

Геоинформационный анализ и моделирование геосистемных функций регулирования углеродного баланса горно-таежных лесов Прибайкалья в изменяющейся природной среде

А.К. Черкашин cherk@mail.icc.ru,

С.И.Солодянкина

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН

Интеграционный проект № 50 «Модели изменения биосферы на основе баланса углерода (по натурным и спутниковым данным и с учетом вклада бореальных экосистем)»

Основной научный результат

Разработан алгоритм оценки территории с учетом пространственного и классификационного положения геосистем и их свойств, проведено геоинформационное картографирование показателей углеродного баланса бореальных лесов в условиях отсутствия непосредственного антропогенного влияния и изменения климатических характеристик.

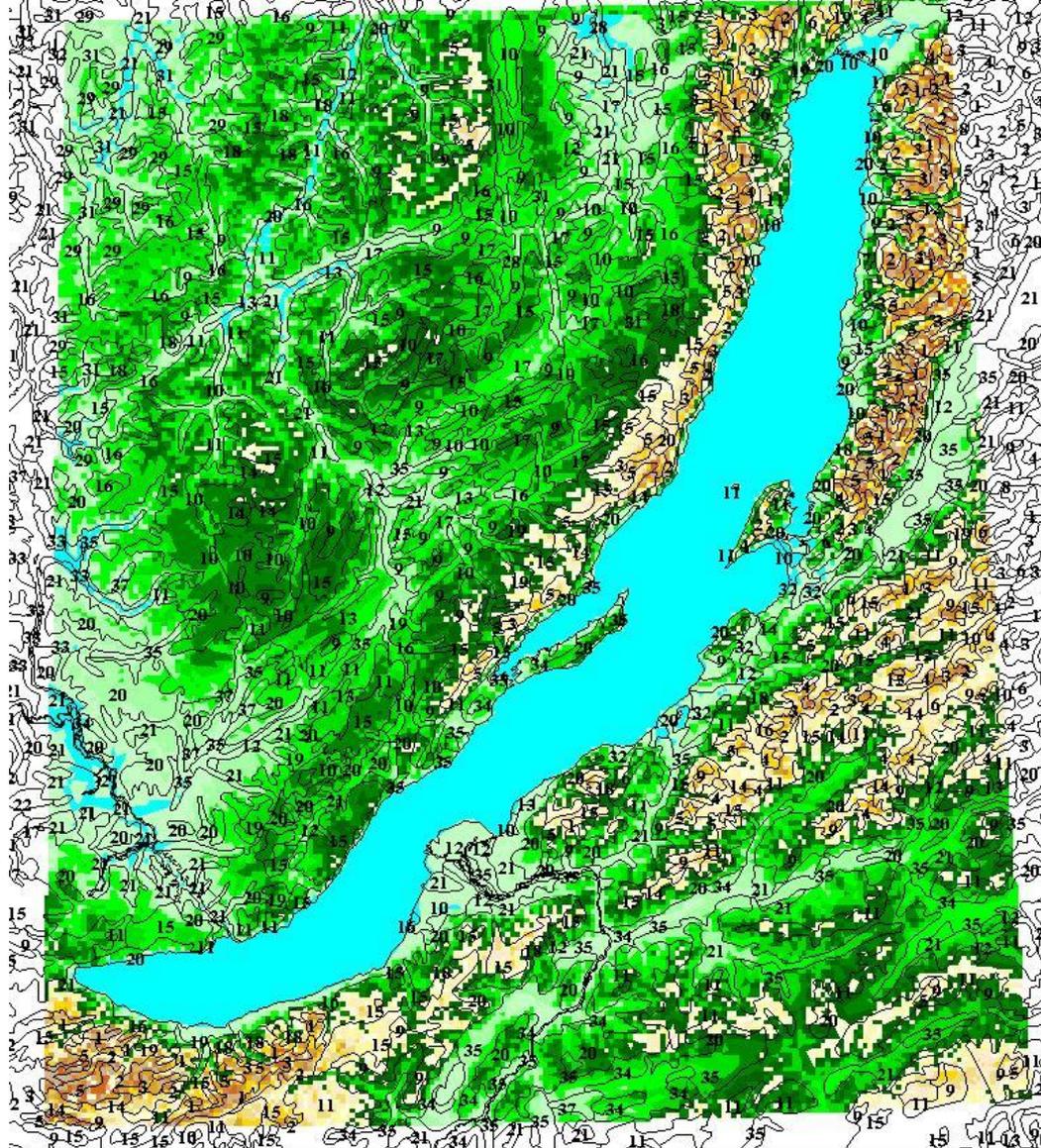
Черкашин А.К., Солодянкина С.В. Геоинформационное моделирование и картографирование углеродного запаса бореальных лесов Прибайкалья // Интеркарто/ИнтерГИС-16. Устойчивое развитие территории: теория ГИС и практический опыт. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. –С.388 – 395

