

Прототип модели
взаимодействия лесной
растительности с крупными
фитофагами и почвенной
фауной

Белотелов Н.В.

Вычислительный Центр
им.А.А.Дородницына ФИЦ ИУ РАН

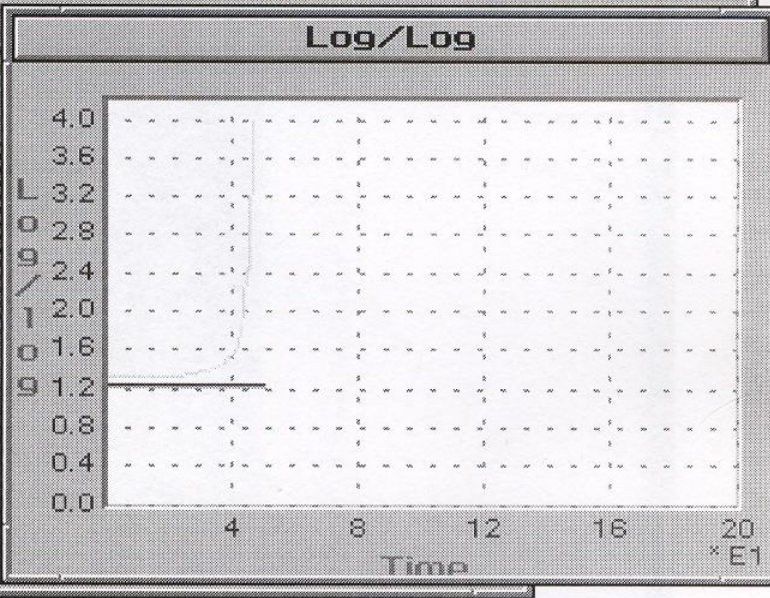
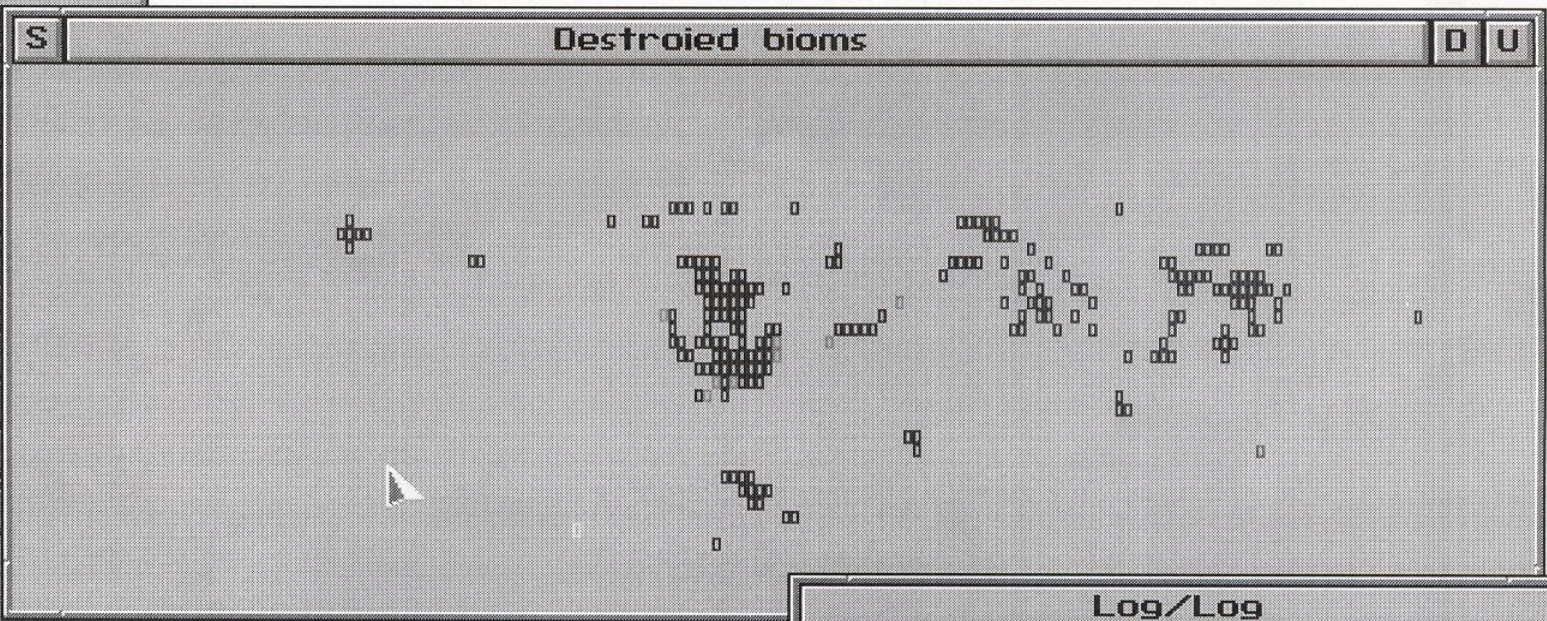
Цель разработки модели

