

Исследования по базовой теме

«Оценка биосферной роли бореальных и арктических экосистем России в связи с изменением климата и антропогенным воздействием»

Д.Г. Замолодчиков

ЦЭПЛ РАН, 26 апреля 2007 г.

Цель исследований

- Основной целью исследования является оценка вклада наземных экосистем России в обменные процессы биосферного уровня и возможностей антропогенной оптимизации биосферных функций наземных экосистем.

Задачи исследований

- 1) Количественная оценка во временной динамике пулов и потоков углерода в наземных экосистемах Российской Федерации.
- 2) Разработка подходов к оптимизации лесохозяйственной деятельности и других видов природопользования с учетом необходимости увеличения поглощения парниковых газов.
- 3) Разработка средств и осуществление прогноза динамики наземных экосистем России с учетом климатических изменений.
- 4) Разработка подходов к оценке вклада наземных экосистем России в биосферные циклы кислорода и воды.

Базовые темы прошлых лет

Программа фундаментальных исследований Отделения биологических наук РАН «Проблемы общей биологии и экологии, рациональное использование биологических ресурсов».

Проблемы леса

Бореальные леса и углеродный цикл

01.20.02.16373

Проблемы экологии

Изучение потоков углерода, воды и энергии в тундровых экосистемах

01.20.02.16368

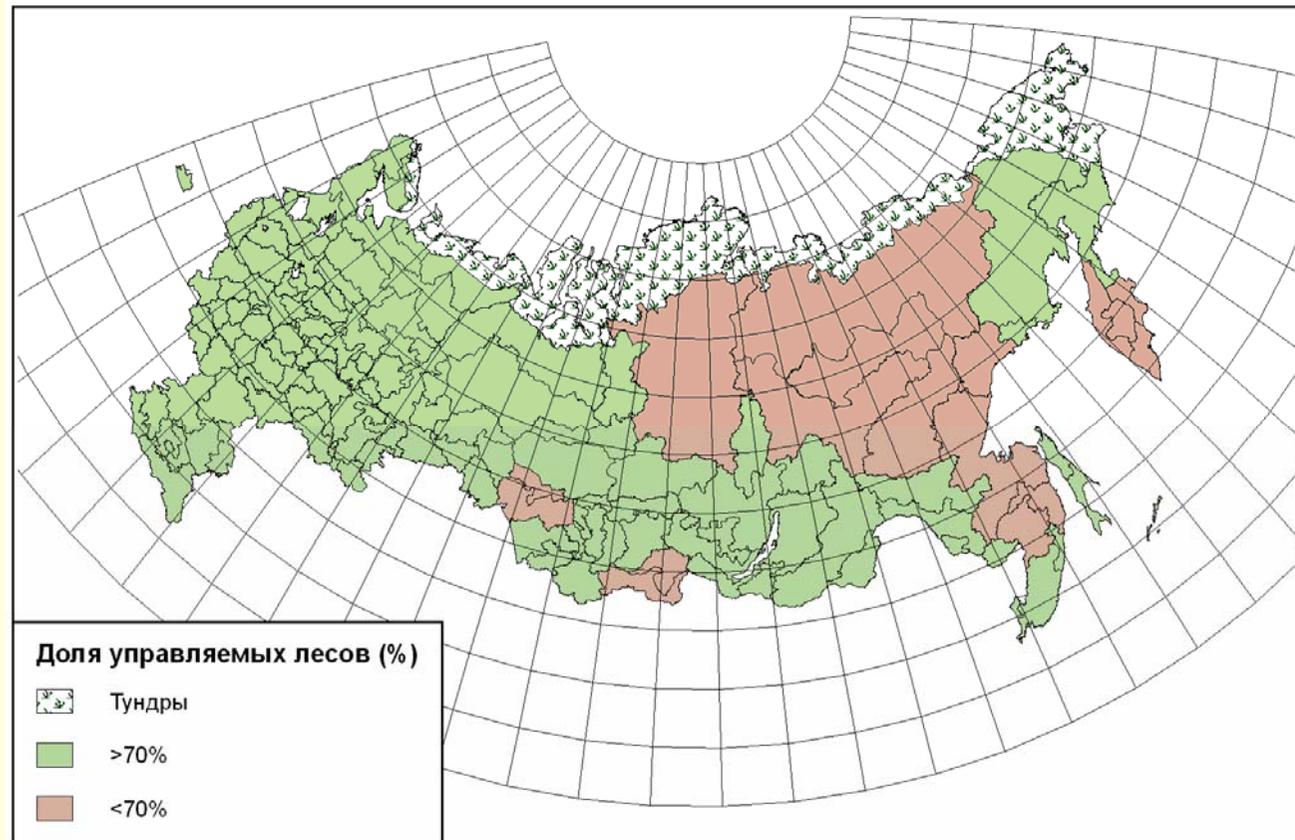
Выдержка из доклада по планированию исследований, май 2005 г.

Поставленные задачи по теме «Бореальные леса и углеродный цикл»

- Создание методических разработок и нормативных материалов для системы учета стоков и источников парниковых газов в лесах России
- Оценка изменений углеродного бюджета лесов России в период 1990-2005 гг.

Критерии выделения управляемых лесов

Управляемыми являются леса Рослесхоза
(за исключением резервных) и леса
национальных парков



Альтернативные подходы МГЭИК к оценке бюджета углерода по пулам фитомассы и мертвой древесины в лесах

1) По балансу потоков

$$\Delta C = \text{прирост} - \text{рубки} - \text{пожары}$$

2) По изменению запасов

$$\Delta C = C_{t2} - C_{t1}$$

Материалы государственного учета лесного фонда – источник данных по динамике площадей и запасов древесины в лесах

Имеющиеся базы данных
учетов лесного фонда

1988

1993

1998

1999

2000

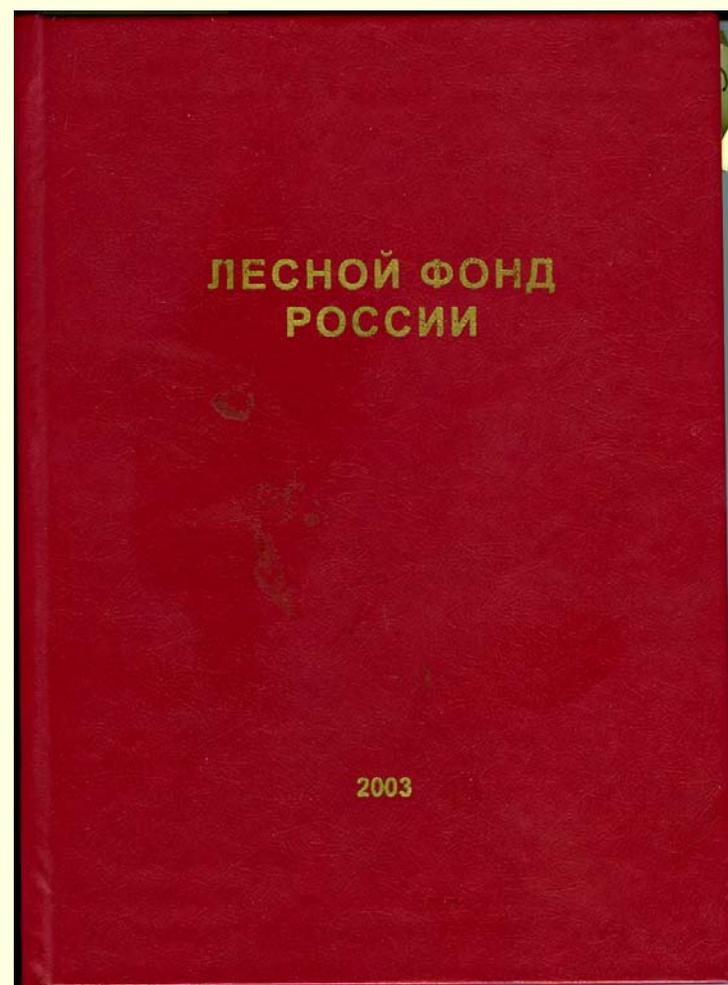
2001

2002

2003

2004

2005



Уравнение МГЭИК для расчета изменения запасов углерода в фитомассе лесов

УРАВНЕНИЕ 3.2.3

ГОДОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ЖИВОЙ БИОМАССЕ НА ЛЕСНЫХ ПЛОЩАДЯХ, ОСТАЮЩИХСЯ ЛЕСНЫМИ ПЛОЩАДЯМИ (МЕТОД РАСЧЕТА ПО ИЗМЕНЕНИЮ ЗАПАСА)

$$\Delta C_{FF_{LB}} = (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1)$$

