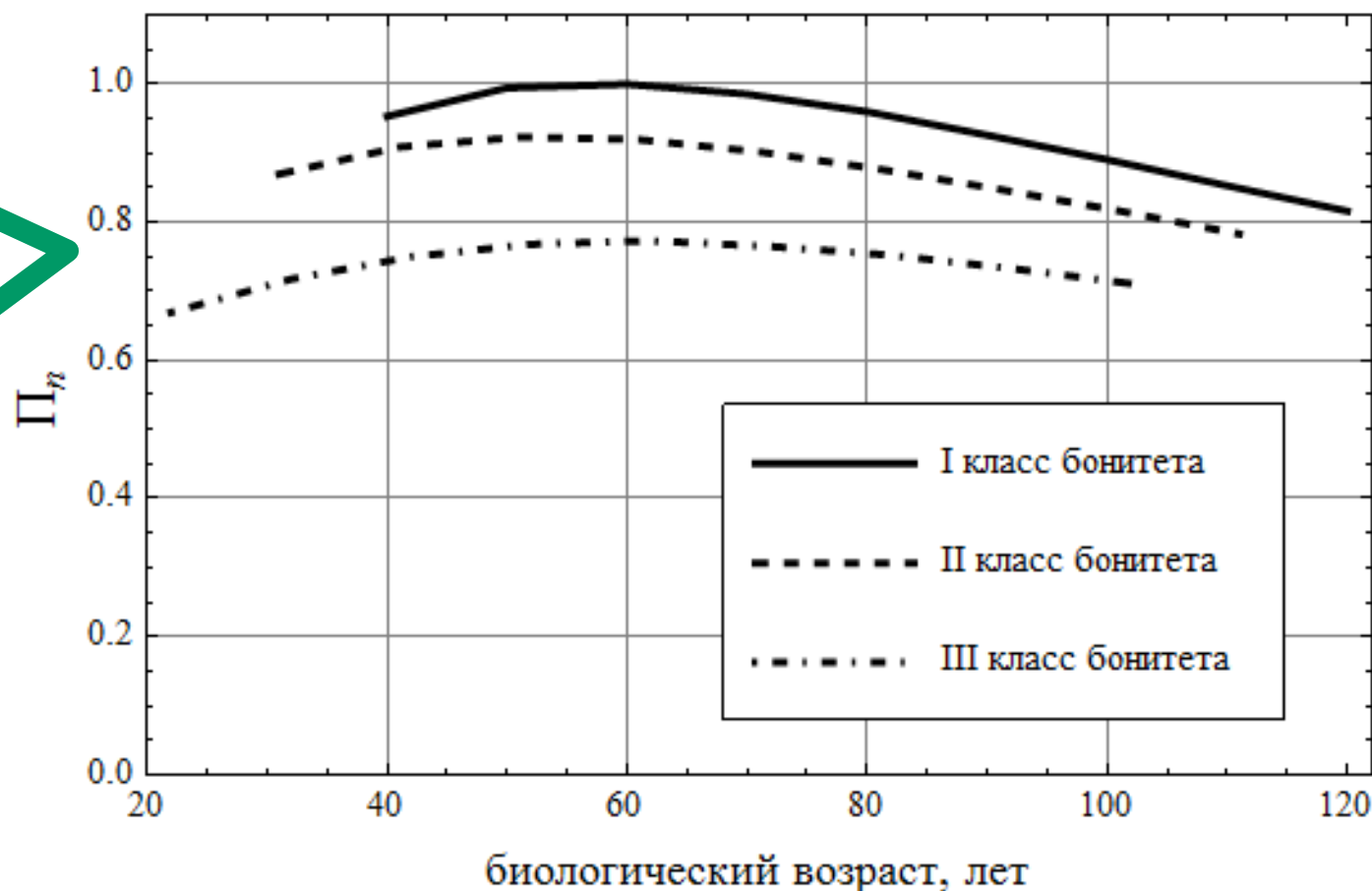
Точно сказать какой станет S_b через 20 лет, зная ее величину в данный момент, но не зная возраста и класса бонитета, можно только в частном случае, например, когда отклонение условий роста от оптимальных может быть параметризовано как задержка развития:

$$S_{b,II}(A) = S_{b,I}(A - u_{II})$$

где u_{II} - поправка на «омоложение», $(A - u_{II})$ - биологический возраст.