Создание инструмента для исследования степени влияния на продукционные процессы лесной экосистемы крупных фитофагов и полноценной почвенной фауны. Проблема совместного рассмотрения продукционных процессов растительности и жизнедеятельности наземной и подземной биоты в настоящее время является актуальной задачей.

Предпосылки создания модели

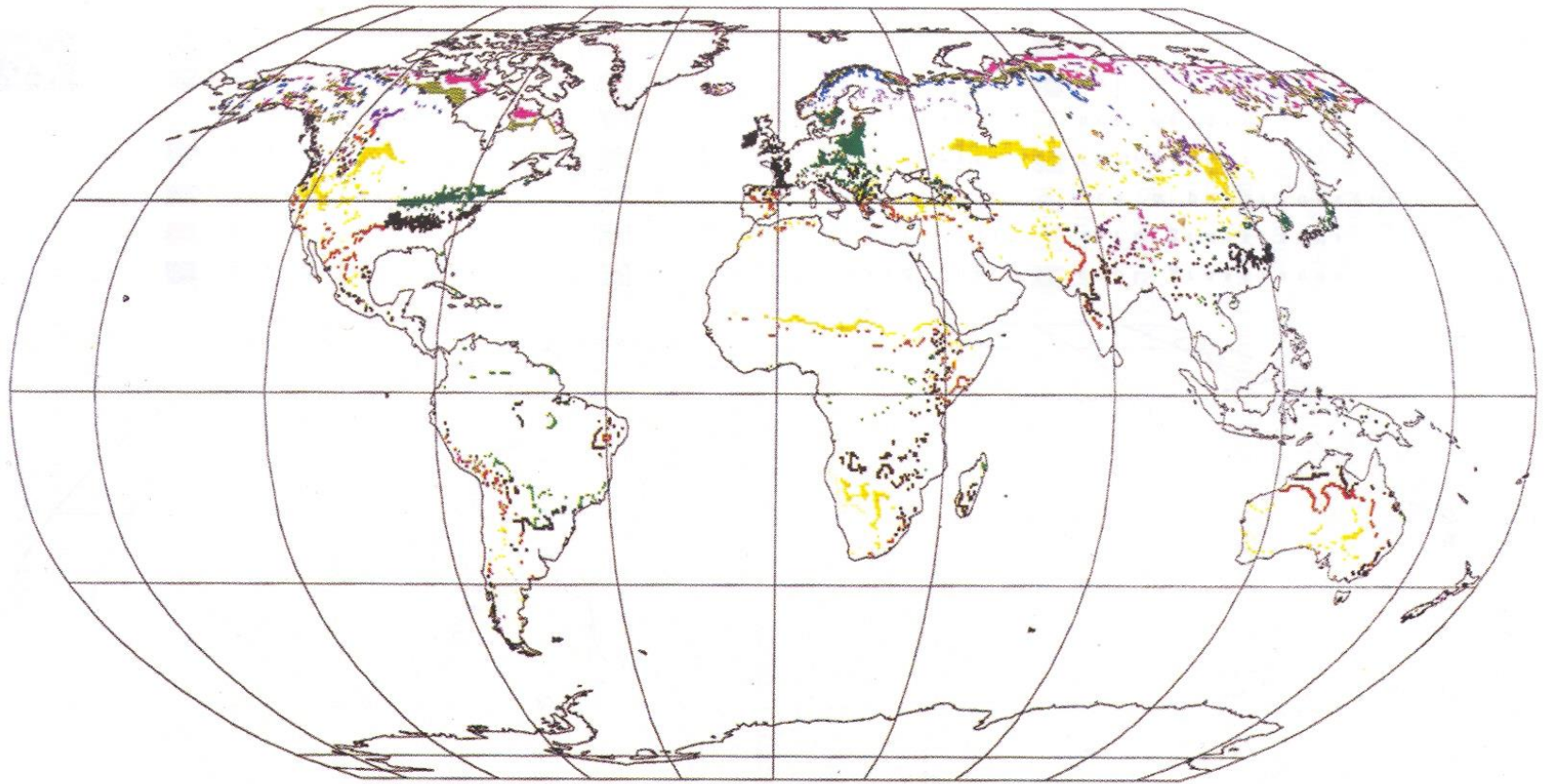
1. Одновозрастной древостой, разновозрастной древостой. Ярусно-мозаичная концепция. Что такое биом?
2. Проблема мамонтового комплекса
3. Статья В.Г.Горшкова, Макрьевой.
«Фундаментальные экологические параметры неподвижной и передвигающейся жизни Роль почвенной фауны» (2020).
4. Сопряжение масс-энергетического и популяционного описания. Размерный спектр.

