

# КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОТЫ КАК ФАКТОРА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

*И.О.Алябина\**, *Б.Н.Моисеев\*\**, *М.И.Герасимова\*\*\**, *С.А.Шоба\*\*\*\**, *И.С.Урусевская\*\*\*\**

*\* Институт почвоведения МГУ-РАН*

*\*\* ВНИИЦлесресурс*

*\*\*\* Географический факультет МГУ*

*\*\*\*\* Факультет почвоведения МГУ*

## АННОТАЦИЯ

Проводимое коллективом авторов исследование почвообразующего потенциала биоклиматических и литогенных факторов на основе анализа электронных карт, начатое с оценки почвообразующего потенциала (ПП) климата (<http://fadr.msu.ru/emaps/climate/PPClimate.htm>), было продолжено на примере биоты. Создан компьютерный картографический банк данных, включающий ряд первичных показателей, характеризующих функционирование и свойства биоты как фактора почвообразования. Выполнена комплексная картографическая оценка потоков органического углерода, поступающего в почвы, а также его депонирования для основных биомов России, рассчитаны средние удельные значения ежегодного депонирования органического углерода в почвенном покрове в географических трапециях координатной сетки  $1 \times 1^{\circ}$ . Проведено сопоставление современного вклада двух почвообразующих факторов - климата и биоты - в функционирование черноземов.

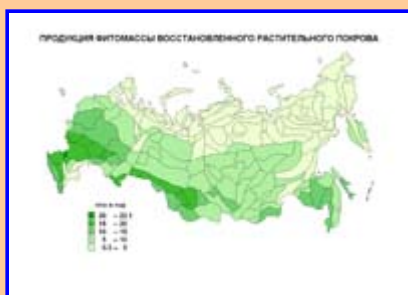
## КАРТЫ ПЕРВИЧНЫХ БИОТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Для создания компьютерной базы данных по характеристикам функционирования биоты, обеспечивающим реализацию почвообразующего потенциала этого фактора, были использованы картографические материалы из различных источников. Оцифрованные карты и картосхемы содержат следующие параметры:



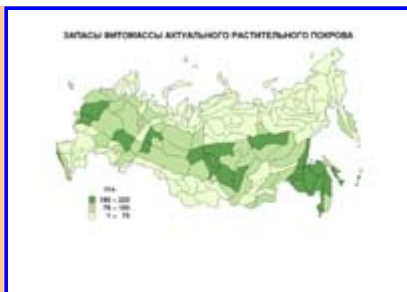
- *Продукция фитомассы актуального растительного покрова*

(~1:35 млн; [Материалы к картам...](#))

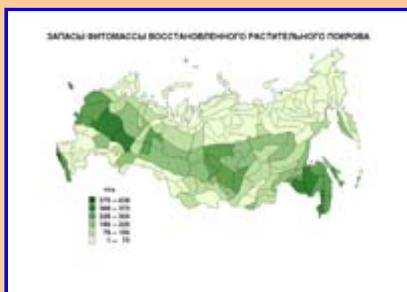


- *Продукция фитомассы восстановленного растительного*

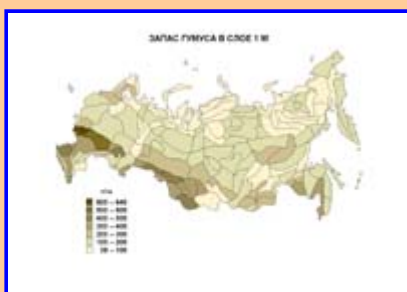
*покрова* (~1:35 млн; [Материалы к картам...](#))



- *Запас фитомассы актуального растительного покрова* (~1:35 млн; [Материалы к картам...](#))



- *Запас фитомассы восстановленного растительного покрова* (~1:35 млн; [Материалы к картам...](#))



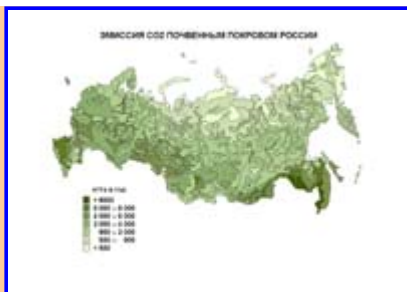
- *Запас гумуса в слое 1 м* (~1:35 млн; [Материалы к картам...](#))



- *Мортмасса экосистем* (~1:35 млн; [Материалы к картам...](#))



- *Емкость биологического круговорота зольных элементов в естественных фитоценозах* (~ 1:40 млн; [Г.В.Добровольский и др.](#))



- Эмиссия CO<sub>2</sub> почвенным покровом России (~ 1:40 млн;