и

$$C = [V \bullet D \bullet BEF_2] \bullet (1 + R) \bullet CF,$$

где:

$\Delta C_{FF_{LB}}$ = годовое изменение запасов углерода в живой биомассе (включая надземную и подземную биомассу) на лесных площадях, остающихся лесными площадями; тонны С/год,

C_{t_2} = общее количество углерода в биомассе, подсчитанное в момент времени t_2 , тонны С,

C_{t_1} = общее количество углерода в биомассе, подсчитанное в момент времени t_1 , тонны С,

V = товарный объем, м³/га,

D = плотность абсолютно сухой древесины, тонны сухого вещества/м³ товарного объема,

Конверсионные коэффициенты фитомасса/запас (т м⁻³)

Преобладающая порода	Группа возраста			
	молодняки I и II класса возраста	средневозраст ные	приспеваю щие	спелые и перестойные
Сосна	0.866	0.681	0.703	0.673
Ель	1.034	0.750	0.717	0.720
Пихта	0.840	0.615	0.565	0.539
Лиственница	0.880	0.808	0.854	0.853
Кедр	0.783	0.682	0.637	0.899
Дуб высокоствольный	1.232	0.981	0.836	0.956
Дуб низкоствольный	1.591	1.082	1.125	1.273
Прочие твердолиственные	1.248	0.953	0.776	0.872
Береза	0.906	0.828	0.772	0.772
Осина	0.712	0.726	0.669	0.730
Прочие мягколиственные	0.762	0.672	0.667	0.674
Прочие породы	1.248	0.953	0.776	0.872
Кедровый стланик	1.399	1.532	1.665	1.998
Прочие кустарники	0.906	0.906	0.906	0.906

Замолодчиков и др., *Лесная таксация и лесоустройство*, 2003.

Уравнение МГЭИК для расчета изменения запасов углерода в мертвой древесине

УРАВНЕНИЕ 3.2.12
ГОДОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ВАЛЕЖНОЙ ДРЕВЕСИНЕ НА ЛЕСНЫХ ПЛОЩАДЯХ, ОСТАЮЩИХСЯ ЛЕСНЫМИ ПЛОЩАДЯМИ (ВАРИАНТ 2)

$$\Delta C_{FF_{DW}} = [A \bullet (B_{t_2} - B_{t_1}) / T] \bullet CF,$$

где:

$\Delta C_{FF_{DW}}$ = годовое изменение запасов углерода в валежной древесине на лесных площадях, остающихся лесными площадями, тонны C/год,

A = площадь лесов, остающихся лесами, га,

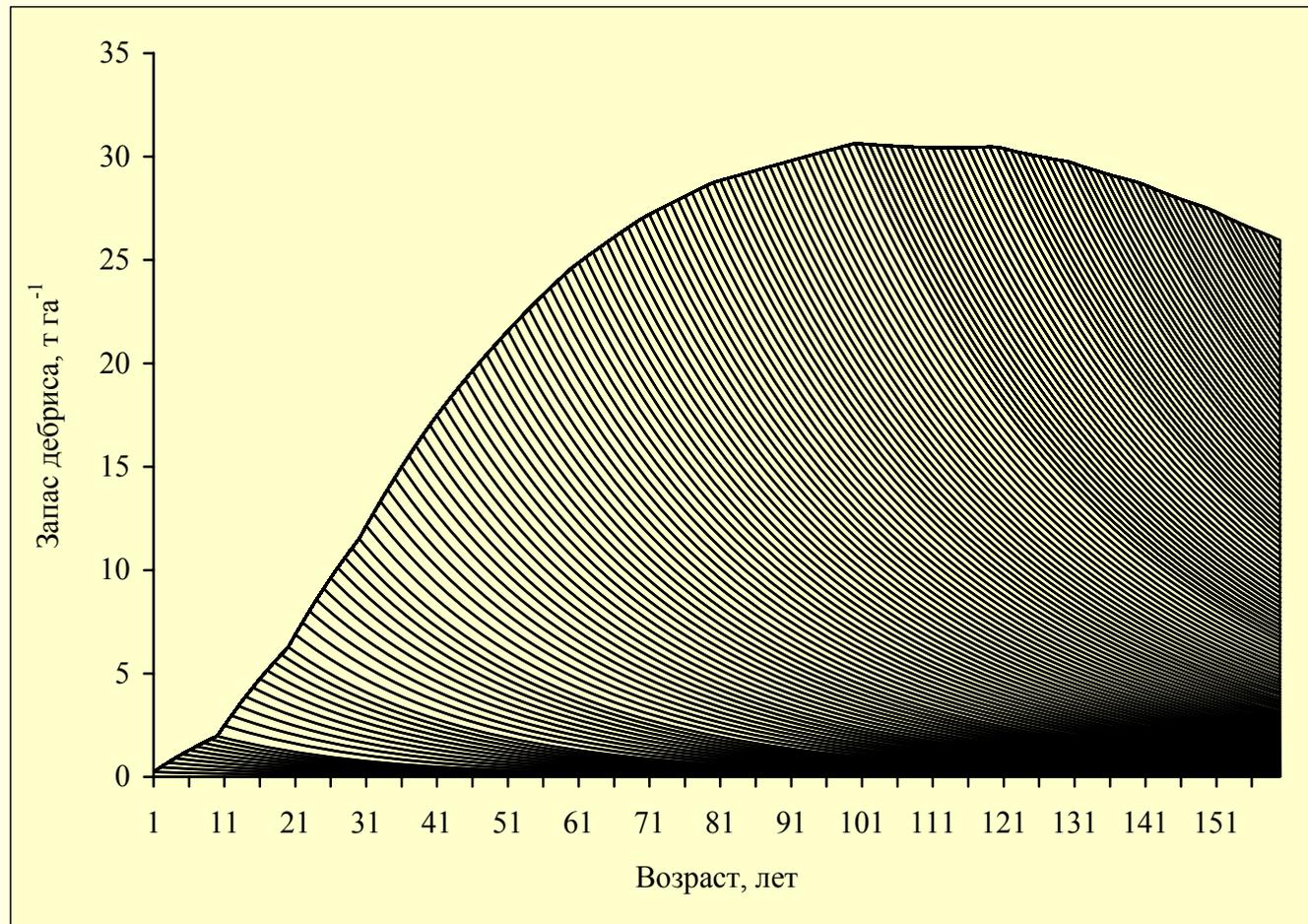
B_{t_1} = количество валежной древесины в момент времени t_1 на управляемых лесных площадях, остающихся лесными площадями, тонны сухого вещества/га,

B_{t_2} = количество валежной древесины в момент времени t_2 (предшествующее время) на управляемых лесных площадях, остающихся лесными площадями, тонны сухого вещества/га,

T = ($t_2 - t_1$) = период времени между второй оценкой количества и первой оценкой количества, годы,

CF = доля углерода в сухом веществе (по умолчанию = 0,5), тонны C/(тонна сухого вещества).

Модель накопления и разложения мертвой древесины в лесах России



Конверсионные коэффициенты мертвая древесина/запас (т м^{-3})

Преобладающая порода	Группа возраста					
	молодняки I класса возраста	молодняки II класса возраста	средне-возрастные	приспевающие	спелые	перестойные
Сосна	0.129	0.183	0.187	0.206	0.189	0.126
Ель	0.062	0.184	0.210	0.261	0.217	0.143
Пихта	0.053	0.152	0.188	0.237	0.202	0.149
Лиственница	0.048	0.099	0.176	0.198	0.193	0.142
Кедр	0.300	0.237	0.125	0.100	0.066	0.075
Дуб высокоствольный	0.146	0.161	0.133	0.145	0.125	0.104
Дуб низкоствольный	0.144	0.200	0.213	0.257	0.278	0.322
Каменная береза	0.103	0.121	0.111	0.088	0.064	0.059
Прочие твердолиственные	0.123	0.124	0.075	0.047	0.017	0.018
Береза	0.040	0.055	0.078	0.055	0.038	0.030
Осина	0.036	0.089	0.088	0.059	0.028	0.020
Прочие мягколиственные	0.030	0.073	0.059	0.058	0.037	0.026
Прочие породы	0.079	0.118	0.070	0.050	0.037	0.052
Кедровый стланик	0.104	0.195	0.347	0.372	0.467	0.427
Прочие кустарники	0.033	0.087	0.087	0.066	0.034	0.026

Замолодчиков, Уткин. *Проблемы лесной фитопатологии и микологии*, 2005.