- About program
- Information
- Scenario
- Maps
- Bioms
- Graphic
- Start ...
- Parameter
- Prompt
- Exit



choose output file

Figure 2. (b) Difference between years 100 and 50.



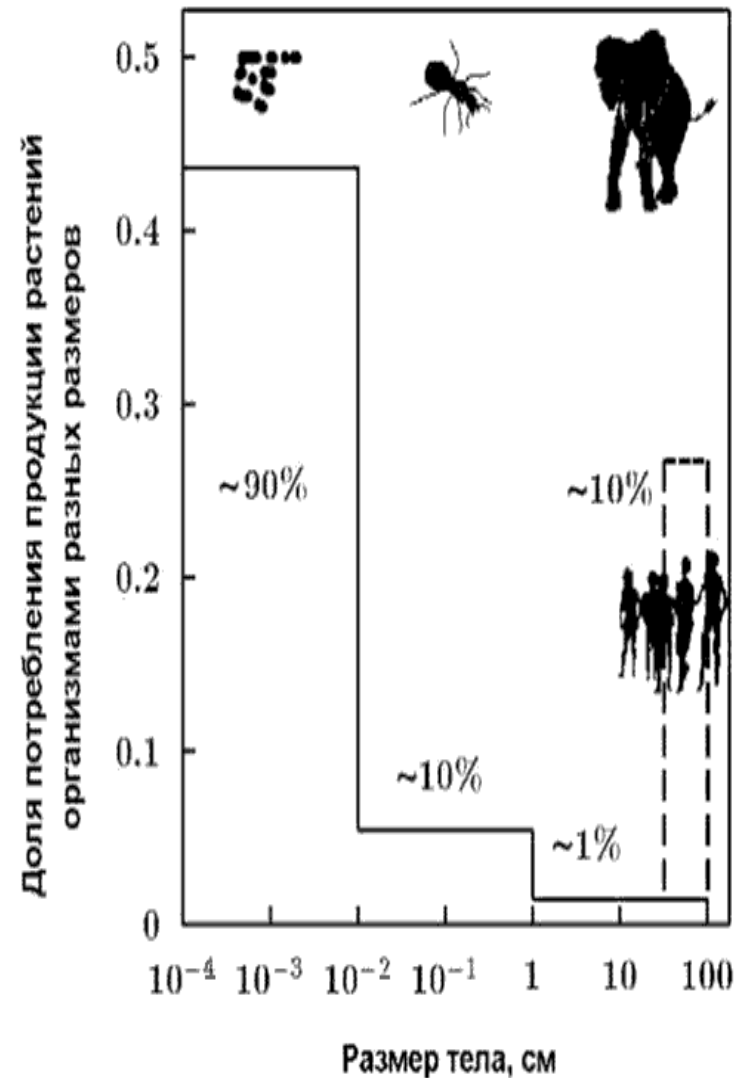
- | | | |
|------------------------|------------------------|----------------------|
| ■ cold deciduous for. | ■ evergreen mixed for. | ■ cool grasslands |
| ■ cold mixed forest | ■ tropical rain forest | ■ warm grasslands |
| ■ northern taiga | ■ tropical seas. for. | ■ ice & polar desert |
| ■ taiga | ■ tropical dry forest | ■ semidesert |
| ■ cool conifer forest | ■ xerophytic woodland | ■ hot desert |
| ■ cool mixed forest | ■ tundra | ■ agriculture |
| ■ temp. deciduous for. | ■ woody tundra | ■ new biomes |