Солодянкина С.В., Черкашин А.К. Геоинформационное прогнозирование изменения геосистемных функций накопления углерода в бореальных лесах юга Восточной Сибири // Тезисы II Международной конференции Геоинформатика: технологии, научные проекты. – Барнаул: ООО «А.Р.Т.», 2010. – С. 93

Солодянкина С.В. Определение количественных показателей ландшафтных функций для обоснования мер компенсации негативного воздействия хозяйственной деятельности // Динамика геосистем и оптимизация природопользования: Материалы международной конференции. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2010. – С. 205-207

Геосистемные функции

- ***функциональная роль и показатели интенсивности процессов функционирования геосистем определенного типа и иерархического уровня на территории***
- ***Свойственные функции геосистем***
- ***Средоформирующая, водорегулирующая, воспроизводственная, поглощающая и т.д.***



Территория исследования - ландшафтное окружение оз. Байкал (участок 258,9 тыс. кв. км; 51°13′ - 56°01′ с.ш., 103°51′ - 109°15′ в.д.)

Использовались ГИС ландшафтной карты (Ландшафты юга Восточной Сибири (карта М 1:1500000) 1977) и цифровая карта рельефа - производная от SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)

— границы геомов

Высоты

>0
0-100
100-200
200-300

300-400
400-500
500-600
600-700
700-800

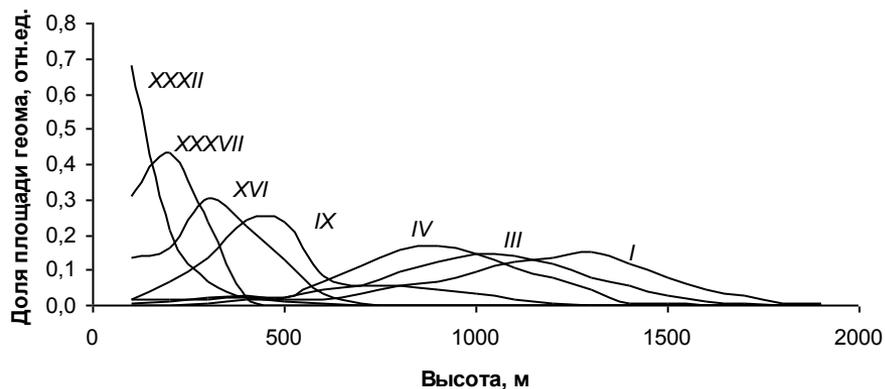
800-900
900-1000
1000-1100
1100-1200
1200-1300
1300-1400