[В.Н.Кудеяров и др.](#))

## ОЦЕНКА ПОТОКОВ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА, ПОСТУПАЮЩЕГО В ПОЧВЫ ОСНОВНЫХ БИОМОВ РОССИИ

Оценка содержания и баланса углерода в различных природных сферах Северной Евразии осуществлялась многими исследователями. В ряде опубликованных работ рассчитанные авторами показатели биологической продуктивности, а также запасы органических форм углерода в почвах приводятся и в картографическом виде, как правило, в рамках целостных природных образований в соответствии с естественными границами [[Н.И.Базилевич, Л.Е.Родин, 1969](#); [Н.И.Базилевич, 1993](#); [Н.И.Базилевич и др., 1993](#); [В.Н.Кудеяров и др., 1995](#); [Д.С.Орлов и др., 1996](#) и др.]. Наиболее подробной является составленная на основе Почвенной карты России масштаба 1:4 000 000 компьютерная Карта запасов углерода в почвах Российской Федерации [[В.А.Рожков и др., 1997](#)].

Во всех отмеченных работах не затронуты проблемы скорости поступления потоков органического углерода в почву и его ежегодного депонирования. Для расчета чистой первичной продукции в них используются базы данных Н.И.Базилевич [[1984](#); [1993](#)] по экспериментальным пробным площадям с последующей прямой экстраполяцией результатов измерений на крупные регионы страны, что неизбежно приводит к завышению суммарной первичной продукции.

Картографическая оценка количества органического углерода, ежегодно поступающего с растительными остатками и пополняющего его запас в почвах основных биомов России [[Б.Н.Моисеев, И.О.Алябина, 2002](#)], проводилась на основе данных о площади листовой поверхности (LAI) растительного покрова, полученных Аэрокосмическим агентством США (NASA) в географических трапециях сети 1x1 градус [[P.J. Sellers et al., 1994](#)]. Индекс LAI - отношение площади листовой поверхности растений к единице площади поверхности земли ( $\text{м}^2/\text{м}^2$ ) - дает возможность подсчитать приблизительно чистую первичную продукцию, используя известные соотношения прироста зеленой (фотосинтезирующей) и древесной (или подземной) масс, полученные на экспериментальных пробных площадях.

В качестве методической основы принята методология баланса потоков органического углерода в экосистемах, находящихся в стационарном состоянии. Методика оценки депонированного органического вещества несколько различается для разных биомов. В этой связи при расчетах были выделены следующие типы биомов: а) лесные; б) тундровые; в) болотные; г) луговые, степные и полупустынные. Относительные доли площади лесов в трапециях сети получены по данным Государственного учета лесного фонда 1998 года, а доли тундр, болот, лугов, степей и полупустынь заимствованы и пересчитаны из классификационных данных NASA.

Наряду с данными о площади листовой поверхности, об относительной доле площади лесов, тундр, болот, лугов, степей и полупустынь, а также многими другими, были использованы картографические материалы о величине эмиссии углерода почвенным покровом (ссылка) и суммарном стоке воды (данные NASA).

На основе балансовых расчетов для выделенных биомов были определены потоки органического углерода по сетке 1x1 градус на всю продуцирующую территорию России. Полученные результаты свидетельствуют, что в целом продукция органического вещества превышает его расход на дыхание почвы и выщелачивание с суммарным стоком воды на 453 МтС в год. То есть для всей территории страны естественный углеродный баланс положительный.

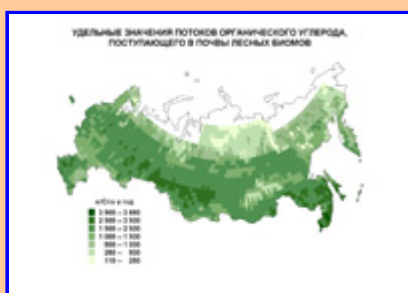
В результате проведенных расчетов построены компьютерные картосхемы удельных значений потоков органического углерода (ежегодно отмирающая часть фитомассы в виде опада листьев/ хвои, отпада деревьев и корней), поступающего на поверхность и непосредственно в верхние горизонты почв основных биомов страны.