«Задержка развития» в кривых роста

Различия
кривых роста
кедровников
не сводятся к
«задержке
развития»



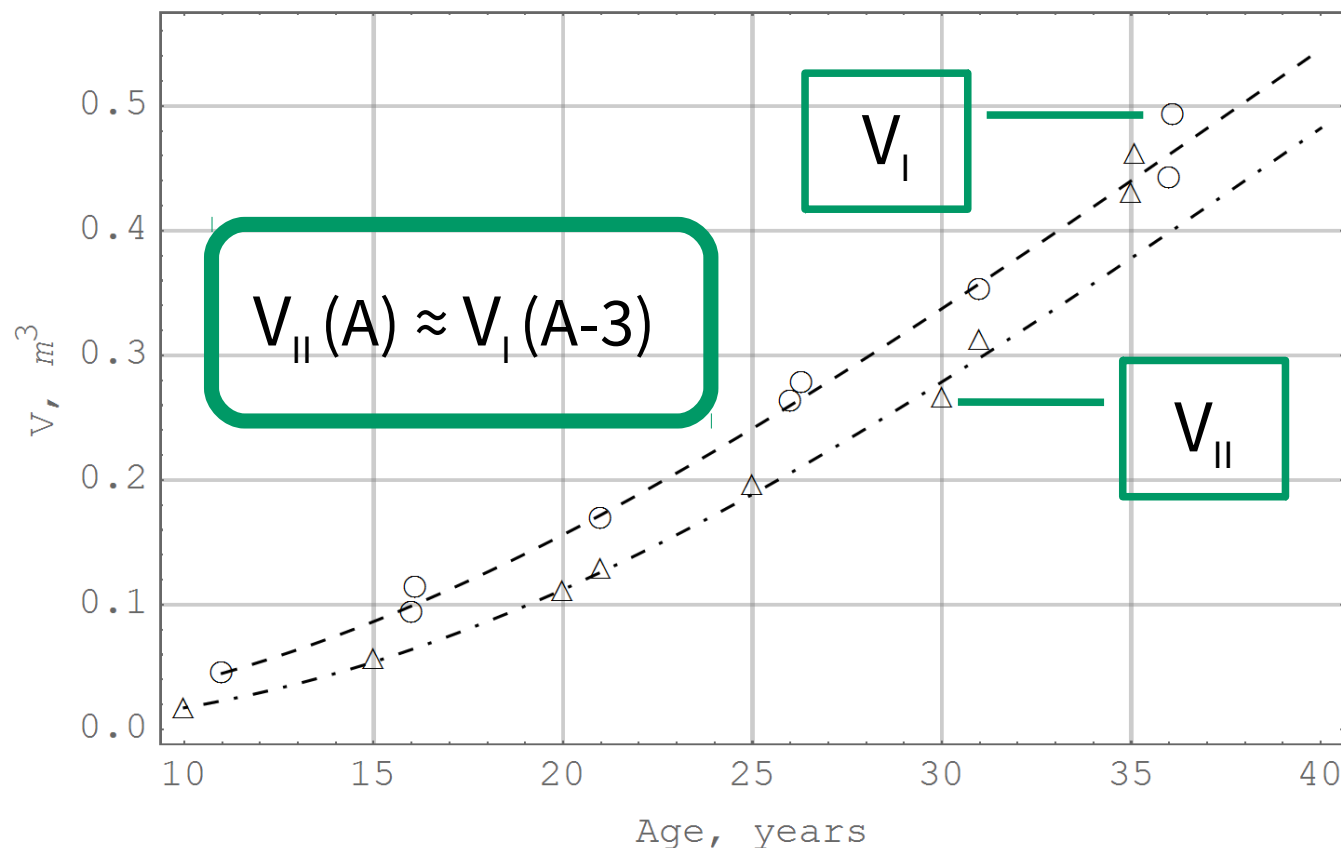
$$П_{n,I} = S_{b,I} / (pA^{4/5}); \quad П_{n,II} = S_{b,II} / (p(A-u_{II})^{4/5}); \quad П_{n,III} = S_{b,III} / (p(A-u_{III})^{4/5})$$

В каких случаях отклонение условий окружающей среды от оптимальных может быть параметризовано как задержка развития экосистемы?