1400-1500
1500-1600
1600-1700
1700-1800
1800-1900
1900-2000

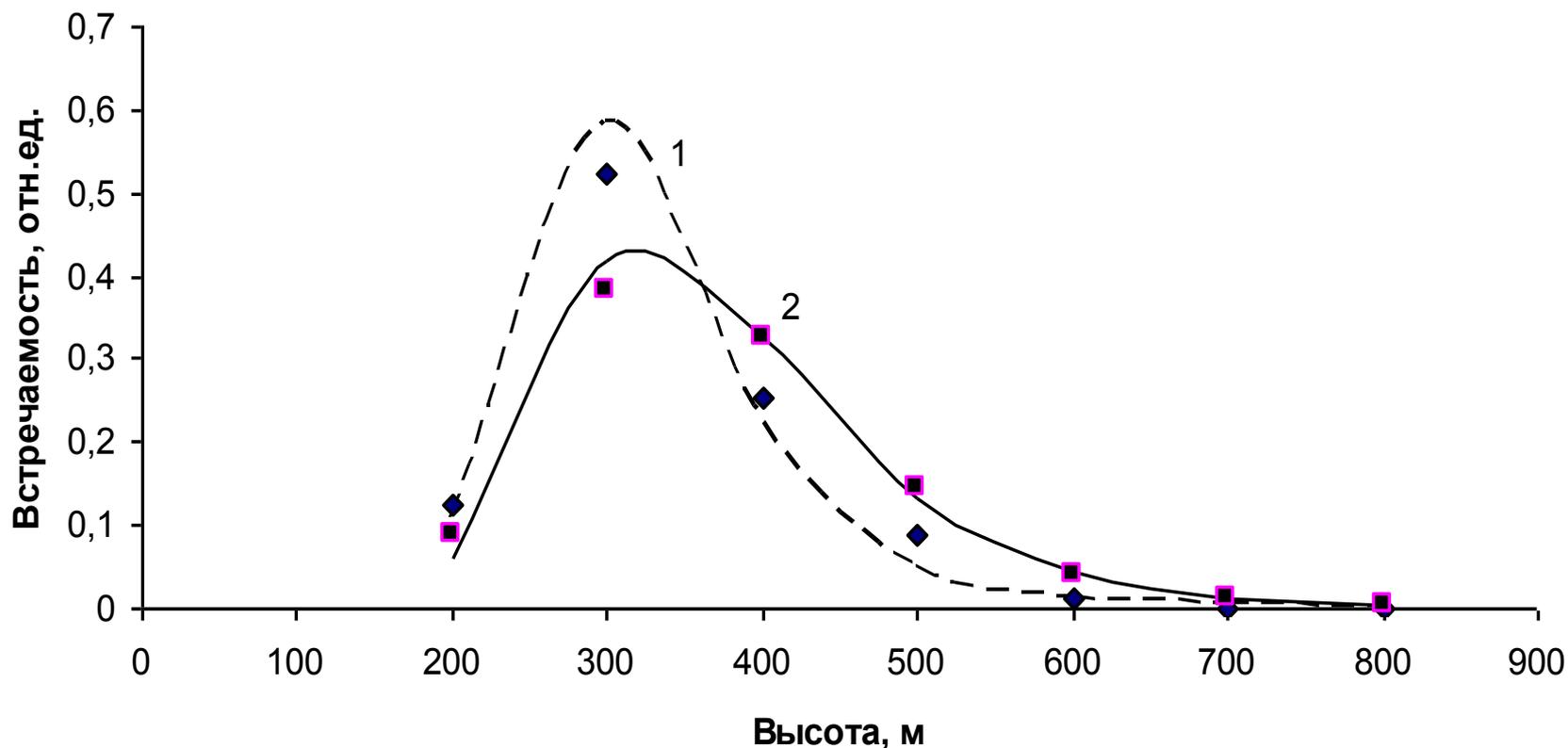
90 0 90 180 Kilometers

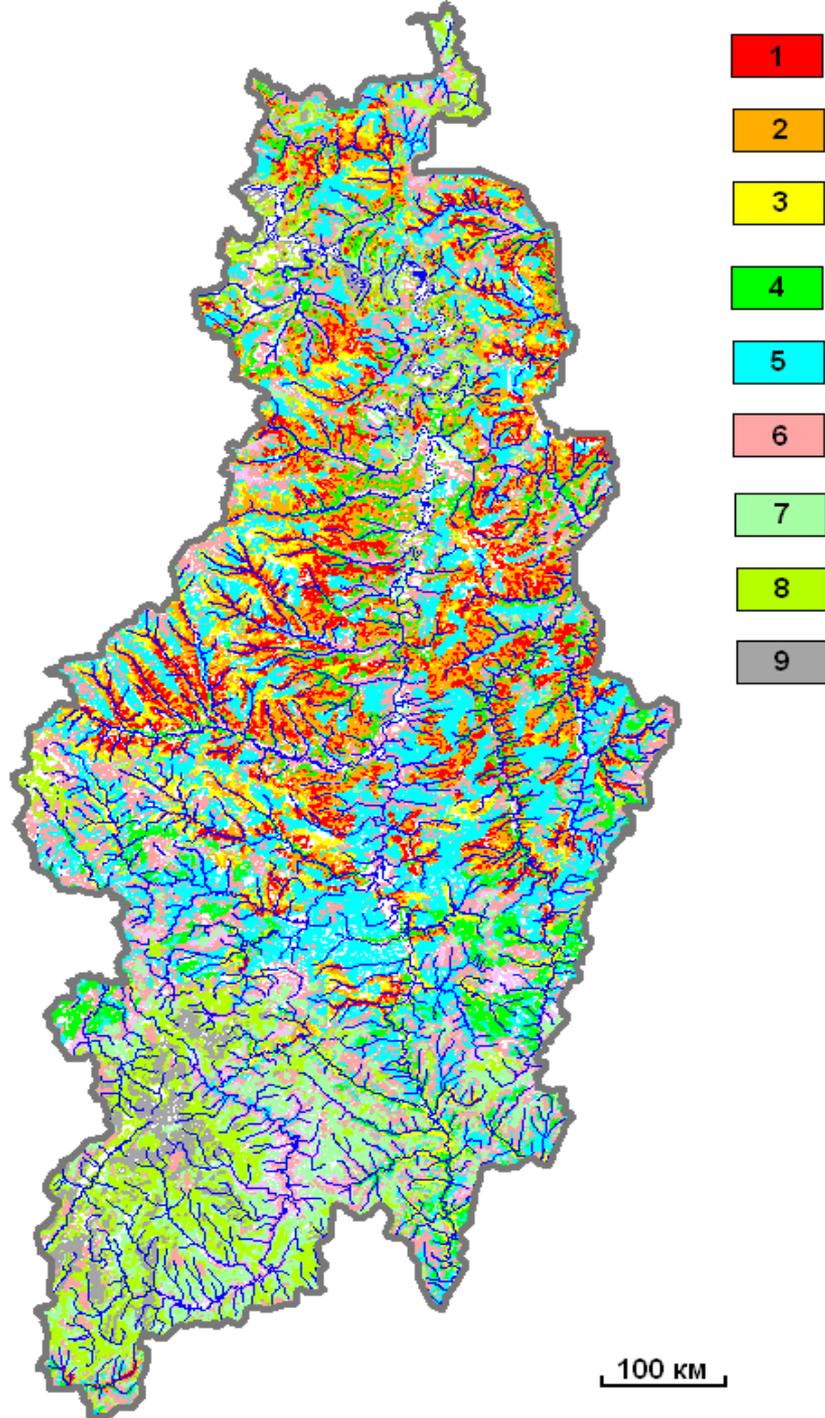


Для решения задач типизации и идентификации геосистем создавались и проверялись функциональные модели связи географических характеристик от влияния комплексных характеристик местоположения. Уточнен вид этих моделей и доказано их подобие (гомология и гомотопия), что позволяет трансформировать одни кривые связи в другие с учетом специфики местоположения.