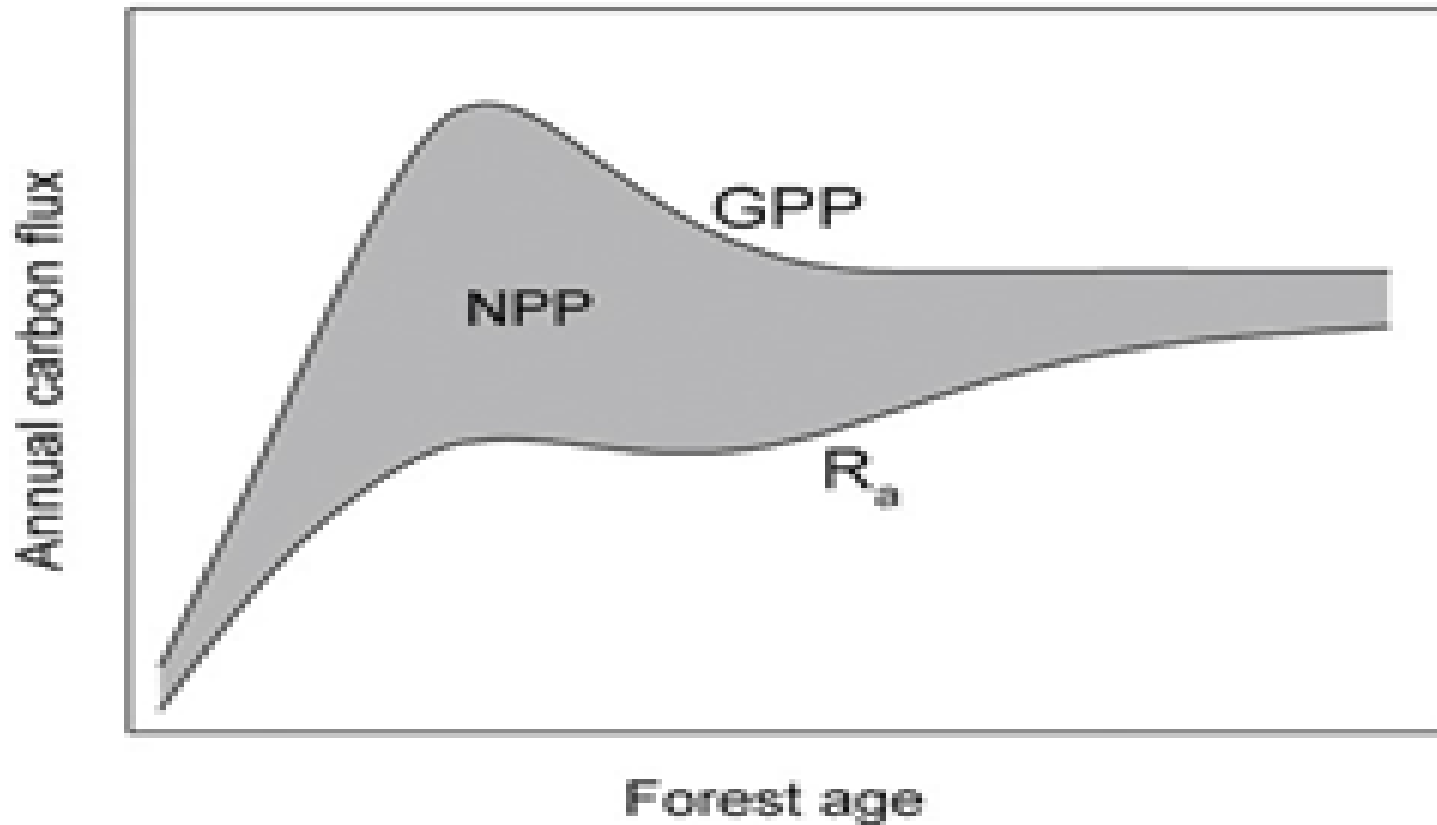
2B

Gorshkov V.G., Makarieva A.M. RJEЕ Vol. 5 (1). 2020

Поэтому крупные животные с вертикальным размером l порядка 1 м и потоком разложения на единицу площади $J = Ql$, превышающим поток синтеза P в сто и более раз,, являются “горячими точками” разбалансировки синтеза и разложения, представляя, таким образом, потенциальную угрозу устойчивости экосистемы и окружающей среды (Горшков, 1981, 1982а). Это фундаментальное свойство крупных животных однозначно вытекает из их биологических особенностей, но до сих пор, как и биотическая регуляция, остаётся за рамками обсуждений экологических взаимосвязей растений и животных и устойчивости экосистем (Walker, Noy-Meir 1982; Power, 1992; Sinclair et al., 2007; Smirnova et al. 2016; Zhu et al. 2018).

- Относительные доли потребления органических веществ на суше организмами разных размеров.**
 На вертикальной оси отложена относительная доля потребления продукции растений теми организмами, размер тела которых попадает в соответственный интервал по горизонтальной оси. (Так, например, организмы с размерами тела от 0.1 до 1 см потребляют около 5% продукции, производимой растениями экосистемы).
Сплошная линия — универсальное распределение, наблюдаемое для всех ненарушенных экосистем на суше. Площадь под сплошной линией равна единице (100%). Величины в процентах обозначают относительные вклады различных частей гистограммы.