Пример задержанного развития

Источник данных:
Ishibashi et al.// Yield
Observation Report 19.
1995. Forestry and
Forest Product Research
Institute,
HokkaidoResearch
Center.

Рисунок адаптирован
из Alexandrov, G.A and
Golitsyn, G.S.//
Ecological Modelling.
2015. 313:103-108



Кривые роста лиственницы на постоянных пробных площадях

Модель задержанного развития

$$\frac{dV_1}{dt} = pV_1^{2/3} \left(1 - \frac{V_1^{1/3}}{p/r} \right); \quad V_1(0) = V_{01}$$

$$\frac{dV_2}{dt} = pV_2^{2/3} \left(1 - \frac{V_2^{1/3}}{p/r} \right); \quad V_2(u) = V_{01}$$

$$\frac{dV_2}{d\tau} = pV_2^{2/3} \left(1 - \frac{V_2^{1/3}}{p/r} \right); \quad V_2(0) = V_{01}$$

$$\tau = t - u; \quad V_2(t) = V_1(t - u)$$

Признаки экосистемы с задержанным развитием

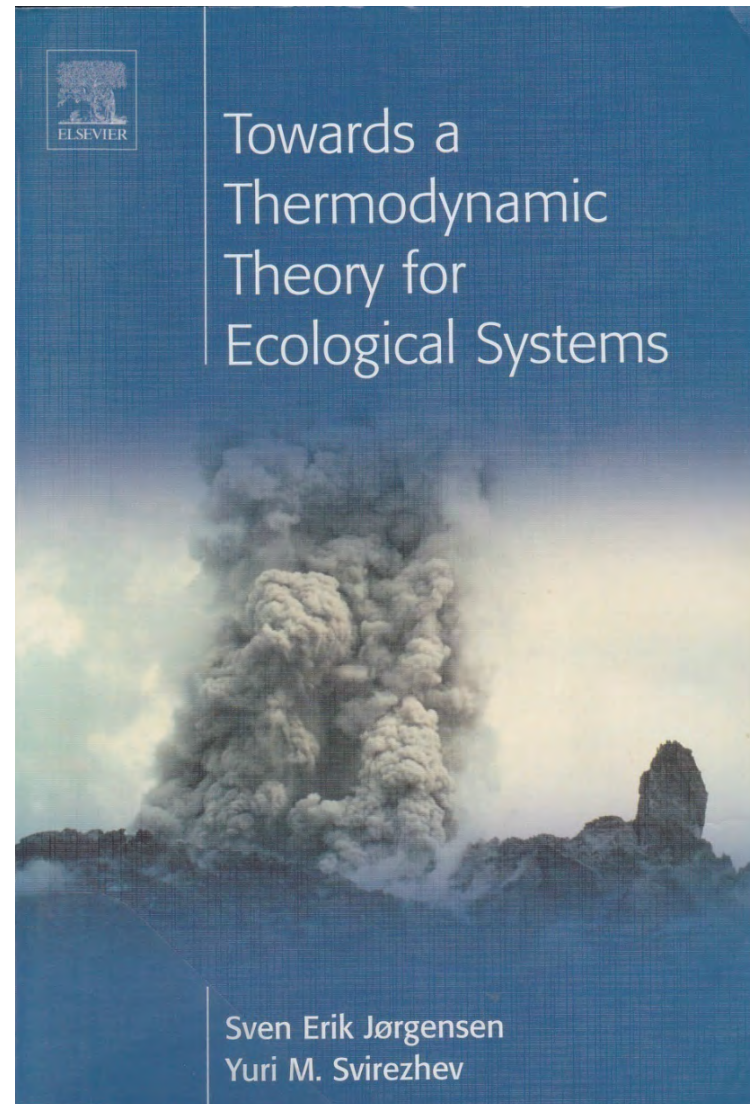
- Относится к тому же классу экосистем, что и референтная экосистема
- Потенциальное накопление биомассы может быть таким же как и в референтной экосистеме
- Накопление биомассы описывается одной из гиперлогистических моделей (например, моделью Берталанфи)