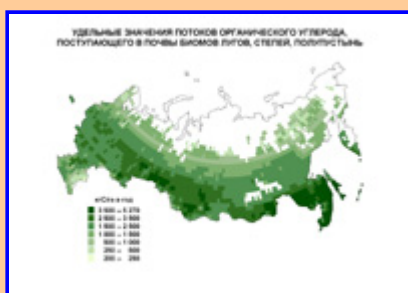
*- Удельные значения потоков органического углерода, поступающего в почвы тундровых биомов*



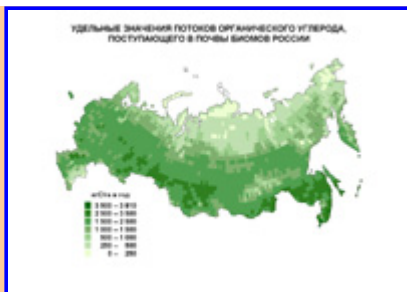
*- Удельные значения потоков органического углерода, поступающего в почвы болотных биомов*



*- Удельные значения потоков органического углерода, поступающего в почвы лесных биомов*

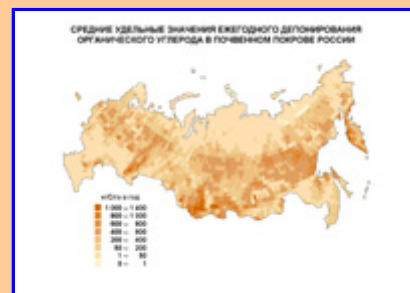


*- Удельные значения потоков органического углерода, поступающего в почвы биомов лугов, степей, полупустынь*



- Удельные значения потоков органического углерода, поступающего в почвы биомов России

Построена также картосхема **удельных значений чистого прироста мортмассы**, т.е. количества органического углерода, ежегодно депонируемого на поверхности почв и в почвах основных биомов России. Наибольшие значения (600 - 1400 кгС/га в год) депонирования органического углерода сосредоточены в горных лесных районах Алтая, Западных Саян и Южного Урала, а также в лесо-луго-тундровых биомах Камчатки. Наименьшие значения характерны для тундровой зоны. В целом наибольший вклад в долговременное депонирование углерода приносят лесные биомы, однако, удельные значения чистого прироста мортмассы выше у луговых биомов. Следует отметить, что полученные объемы долговременного депонирования углерода отражают не только прирост органического вещества почв, но и прирост мортмассы в сухостое, древесном валеже или ветоше.



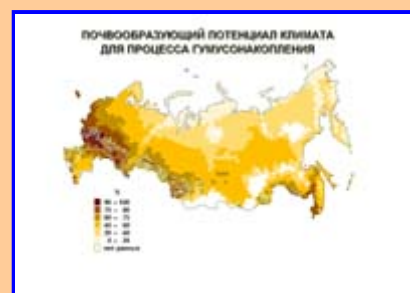
## СРАВНЕНИЕ ВКЛАДА КЛИМАТА И БИОТЫ В ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ РОССИИ



Изучение почвообразующего потенциала природных факторов (ПППФ) для почв России, проводимое методом компьютерного картографического анализа, дополнено оценкой биоклиматических характеристик процесса гумусонакопления, наиболее полно реализующегося в черноземах [И.О.Алябина и др., 2001]. Исследование проводили путем последовательного наложения карты **ареалов черноземов** на карты, характеризующие почвообразующий потенциал климатического и биотического

факторов.

Картографическая оценка почвообразующего потенциала климата с разных позиций, в том числе, возможностей протекания почвообразовательных процессов, была проведена ранее [М.И.Герасимова и др., 2000]. В данном исследовании использовали оценочную компьютерную карту **ПП климата для процесса гумусонакопления**.



Почвообразующий потенциал биоты представлен двумя показателями: **величиной ежегодного депонирования органического углерода в почвах** (см. [выше](#)) и **соотношением продукции фитомассы актуального растительного покрова к запасам мортмассы** (по данным А.А. Тишкова с соавторами). Первый показатель характеризует объем поступающего в почвы органического вещества, второй - скорость трансформации органического вещества. Выбранные параметры представляют наиболее важный вклад биотического фактора в почвообразование.



Оценка ПП биоты и ПП климата для процесса гумусонакопления проводилась путем сопоставления карт ПП обоих факторов с ареалами черноземов как почв с максимальным и наиболее полным выражением процессов, обеспечивающих существование почвенного органического вещества.



Ареалы высокого почвообразующего потенциала климата, наиболее благоприятного для процесса гумусонакопления, включают в себя все ареалы черноземов.

Ареалы черноземов обнаруживают также соответствие ареалам максимальной скорости биологического круговорота, вместе с тем, наблюдается полное несовпадение ареалов черноземов с ареалами высокой величины депонирования органического вещества в почвах.

Таким образом, функционирование черноземов тесно связано с современным климатом, обеспечивается высокой интенсивностью преобразования растительных остатков и мало зависит от их современного поступления в почвы.