Пунктирная линия описывает современное антропогенное возмущение наземной биоты. Площадь под антропогенным пиком (~10%) соответствует питанию человечества, скотоводству и потреблению древесины (Горшков, 1995).





Традиционная концептуальная модель GPP, NPP и дыхание в зависимости от возраста леса]. Серая область указывает на NPP, разницу между линией GPP и линией дыхания (Jianwu Tang et al, 2013)

Модель пространственно-временной динамики фитоценоза

(Тузенкевич А.А., 1985)

$u_i(x)$ плотность биомассы i -ого вида в точке x

$$u_{it}^x(x) = P_i(x) - D_i(x), \text{ где}$$

$P_i(x)$ - процесс роста биомассы, $D_i(x)$ - процесс деградации биомассы

$$P_i(x) = \int \alpha_i(x, y) u_i(y) dy,$$

$\alpha_i(x, y) = g_i \delta_i(x, y)$ - доля биомассы из y в точке x

$$u_{it}^x(x) = \int_S \alpha_i(x, y) u_i^{2/3} dy - \theta_i(u_i(t, x)) \int_S \sum_j \beta_{ij}(x, y) u_i^{4/3} dy$$

$$M_0 = K \theta_i(u_i(t, x)) \int_S \sum_j \beta_{ij}(x, y) u_i^{4/3} dy - \text{опад}$$

Крупные фитофаги, потребляя часть первичной продукции растительности, формируют и поддерживают полновозрастной древостой, что в среднем на большом промежутке времени обеспечивает большую интегральную продукцию лесной растительности.

Крупные фитофаги в процессе своей жизнедеятельности оказывают значительное влияние на формирование полновозрастного леса (Смирнова, 2018). При этом они своей активностью снижают энергетические затраты на конкуренцию между деревьями, а также за счет экскрементов ускоряют процесс формирования почвы.