Уравнение МГЭИК для расчета изменения запасов углерода в подстилке

УРАВНЕНИЕ 3.2.13

ГОДОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ПОДСТИЛКЕ НА ЛЕСНЫХ ПЛОЩАДЯХ, ОСТАЮЩИХСЯ ЛЕСНЫМИ ПЛОЩАДЯМИ

$$\Delta C_{FF_{LT}} = \sum_{ij} [(C_j - C_i) \bullet A_{ij}] / T_{ij},$$

где

$$C_i = LT_{ref(i)} \bullet f_{man\ intensity(i)} \bullet f_{dist\ regime(i)},$$

где:

$\Delta C_{FF_{LT}}$ = годовое изменение запасов углерода, тонны С/год,

C_i = стабильная масса подстилки в предыдущем состоянии i , тонны С/га,

C_j = стабильная масса подстилки в текущем состоянии j , тонны С/га,

A_{ij} = площадь леса, находящегося в процессе перехода из состояния i в состояние j , га,

T_{ij} = период времени перехода из состояния i в состояние j , годы. Период по умолчанию равен 20 годам,

$LT_{ref(i)}$ = эталонная масса подстилки в естественном неуправляемом лесу, соответствующем состоянию i , тонны С/га,

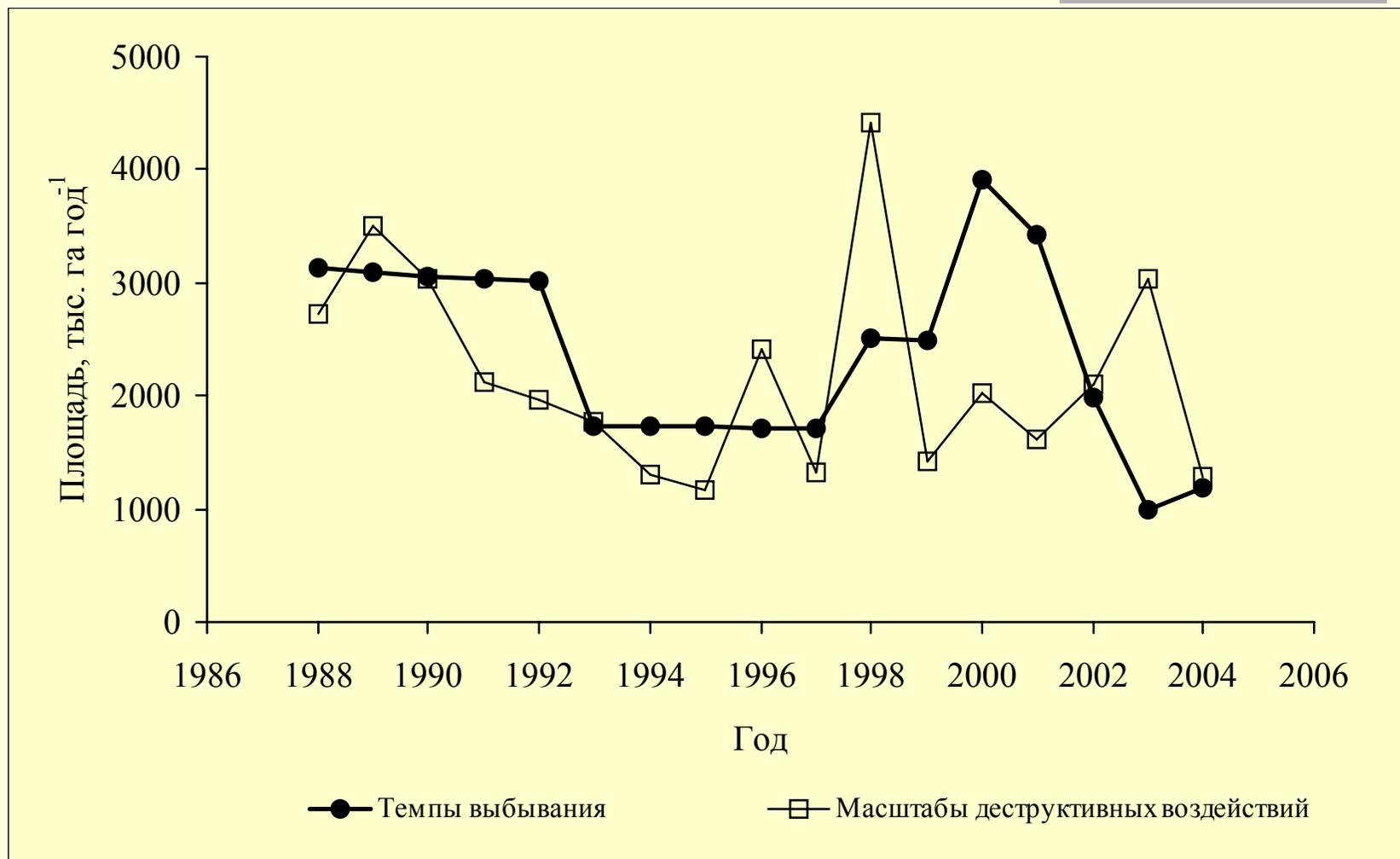
$f_{man\ intensity(i)}$ = поправочный коэффициент, отражающий влияние интенсивности или практики управления на LT_{ref} в состоянии i , безразмерная величина,

$f_{dist\ regime(i)}$ = поправочный коэффициент, отражающий изменение в режиме возмущений в отношении LT_{ref} в состоянии i , безразмерная величина.

Базовые положения расчета характеристик перехода

- Продолжительность перехода к стабильному состоянию подстилки равна 20 годам
- Площади, находящиеся в состоянии перехода к стабильному состоянию подстилки, равны площади молодняков I класса возраста (при продолжительности класса возраста 20 лет) или суммарной площади молодняков (при продолжительности класса возраста 10 лет)
- Площади, ежегодно достигающие стабильного запаса подстилки, составляют $1/20$ от площадей, находящихся в состоянии перехода
- Площади, ежегодно выходящие из стабильного состояния, оцениваются по уравнению земельного баланса

Сравнение расчетных оценок выбывания площадей из стабильного состояния и масштабов деструктивных воздействий (рубки главного пользования, лесные пожары)



Стабильные запасы углерода (т С га⁻¹) подстилки и почвы в лесных насаждениях преобладающих пород (*CLF*, *CSF*) и на не покрытых лесом площадях, образовавшихся на месте насаждений данных преобладающих пород (*CLNF*, *CSNF*)

Преобладающая порода	Подстилка		Почва	
	<i>CLF</i>	<i>CLNF</i>	<i>CSF</i>	<i>CSNF</i>
Сосна	9.0	5.9	86.5	76.0
Ель	10.9	7.1	104.6	91.9
Пихта	5.8	3.8	93.0	81.7
Лиственница	6.9	4.5	94.0	82.6
Кедр	5.3	3.7	148.1	130.1
Каменная береза	5.4	3.5	115.2	101.2
Прочие твердолиственные	5.4	3.5	58.8	51.7
Береза	6.7	4.4	103.0	90.5
Осина	5.1	3.3	77.3	67.9
Прочие мягколиственные	6.7	4.4	66.8	58.7
Прочие породы	5.4	3.5	58.8	51.7
Кедровый стланик	1.0	0.6	154.7	136.0
Прочие кустарники	6.7	4.4	138.9	122.0