Распределение местоположений (1) и случаев возникновения пожаров (2) по высоте участков местности в Катангском районе. Точки – наблюдаемые значения (в расчете на 100 м высоты), линии – аппроксимации функциями.



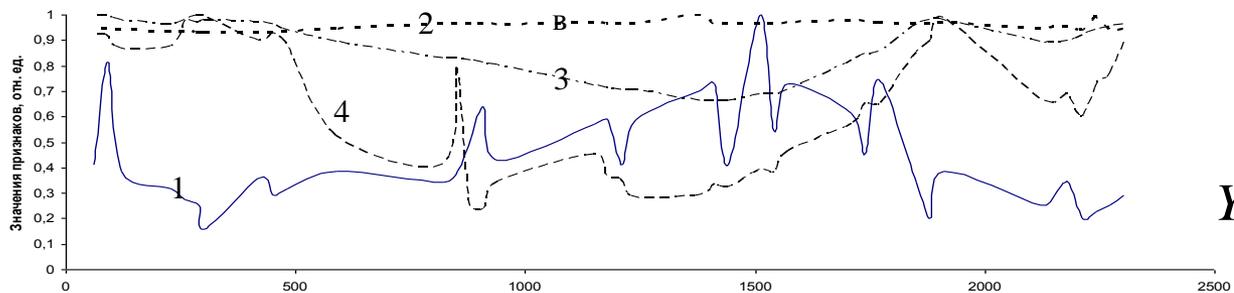


Оценка риска возникновения лесного пожара на территории Катангского района

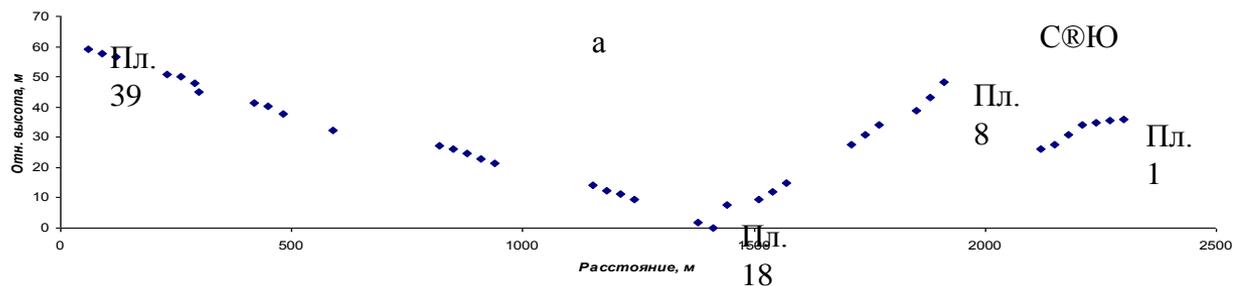
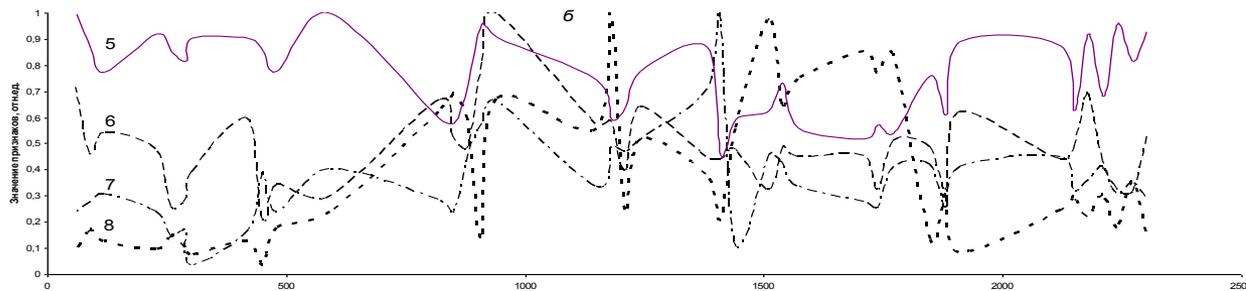
1 – 4,16-4,68 т/га; **2** – 3,64-4,15 т/га; **3** – 3,12-3,63 т/га;
4 – 2,56-3,11 т/га; **5** – 2,08-2,55 т/га; **6** – 1,56-2,07 т/га;
7 – 1,04-1,55 т/га; **8** – 0,52-1,03 т/га; **9** – 0,00-0,51 т/га.