Результаты проведенного исследования подтвердили приуроченность черноземов к определенным климатическим условиям. Возможности преобразования органического вещества, в том числе обеспеченные климатом, оказались более существенными, чем величины его поступления, тем самым показан приоритет климатического фактора по отношению к фактору “растительность”. Малые объемы депонирования органического углерода, особенно на пахотных почвах, служат одной из причин дегумификации черноземов.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Картографический анализ, проведенный на примере сопоставления современного вклада двух почвообразующих факторов в функционирование черноземов, является, с одной стороны, способом верификации предлагаемых моделей ПППФ, а с другой стороны, эффективным методом исследования.

Использован один из предложенных ранее [[С.А.Шоба и др., 1999](#)] вариантов оценки реализации ПППФ - органо-профильный. Органо-профильный, или органо-аккумулятивный подход оценивает почвообразующий потенциал природных факторов, в данном случае климата и биоты, как возможную реализацию органо-аккумулятивной функции почв.

Верификация картографических образов почвообразующего потенциала природных факторов путем сопоставления с контурами почвенной карты, интерпретированной с точки зрения наличия тех или иных горизонтов, проявления различных свойств и процессов, может служить определенным этапом контроля разрабатываемой системы оценок ПППФ. Вместе с тем, использование методов компьютерного картографического анализа предоставляет возможность создания разнообразных моделей ПППФ путем наложения серий карт частных факторов и их отдельных характеристик, позволяет выявлять ареалы лимитирующих факторов, их оптимальных сочетаний или максимальной реализации и т.д. Таким образом, одним из результатов оценки ПППФ является создание многих моделей.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

*Алябина И.О., Герасимова М.И., Шоба С.А. Картографический анализ почвообразующего потенциала биоты для ареалов черноземов России // Функции почв в биосферно-геосферных системах. Материалы международного симпозиума: Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, 27-30 августа 2001. М.: МАКС Пресс, 2001. С. 41-42.*

Базилевич Н.И. Первичная продуктивность и биогеохимические циклы наземных экосистем СССР // *Современные проблемы географии экосистем*. 1984. С.95-100.

Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993. 293 с.

Базилевич Н.И., Дроздов А.В., Злотин Р.И. Географические особенности продукционных и деструкционных процессов в ландшафтах Северной Евразии // *Известия РАН. Серия географ.* 1993. № 4. С.5-21.

Базилевич Н.И., Родин Л.Е. Географические закономерности продуктивности и круговорота химических элементов в основных типах растительности Земли // *Общие теоретические проблемы биологической продуктивности*. Л.: Наука, 1969. С.24-33.

Герасимова М.И., Алябина И.О., Урусевская И.С., Шоба С.А., Таргульян В.О. Методические подходы к картографической оценке климата как фактора почвообразования // *Вестник МГУ. Серия 17. Почвоведение*. 2000. № 4. С. 9-14.

Добровольский Г.В., Можарова Н.В., Палечек Л.А., Терешина Т.В. Практикум по географии почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 95 с.

Кудеяров В.Н., Хакимов Ф.И., Деева Н.Ф., Ильина А.А., Кузнецова Т.В., Тимченко А.В. Оценка дыхания почв России // *Почвоведение*. 1995. № 1. С.33-42.

Материалы к картам продуктивности восстановленного и актуального растительного покрова СССР, М. 1:35 млн (запас фитомассы, продукция, мортмасса, гумус). Отчет по теме, рук. А.А. Тишков. М., 1991.

Моисеев Б.Н., Алябина И.О. Оценка и картографирование потоков органического углерода, поступающего в почвы основных биомов России // *Почвоведение*. 2002. № 6. С. 675-681.

Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И. Органическое вещество почв Российской Федерации. М.: Наука, 1996. 254 с.

Рожков В.А., Вагнер В.В., Козут Б.М., Конюшков Д.Е., Шеремет Б.В. Запасы органических и минеральных форм углерода в почвах России // *Углерод в биогеоценозах. Доклады на XV ежегодных чтениях памяти академика В.Н.Сукачева*. М., 1997. С.5-58.

Шоба С.А., Герасимова М.И., Таргульян В.О., Урусевская И.С., Алябина И.О., Макеев А.О. Почвообразующий потенциал природных факторов // *Сборник научных трудов Международной конференции "Генезис, география и экология почв"*. Львов, 16-18 сентября 1999 г. Львов, 1999. С. 90-92.

Sellers P.J., Los S.O., Tucker C.J., Justice C.O., Dazlich D.A., Collatz G.J. and Randall D.A., 1994. A global 1\*1 degree NDVI data set for climate studies. Part 2: The generation of global fields of terrestrial biophysical parameters from the NDVI. *International Journal of Remote Sensing*, 15(17): 3519-3545.