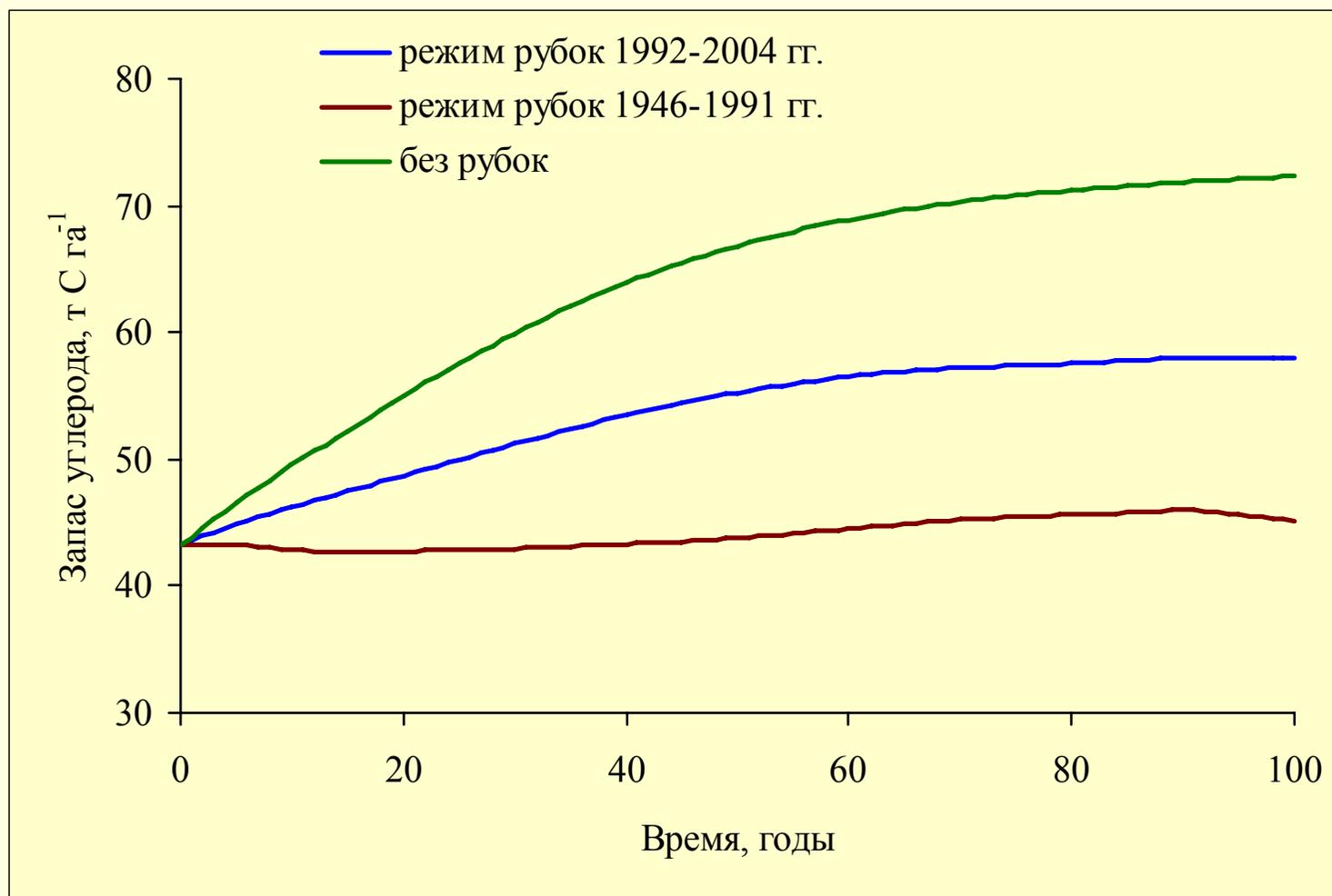
По данным работ Честных и др., *Лесоведение*, 2004, Честных и др., *Лесоведение*, 2007 (в печати)

Углеродный бюджет управляемых лесов Российской Федерации за 1990-2004 гг.

Средняя величина стока углерода 95.7 Мт С год⁻¹



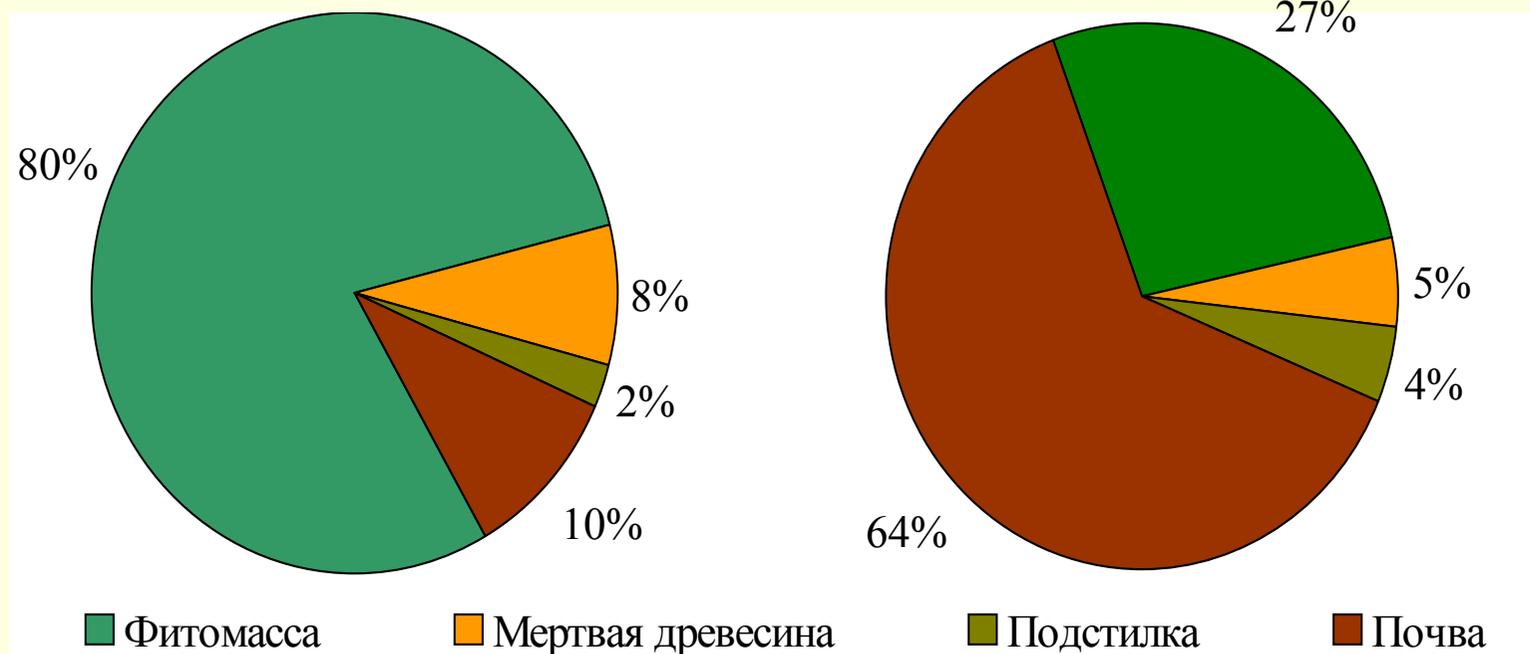
Прогноз динамики запасов углерода в лесах Вологодской области при помощи канадской модели СВМ-CFS



Средний за 1990-2004 гг. вклад различных пулов в общий запас и бюджет углерода управляемых лесов Российской Федерации