100 км

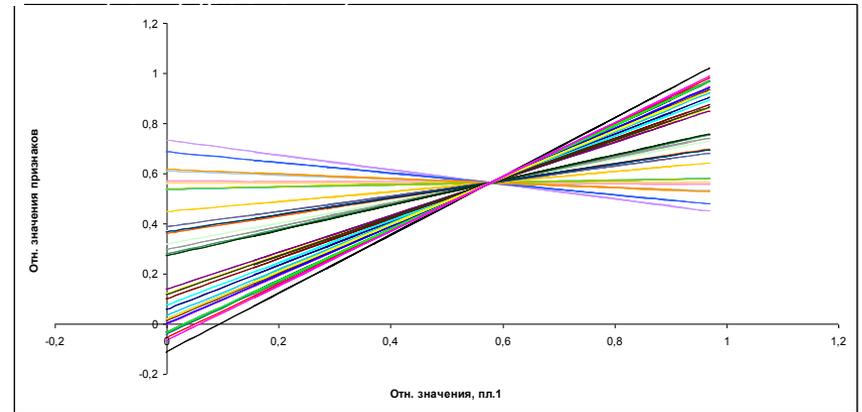
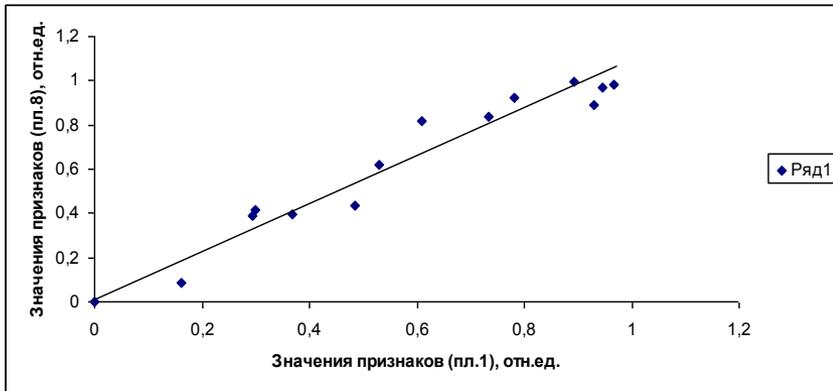
Исходные данные по пробным площадям полигон-трансекта Приангарского таежного стационара (в относительных единицах)



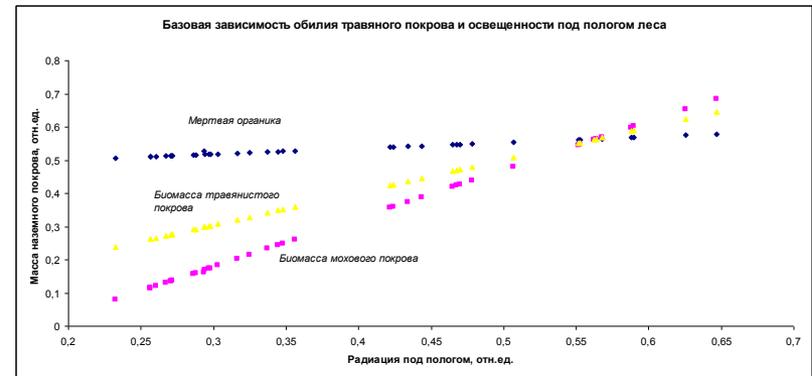
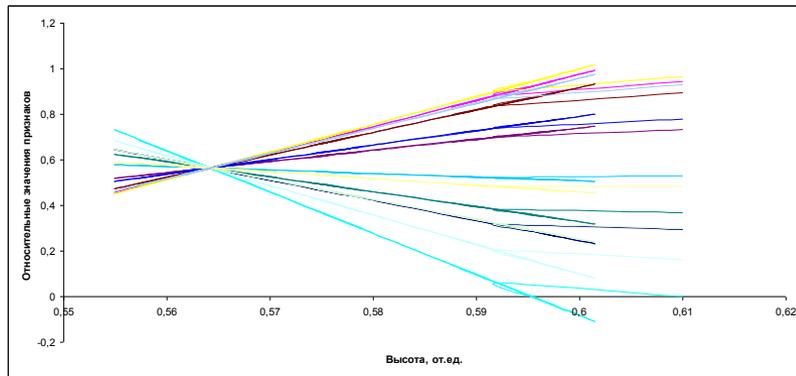
$$Y_{ij}(t, \xi) = X_{ij}(t, \xi) / X_{mi}$$