Термодинамический подход к оценке уровня развития экосистемы

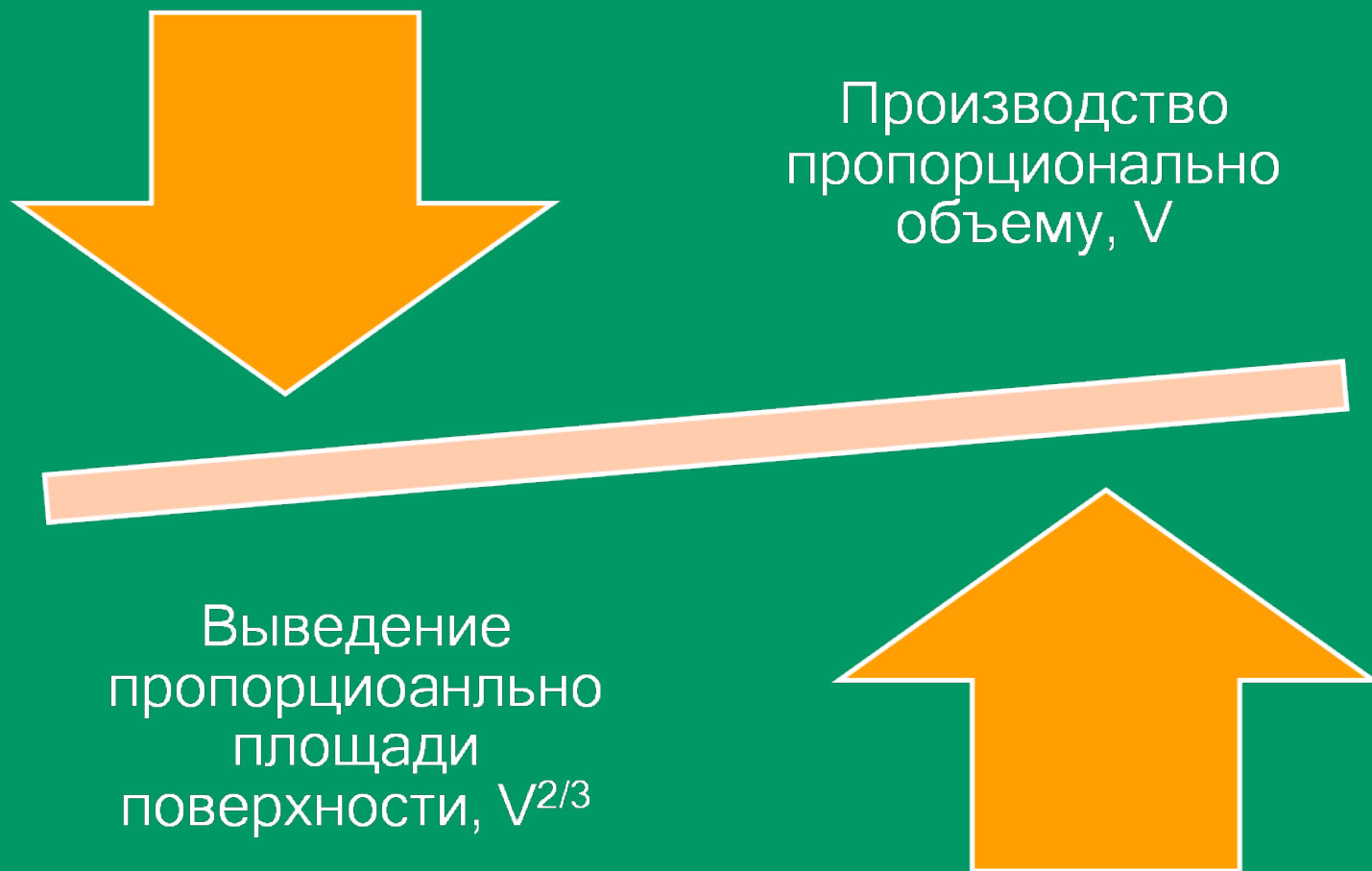
Теория Йоргенсена-Свирежева

«Он был такой
некультурный человек,
что однажды увидел во
сне бактерию размером с
собаку»