Бюджет углерода 95.7 Мт С год⁻¹

Запас углерода 86.7 Гт С

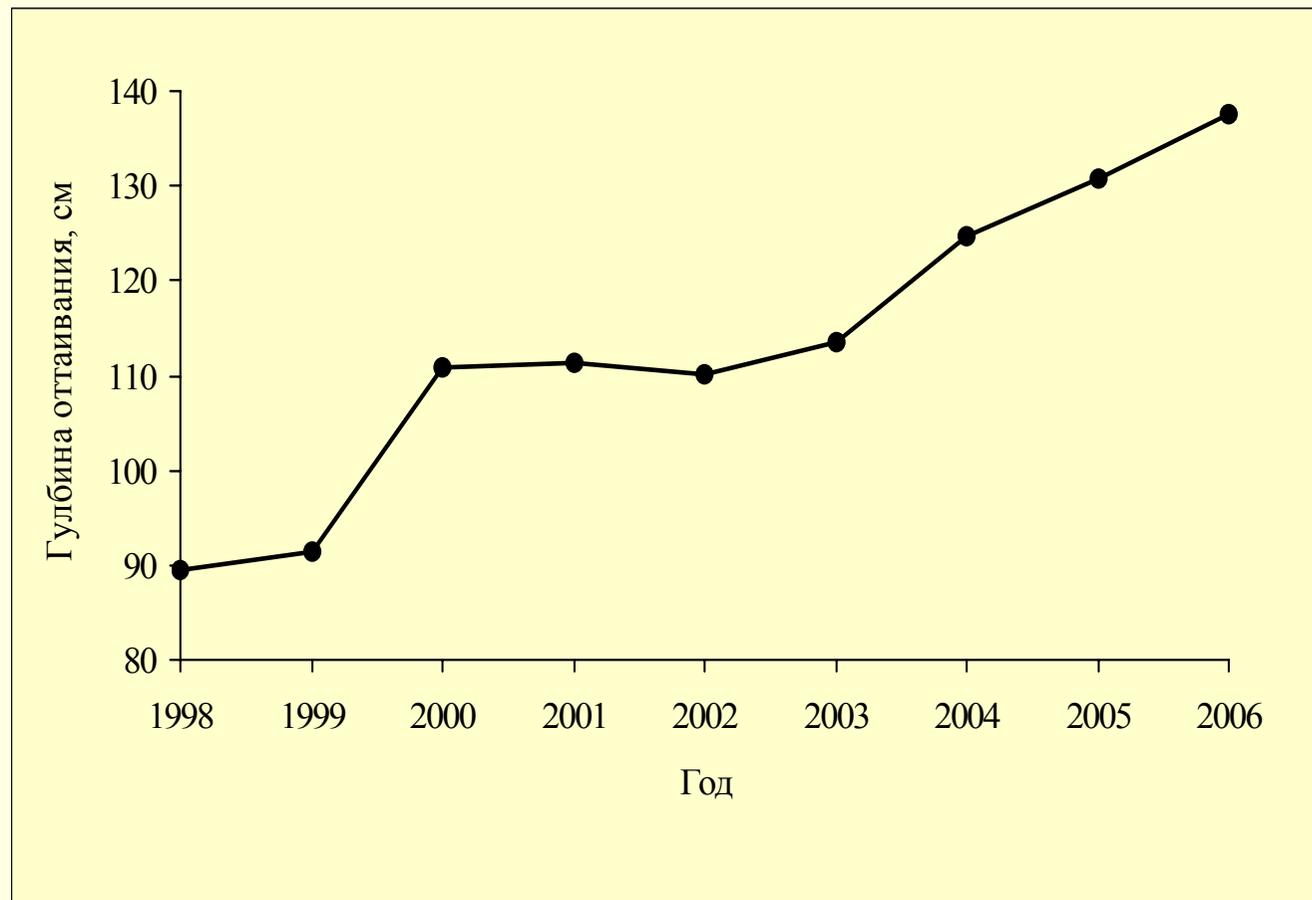


Выдержка из доклада по планированию исследований, май 2005 г.

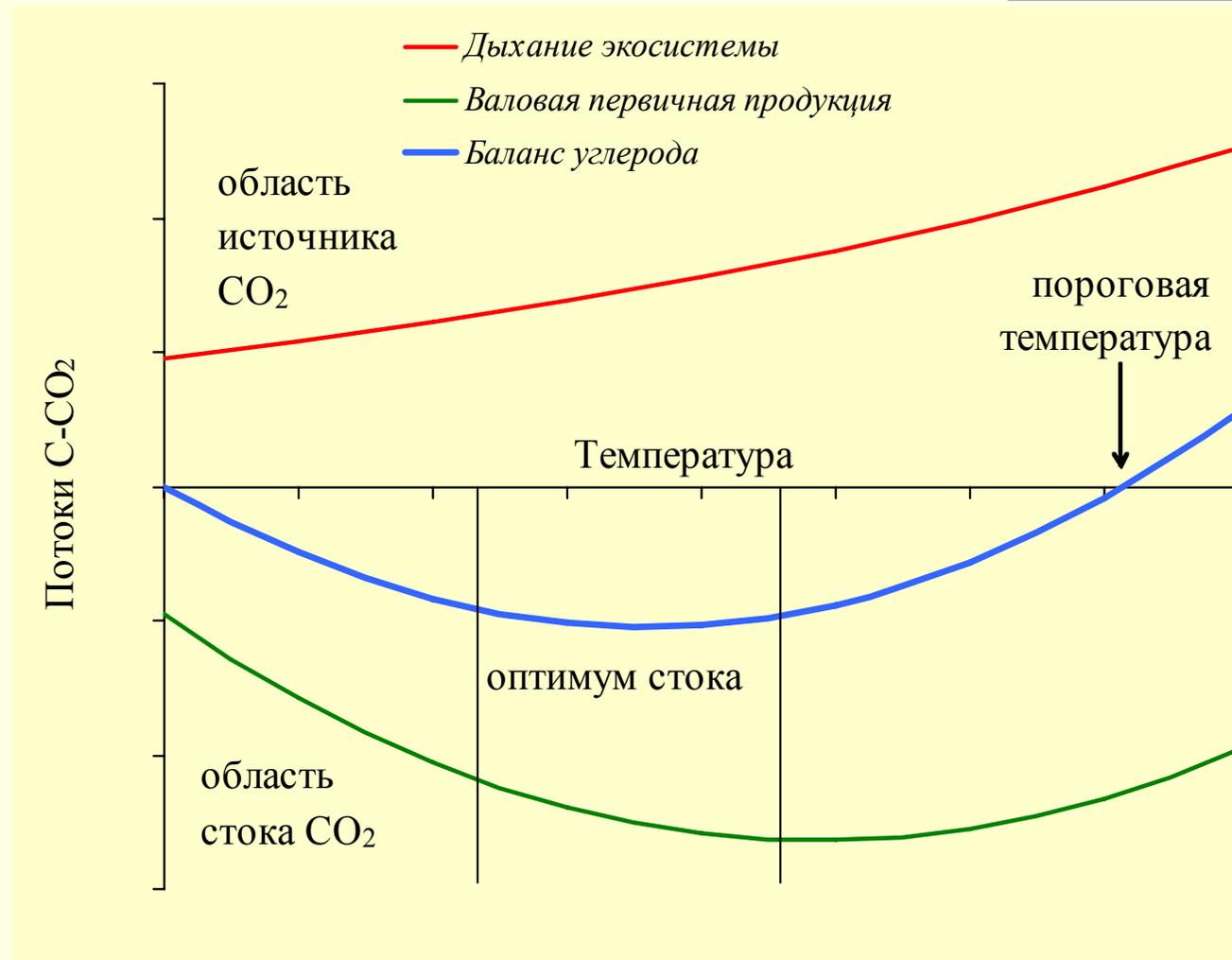
Поставленные задачи по теме «Изучение потоков углерода, воды и энергии в тундровых экосистемах»

- Продолжение экспериментально-полевых наблюдений за динамикой активного слоя почвы и параметрами растительного покрова на стационарах Тальник (район Воркуты) и Лаврентия (Чукотский п-ов)
- Построение модели потоков углекислого газа и энергии с использованием результатов микрометеорологических измерений на стационаре Лаврентия