Демографический процесс l_a -ой размерной группы

$$\frac{\partial n_{l_a}}{\partial t} + \frac{\partial n_{l_a}}{\partial \tau} = d(u_i, t)n_{l_a} \quad n_{l_a}(t, 0) = \int_0^{\infty} b(t, \tau, u_i)n_{l_a} d\tau$$

Площадь кормления l_a -ой размерной группы

$$S_{l_a}(t) = \int n_{l_a}(t, \tau)l_a(t, \tau)V_{l_a}(t, \tau)d\tau$$

Поток продуктов жизнедеятельности наземных фитофагов

$$M_1 = k \int n_{l_a}(t, \tau)dl_a$$

Изменение площади растительности

$$S(t) = S^B - \gamma_{l_a}S_{l_a}(t)$$

Поток продуктов жизнедеятельности оказывает значительное влияние на формирование полноценной почвенной фауны, а именно: почвенных животных, насекомых, бактериальных сообществ и грибов, что позволяет максимизировать процессы, повышающие (поддерживающие) плодородие почвы. (Гераськина и др., 2018)

Демографический процесс l_d -ой размерной группы

$$\frac{\partial n_{l_d}}{\partial t} + \frac{\partial n_{l_d}}{\partial \tau} = d(M_0, M_1, t) n_{l_d}$$

$$n_{l_d}(t, 0) = \int_0^{\infty} b_{l_d}(t, \tau, M_0, M_1) n_{l_d} d\tau$$

Уравнение динамики плодородия почвы

$$\frac{d\mu}{dt} = \psi_0(M_0, n_{l_d}(t, \tau)) + \psi_1(M_1, n_{l_d}(t, \tau)) - \psi_\alpha(\alpha, u_i)$$

- If people do not believe that mathematics is simple, it is only because they do not realize how complicated life is.
- *John von Neumann*

«Мы слишком много знаем, но слишком мало понимаем» (А.Эйнштейн).

«Задачей науки является увеличение и упорядочивание нашего опыта» (Н.Бор).

Модель – формальное представление, понимаемых взаимосвязей между измеримыми понятиями.

Необходимая для объективного описания однозначность определений достигается при употреблении математических символов, именно потому, что таким способом избегают ссылки на сознательный субъект, которыми пронизан повседневный язык.

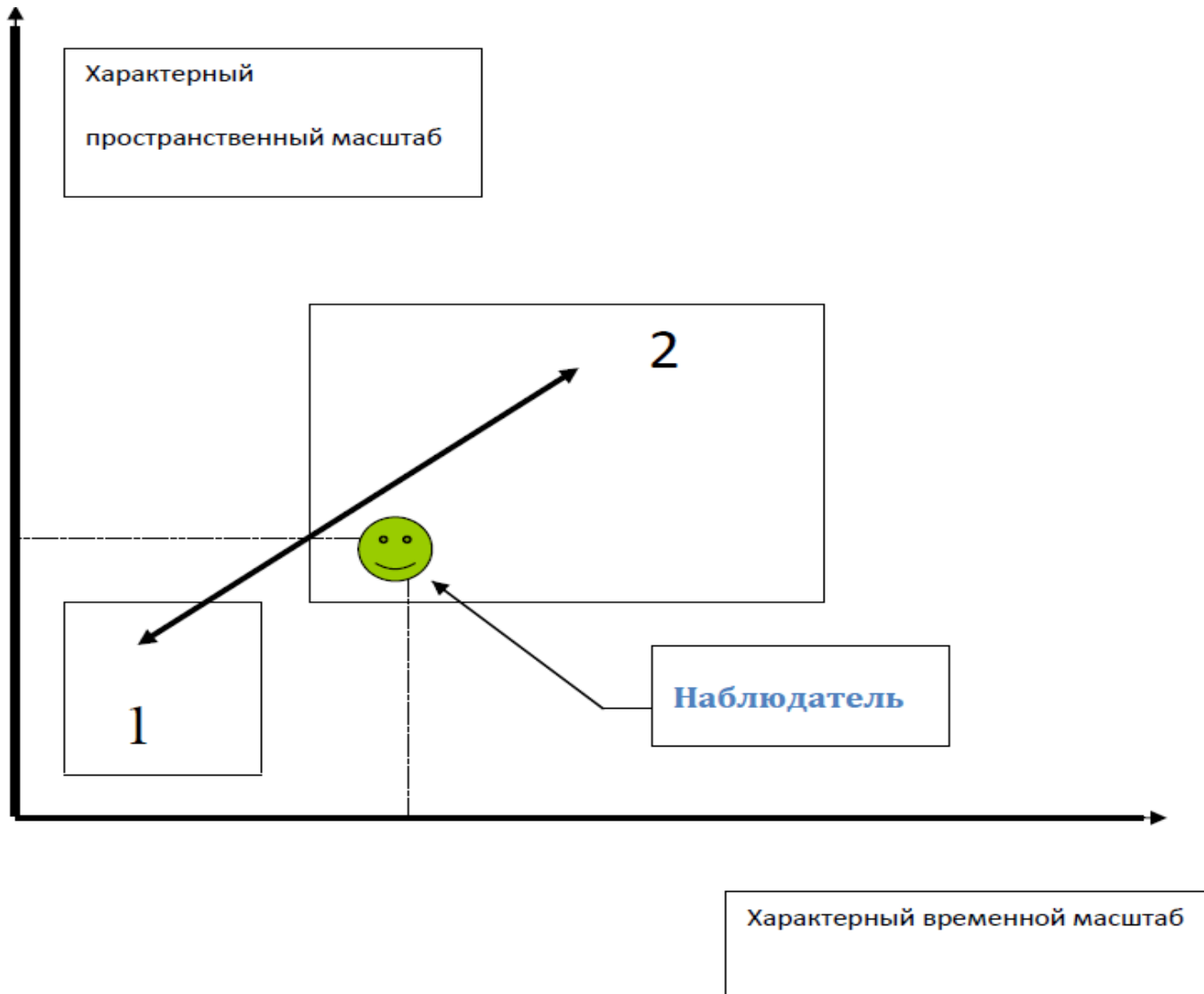
(Н.Бор «Единство знаний» 1955)