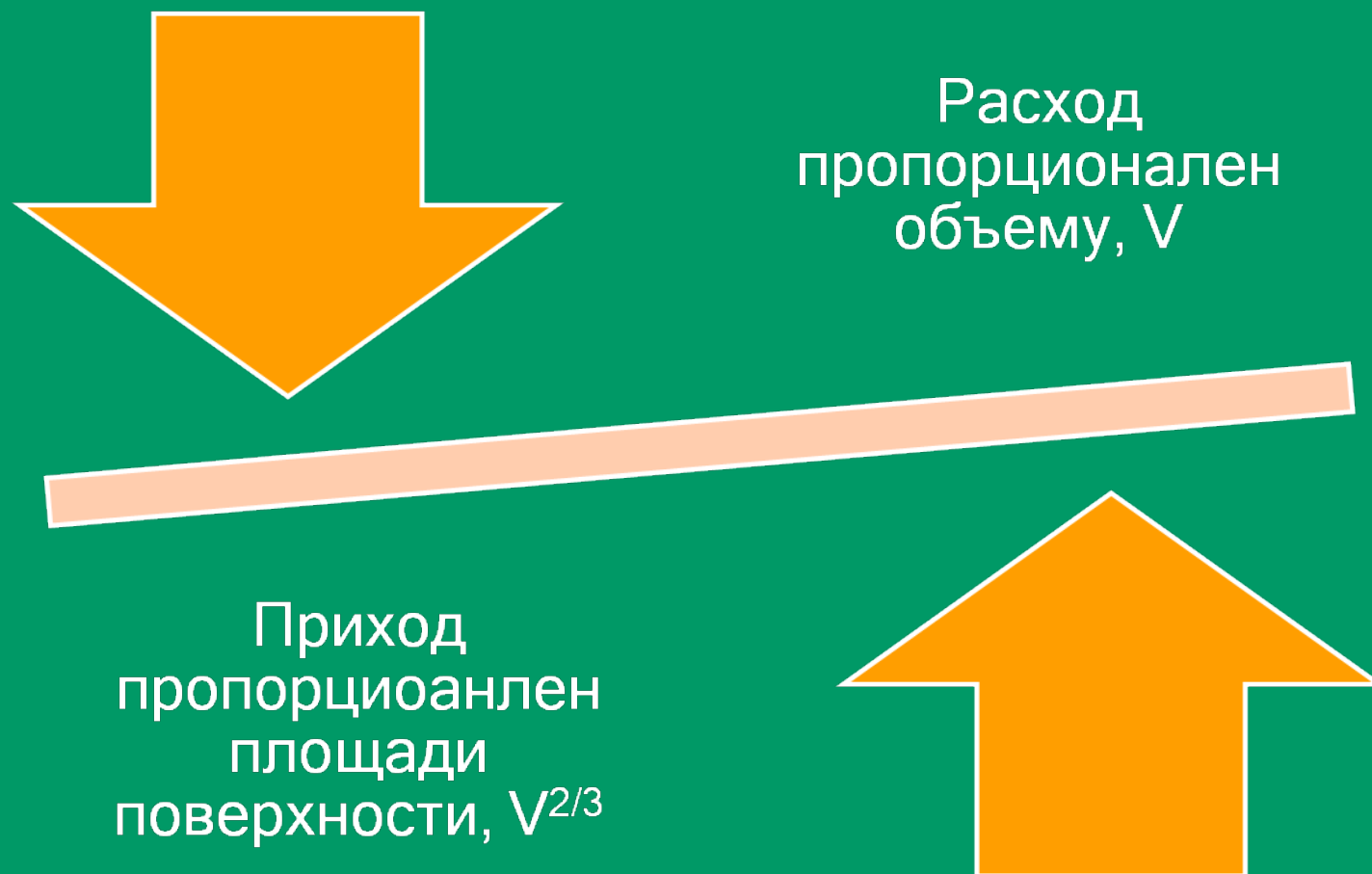
А почему бактерия не
может быть размером с
собаку?