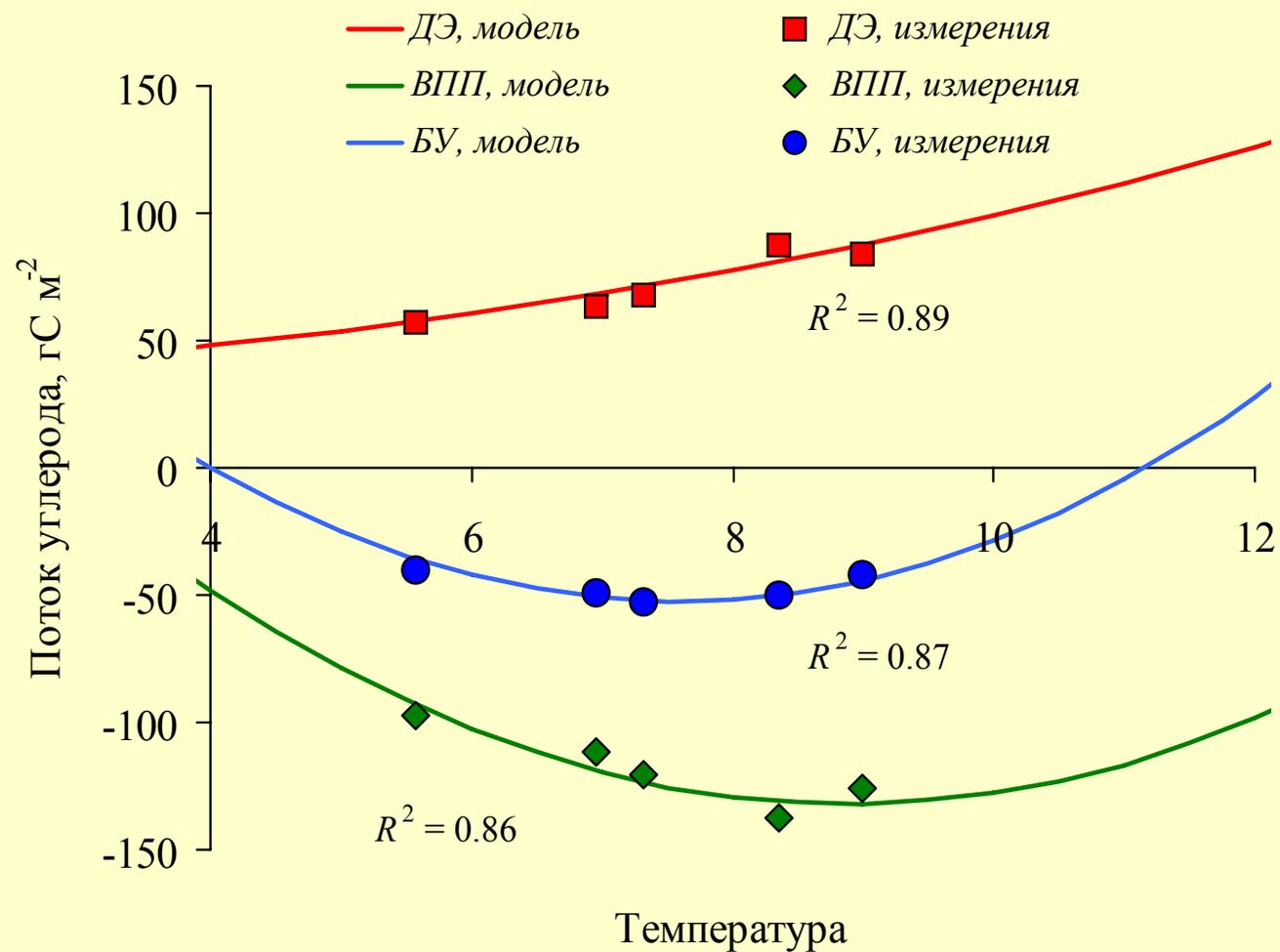
Увеличение глубины оттаивания на станции Тальник



Концептуальная модель влияния температуры на баланс углерода



Сезонный баланс углерода в типичной дальневосточной тундре (стационар Лаврентия)



Задачи, решенные сверх плана

- Оценка бюджета углерода при изменениях землепользования
- Оценка современного состояния биосферного цикла кислорода
- Формирование нормативов лесных платежей с учетом стоимости углерода

Оценка бюджета углерода при изменениях землепользования

предписывается статьей 3.3 Киотского протокола

Оцениваемые процессы:

1. Облесение
2. Лесовозобновление
3. Обезлесивание

Схема распределения по субъектам РФ площадей противоэрозионных насаждений, созданных в период 1990-2004 гг.