- Объяснение наблюдаемых эффектов (колебания, популяционные волны и т.п.)
- Прогноз
- **Формализация, имеющихся представлений (инструмент междисциплинарных исследований)**

Цели моделирования

Разбиение явлений и процессов по характерным пространственным и временным масштабам.

1. Область явлений и процессов естественнонаучных представлений
2. Область явлений и процессов гуманитарных представлений.



Этапы моделирования



Проблемой является не изменение климата, а сверхпотребление современным человечеством первичных ресурсов биосферы. При этом энергия, которая потребляется для обеспечения этого сверх потребления (неважно, углеводородная или какой-либо другой природы), в конечном итоге направляется на разрушение продукционных процессов биосферы. От этого, собственно, и происходит эмиссия CO₂. Она происходит из детритной цепи – цепи разлагателей органической материи.

Проблем сверхзагрязнения и проблема мусора тоже лежат в плоскости сверхпотребления.

Ведущей проблемой является сформированная за последние 100 лет ценность – максимизация процента на капитал (оборот капитала). Последней новацией в этом направлении являются лозунги «Образование – это услуга» и «Воспитание грамотного потребителя».

Вывод: необходимо изменить систему ценностей в глобальной системе многообразных культур. Сейчас в рамках процесса глобализации происходит разрушение культурного многообразия, которое замещается человеческой массой, «не помнящей родства своего».

Необходимо изменение принципа образования: это не услуга, а обязанность. (Учиться, учиться и учиться.). Гармонично и правильно обученные поколения многие проблемы решат лучше ныне живущих людей. Вопрос – как это сделать? – остается открытым. Но важно понимать необходимость соотнесения скорости развития со скоростью усвоения и понимания инноваций людьми, вновь входящими в этот мир. Если не будет баланса, то будут происходить различные социальные неприятности

Экологическая и образовательная компонента должна перейти из разряда затрат в разряд потребительской стоимости. Более того, возможно и эмиссия денежной массы должна быть привязана к сохранению качества и, вообще говоря, к интенсивности восстановления окружающей среды.

Здесь встает вопрос о собственности на природные ресурсы. А именно, какой культуре те или иные ресурсы будут принадлежать.

Что касается России, то я полагаю, что они должны принадлежать русской культуре (не россиянской), направляющей и симбиотически взаимодействующей с культурами народов, населяющих Евразию а не транснациональным корпорациям.

1. Создание системы согласованных моделей глобальных процессов
2. Дата центра
3. Центра по гуманитарному анализу результатов математических расчетов и анализу «больших данных»

Возможные далекие перспективы.

**Спасибо за
внимание!**