Баланс энтропии



Баланс энергии



Пример графика экзергии, описывающего взросление и старение организма

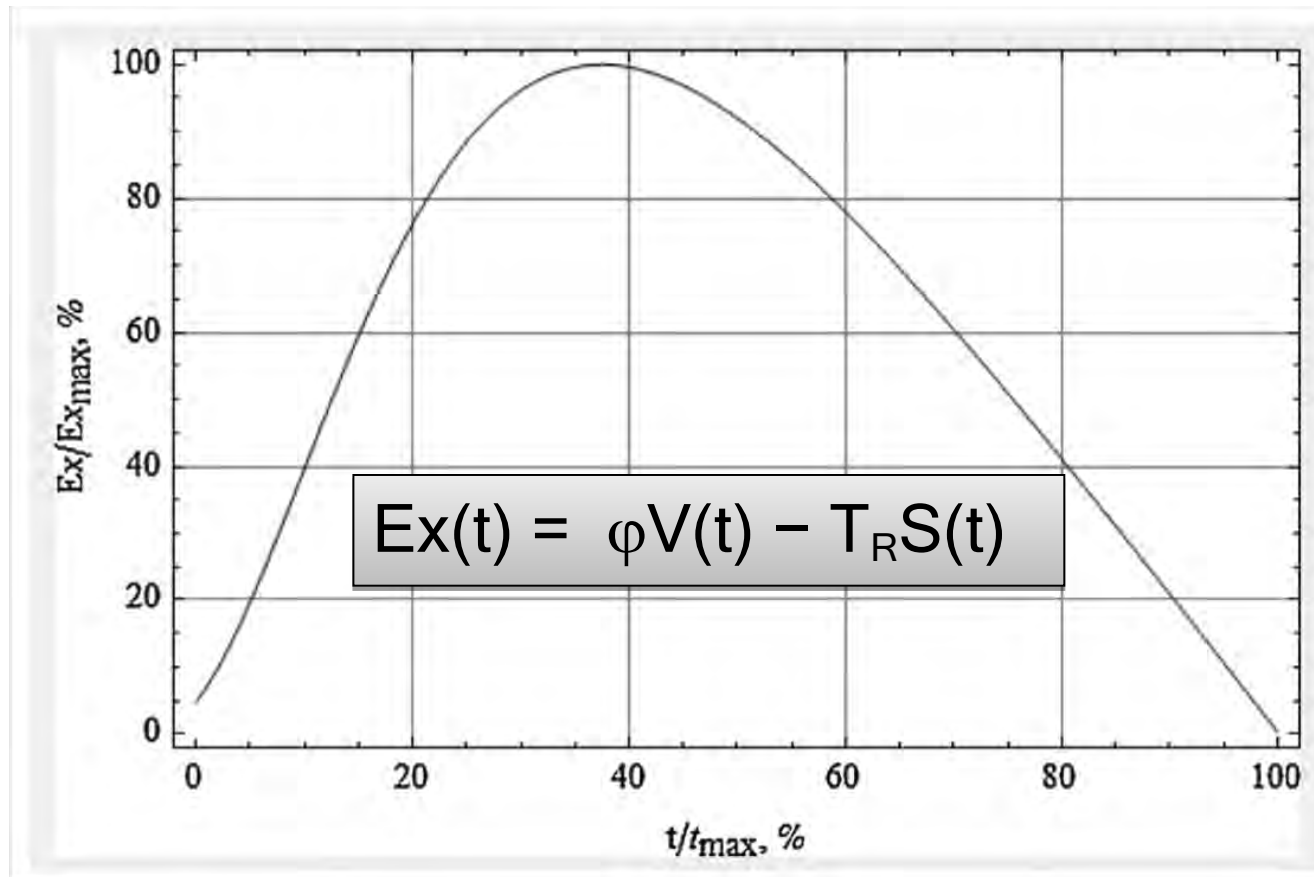


Рисунок адаптирован из Alexandrov, G.A and Golitsyn, G.S.// Ecological Modelling. 2015. 313:103-108

Пятый постулат теории Йоргенсена-Свирежева

То, что невозможно для организма, возможно для экосистемы: экзергия нормально функционирующей экосистемы со временем только возрастает.