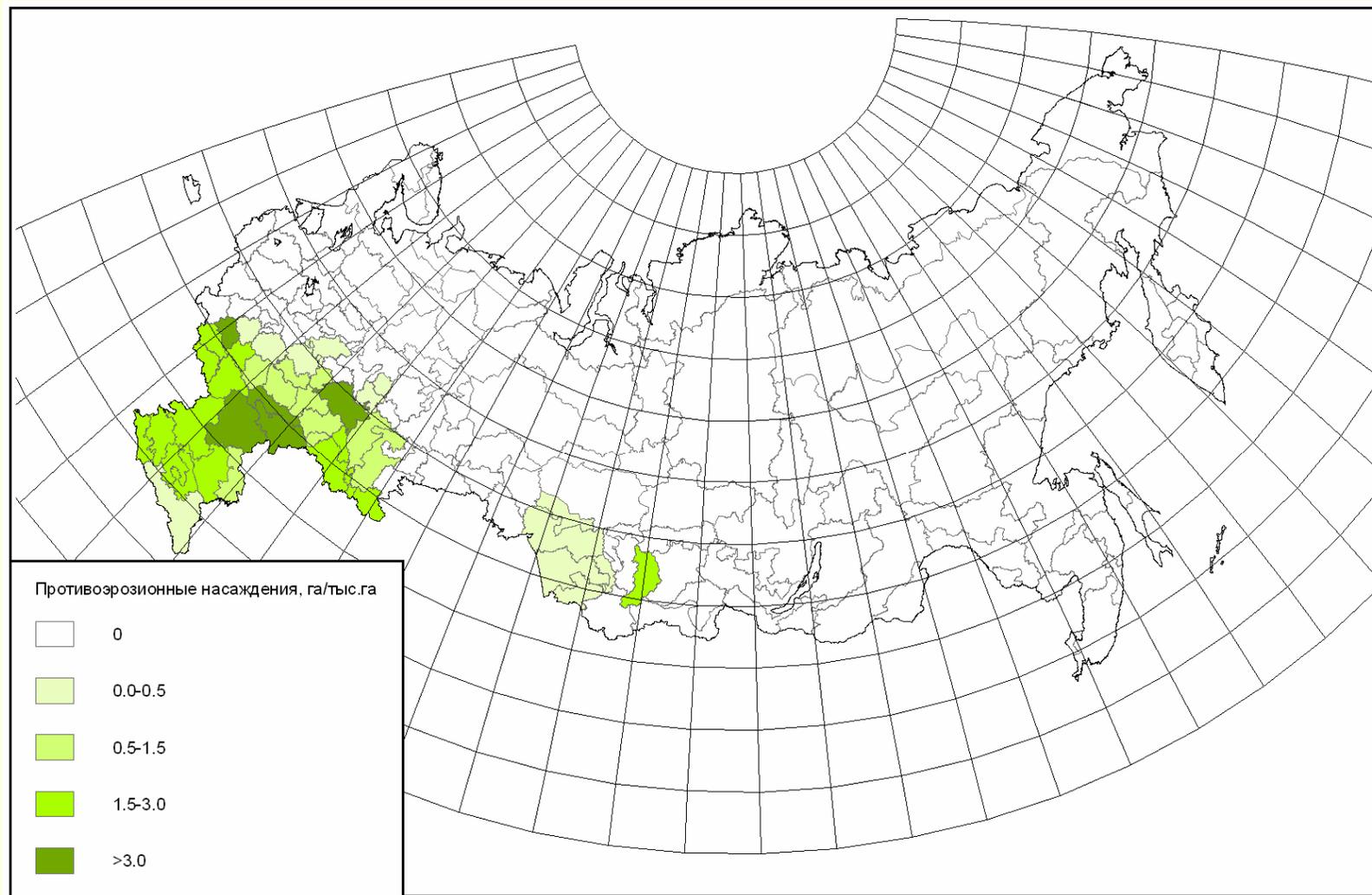
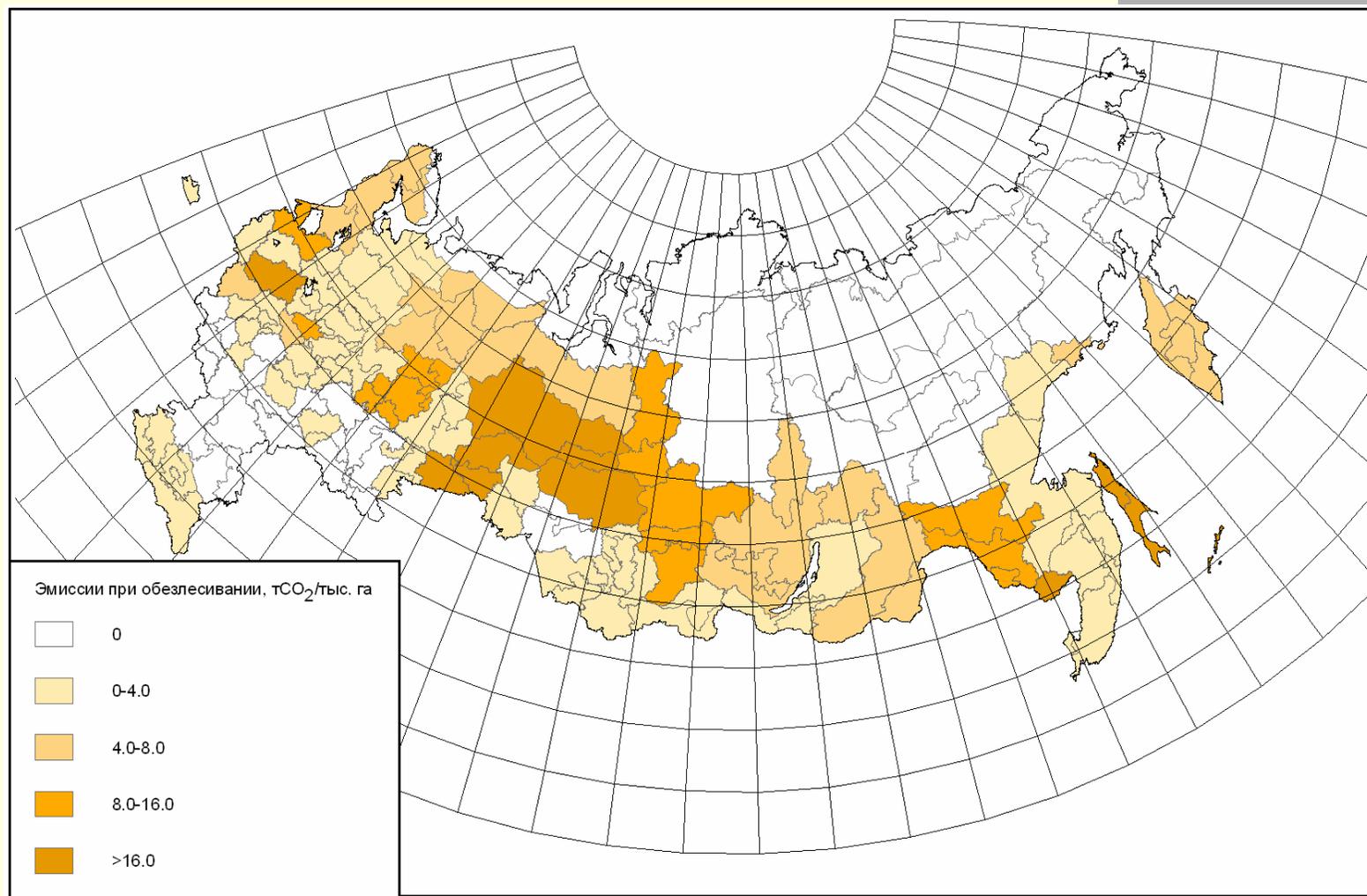
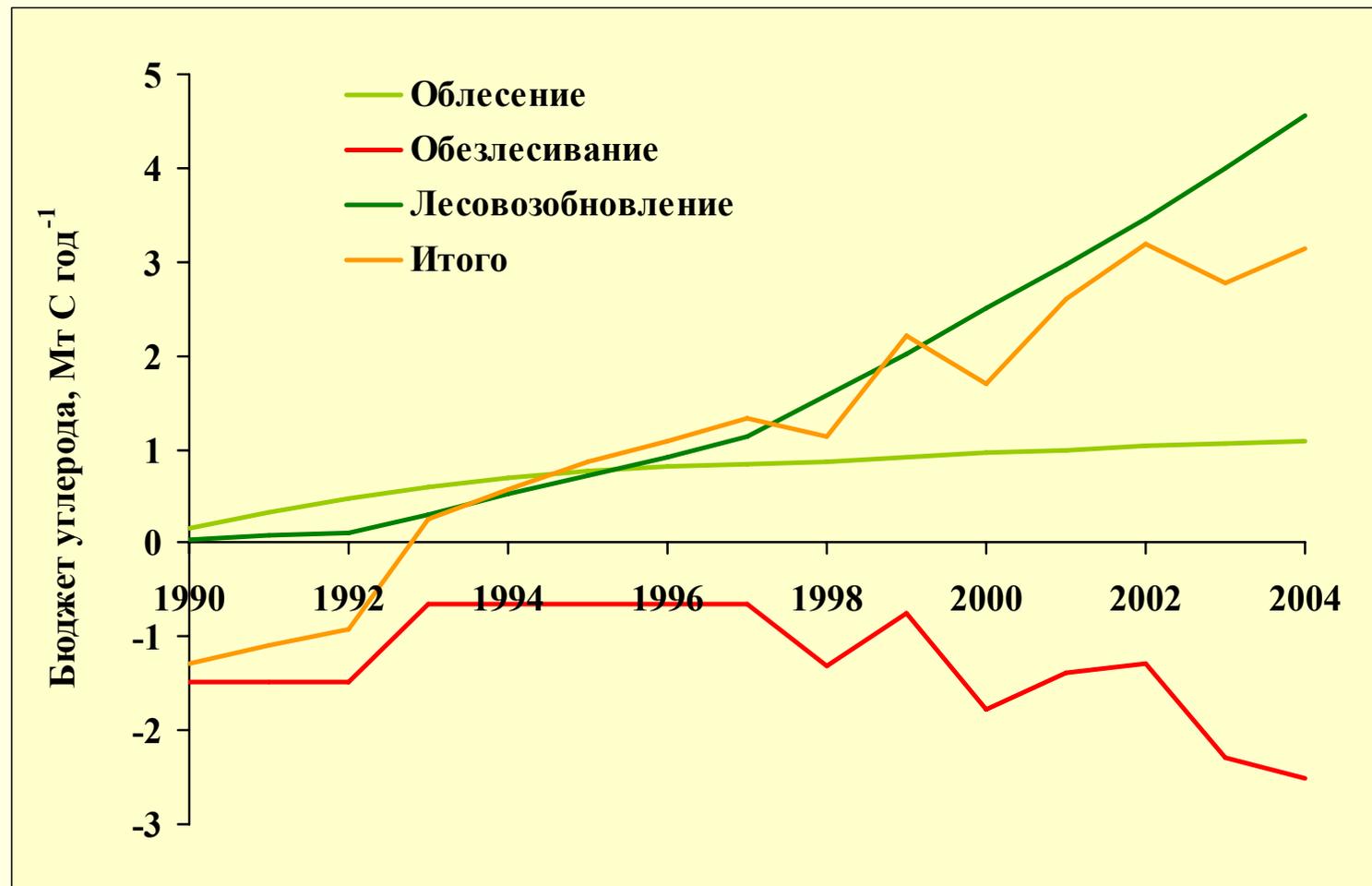


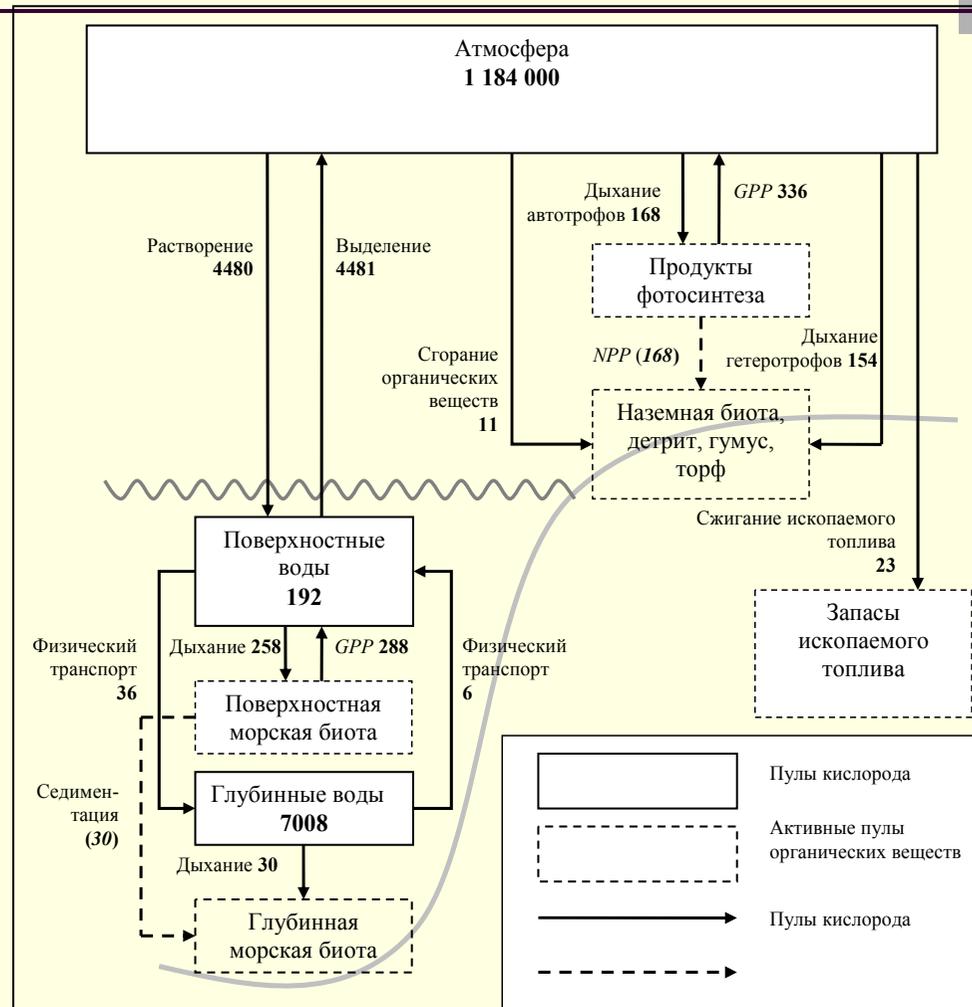
Схема распределения по субъектам РФ величин средних эмиссий от обезлесивания за 2004 г.