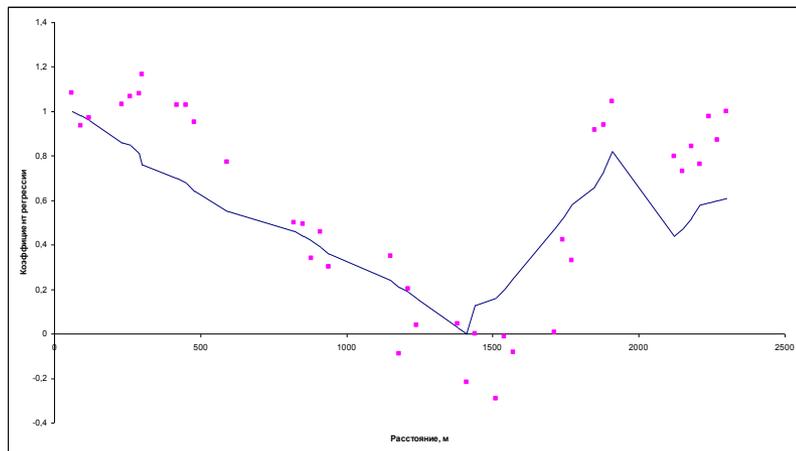
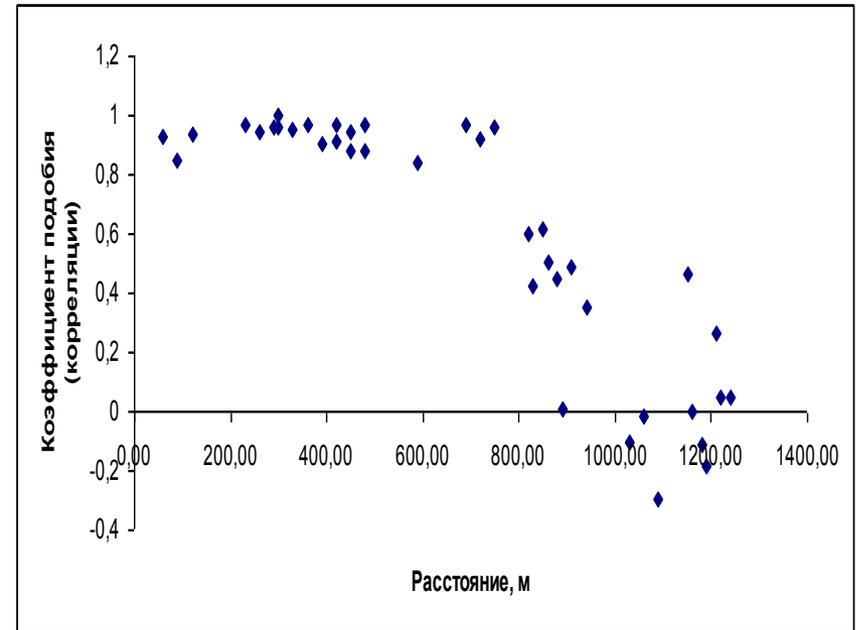
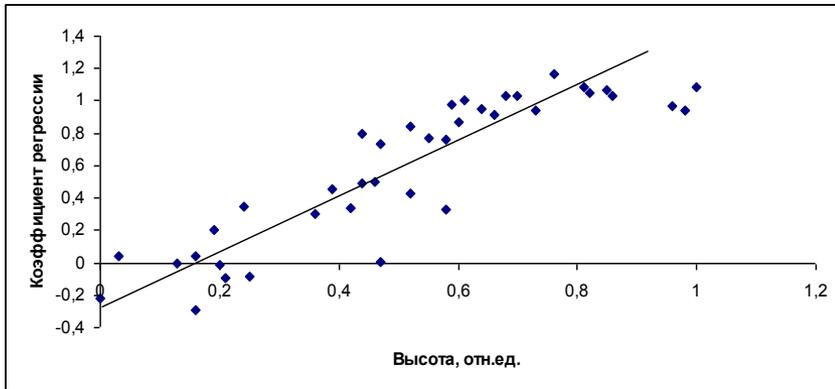