“The ecosystem receiving solar radiation will attempt to get maximum exergy storage,... “

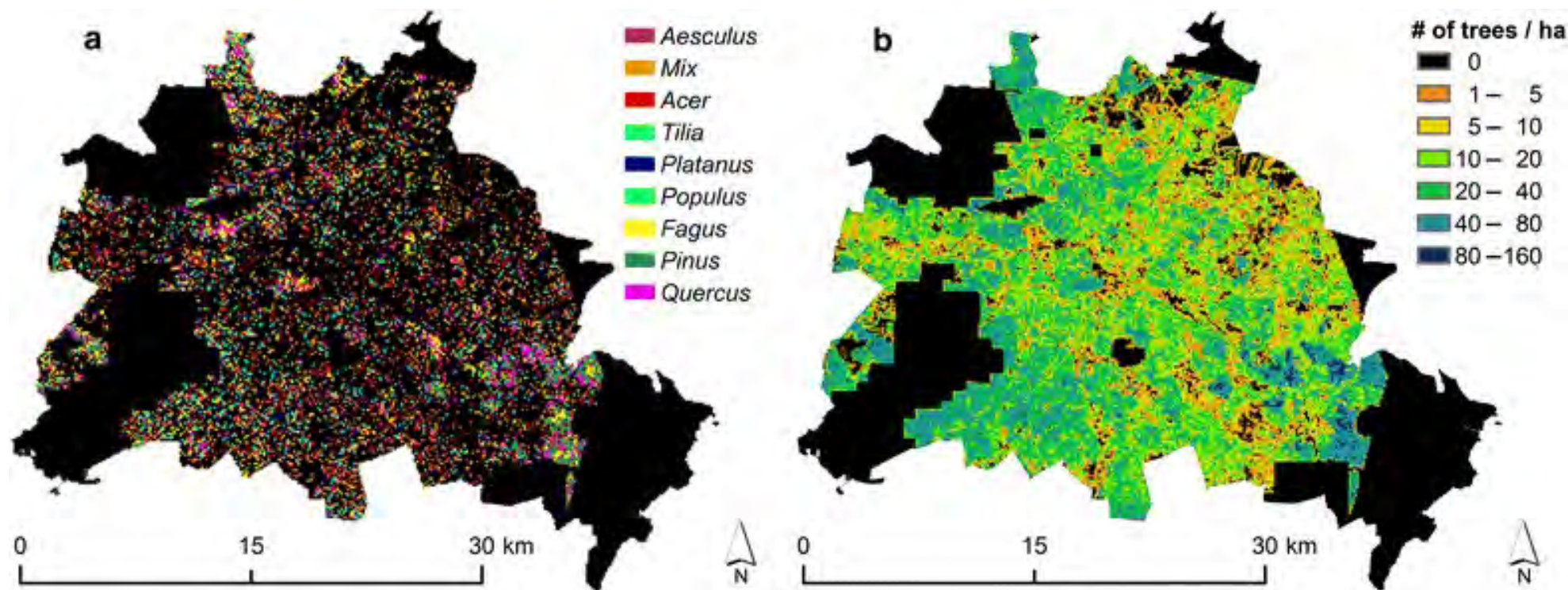
Метрика для оценки стадии развития лесных экосистем

$$E_r = \sum_{i=1}^n (1 - g_i) \ln \frac{1 - g_i}{1 - G} + \ln \frac{1 - G}{1 - G_0} + \frac{G - G_0}{1 - G}$$

Доля окон в пологе
листвы в i -м узле
координатной
сетки

Средняя доля окон в
пологе листвы в
узлах координатной
сетки

Пример, показывающий возможности дистанционного зондирования



Inventory of remotely sensed trees in Berlin, Germany. Approximately 1.4 million trees were classified with a mean tree height of 15 m and a mean DBH of 36 cm. Tigges, J. and Lakes, T. //Carbon Balance and Management. 2017. 12:17

Развитие технологий дистанционного зондирования ставит перед специалистами в области моделирования экосистем качественно новую задачу:

каким образом зная значения ограниченного числа переменных состояния экосистем, дать прогноз будущего состояния экосистем?