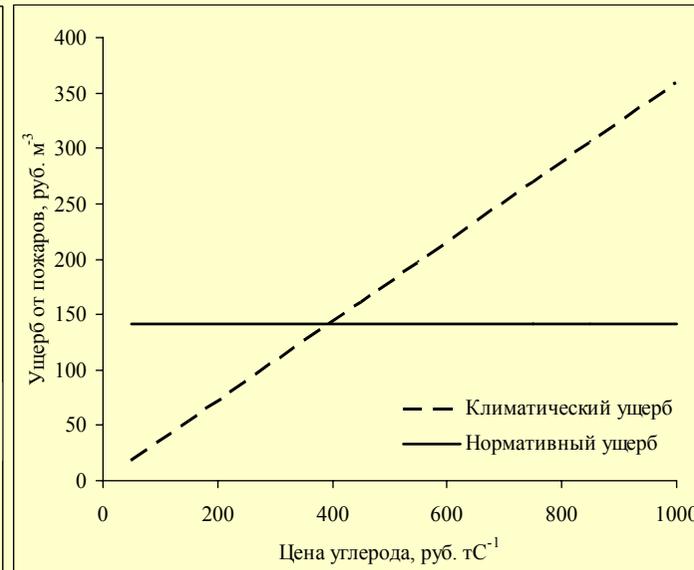
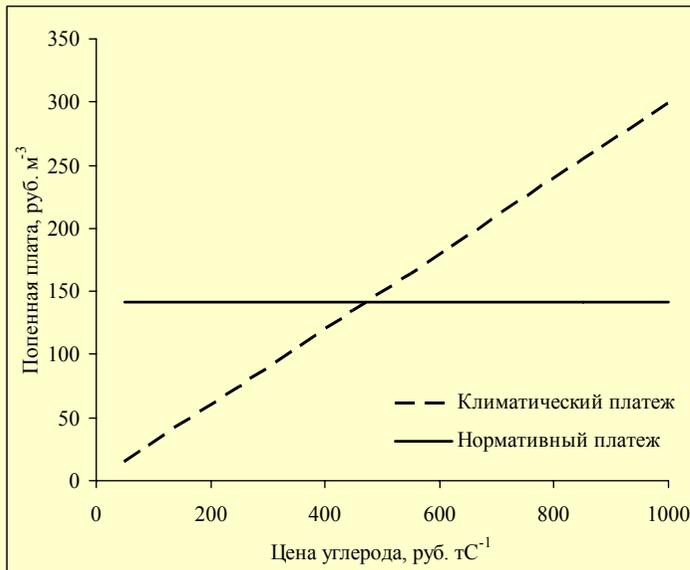
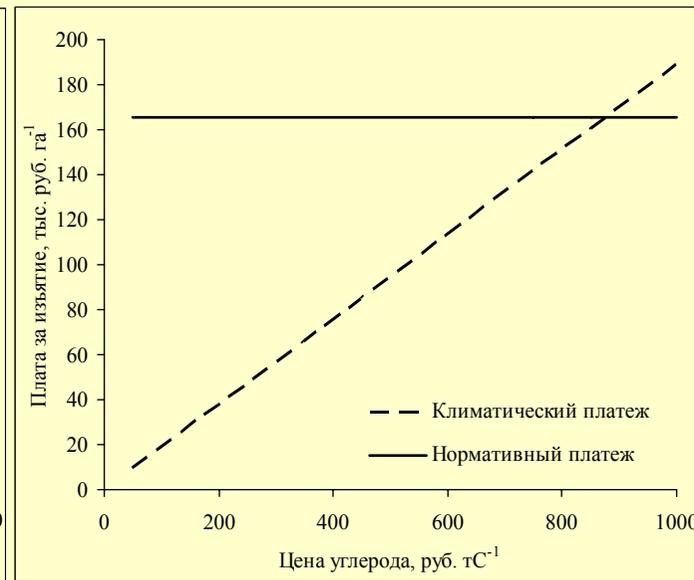
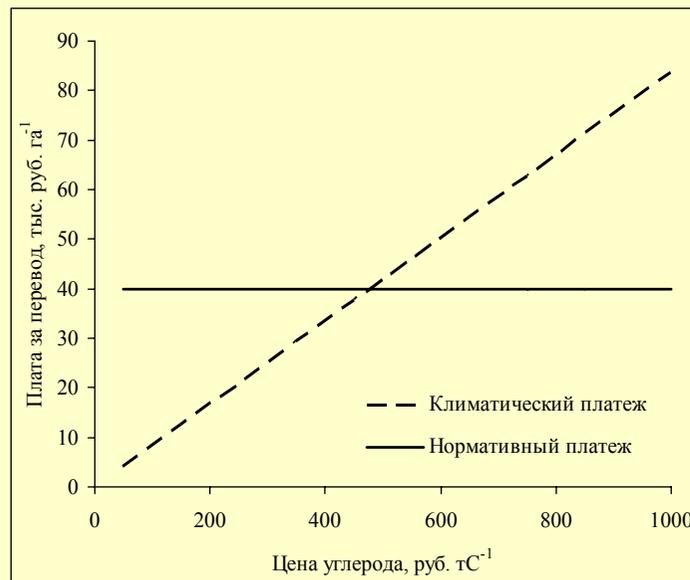
Бюджет углерода в результате облесения, обезлесивания и лесовозобновления в Российской Федерации



Современное состояние биосферного цикла кислорода



Соотношение нормативных и климатических платежей в зависимости от стоимости углерода



Выдержка из доклада по планированию исследований, май 2005 г.

Планируемые публикации

Углеродный бюджет лесов, болот и сельскохозяйственных земель России
(рукопись 170 с.)

Stocks and flows: carbon inventory and mitigation potential of the Russian forest and land base
(рукопись 65 с.)

Эмиссия углерода от разложения крупных древесных остатков в лесах России

Глава в монографию «Круговорот углерода на территории Северной Евразии»
(рукопись 50 с.)

Планируемые публикации

- Кудеяров В.Н., Заварзин Г.А., Благодатский С.А., Борисов А.В., Воронин П.Ю., Демкин В.А., Демкина Т.С., Евдокимов И.В., Замолодчиков Д.Г., Карелин Д.В., Комаров А.С., Курганова И.Н., Ларионова А.А., Лопес де Гереню В.О., Уткин А.И., Чертов О.Г. *Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России*. М.: Наука, 2007. 315 с. – II квартал 2007 г.
- Карелин Д.В., Замолодчиков Д.Г. *Углеродные потоки в криогенных экосистемах*. М.: Наука, 2007. 30 п.л. – III квартал 2007 г.
- Замолодчиков Д.Г., Коровин Г.Н., Гитарский М.Л. *Основы управления бюджетом парниковых газов лесов Российской Федерации*. М.: КМК. 2007. 20 п.л. – III квартал 2007 г.

Вызовы и проблемы

- **Принятие нового Лесного кодекса, изменившего структуру управления и инвентаризации лесов**
- **Отказ Рослесхоза от публикации справочника «Динамика породной и возрастной структуры лесов Министерства природных ресурсов за 1988-2005 гг. с выделением управляемых лесов» (подготовлен макет публикации объемом 694 с.)**
- **Нехватка средств для приобретения оборудования для работ в криолитозоне**

A photograph of a person wearing a green jacket and a hat, standing in a field of flowering shrubs. The person is looking towards the camera. The background shows a vast, open landscape with rolling hills and a body of water under a clear blue sky. A thought bubble is superimposed on the image, containing the text "Облесим Чукотку?".

Облесим
Чукотку?