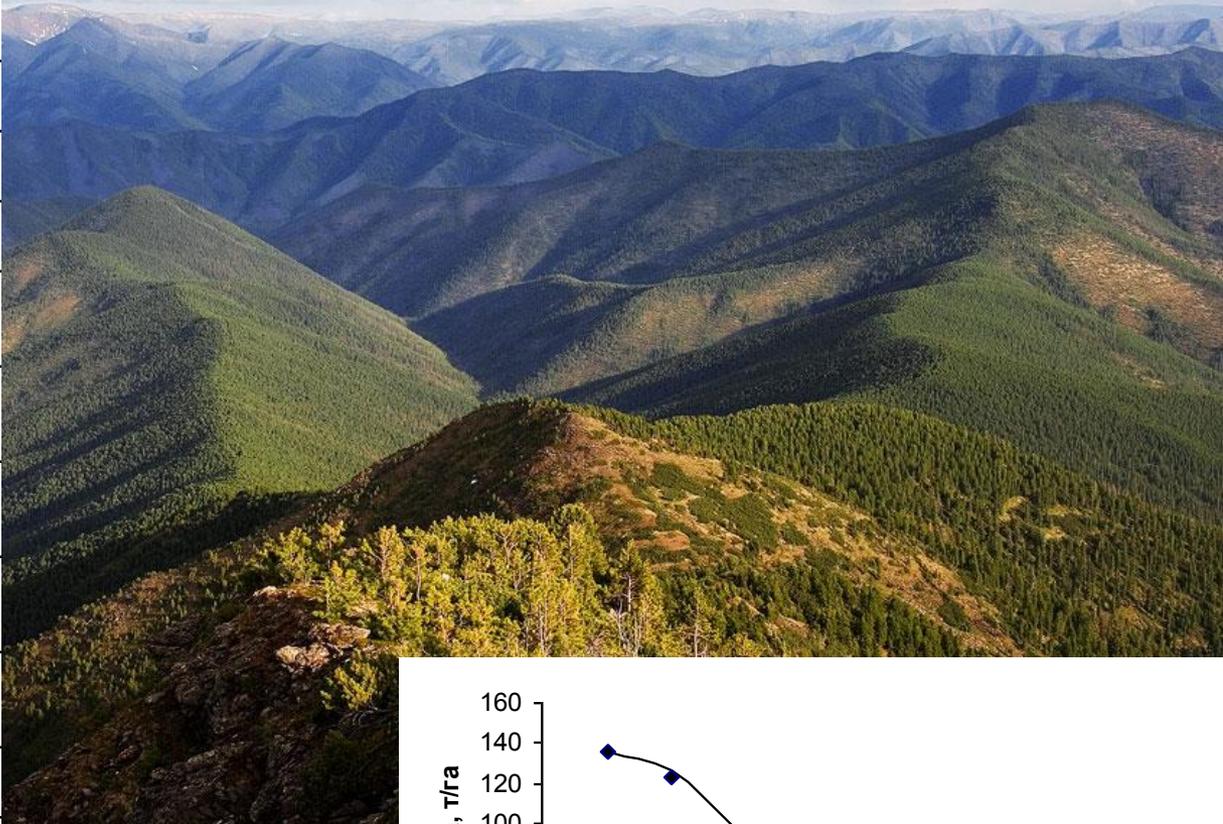
$$Y_{ij} = a_j Y_i + b_j$$

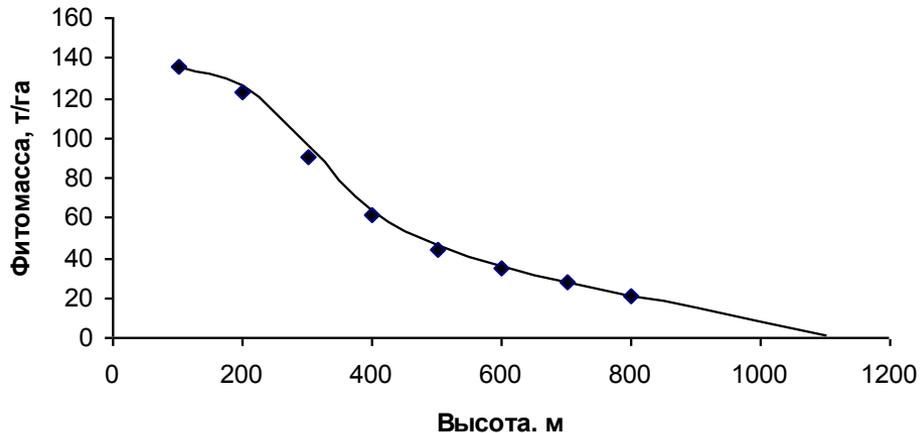


$$Y_{ij} - Y_{02} = a_j (Y_i - Y_{01})$$





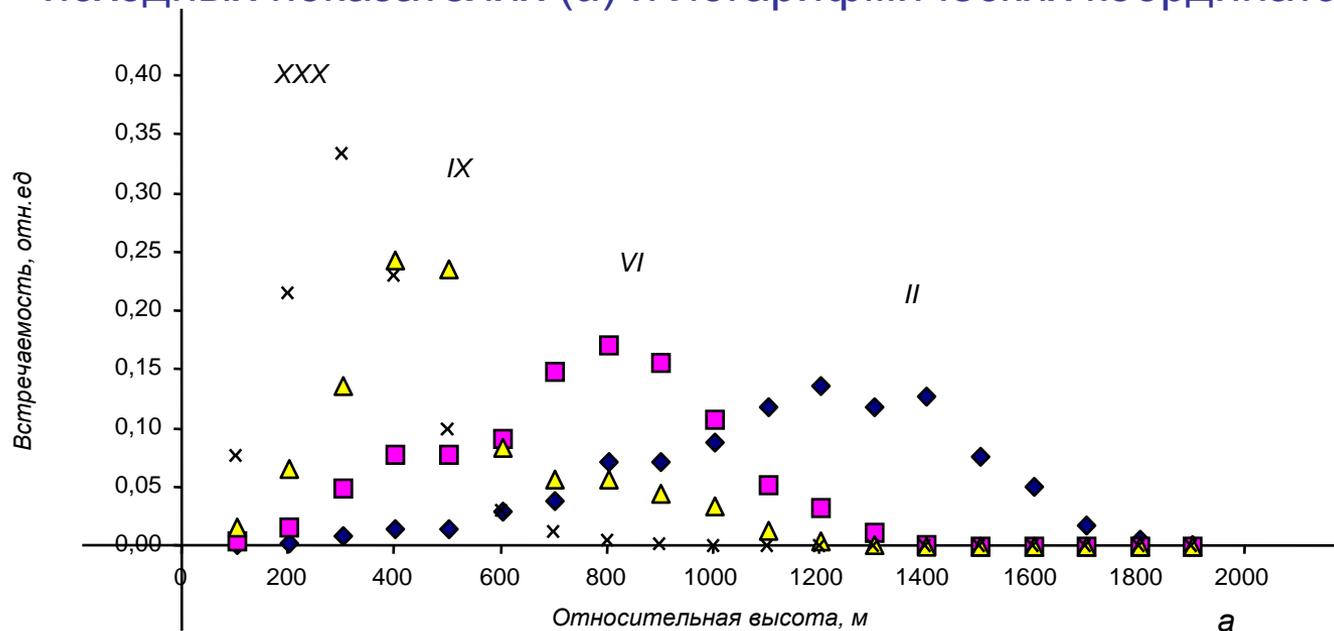
№ геоба	Геомы и потенциальная растительность	1	2	3	4
I	Гольцовые альпинотипные (альпийские формации)	2,0	1300	15,3	16,8
		2,4	1200	13,6	12,8
		1,8	1000	14,9	26,5
	редколесья)	1,0	900	17,1	39,1
		2,0	1000	14,4	71,5
	ничные и	0,4	800	17,1	156
	тия	0,1	500	14,2	111
	тия (еловые	0,1	1100	22,6	66,7
	ичные и	8,4	400	24,4	176
		я	3,6	200	14,5
		9,7	500	14,2	197
XII	Подгорные и межгор (подгорно-котловинные)	1,7	100	57,2	152
XIII	Подгорные подтаежные	1,2	400	31,6	111,5
XIV	Горнотаежные темные леса)	1,1	800	23,5	98
XV	Горнотаежные темные	19,0	500	25,4	131



XVI	Подгорные и межгорных понижений таежные темнохвойные ограниченного развития (горнотаежные темнохвойные)	4,6	400	21,8	66,7
XVII	Подгорные и межгорных понижений таежные кедрово-лиственничные ограниченного развития (болотная растительность, ерники с кедром и лиственницей)	3,0	300	30,6	73,9
XVIII	Горнотаежные темнохвойные оптимального развития (горнотаежные темнохвойные леса)	2,2	400	20,7	117,3
XIX	Подгорные и межгорных понижений таежные темнохвойные оптимального развития (темнохвойные леса)	1,1	300	24,8	107,5
XX	Горнотаежные сосновые (сосновые и лиственнично-сосновые леса)	16,0	400	20,9	149,2
XXI	Подгорные подтаежные сосновые (сосновые и лиственнично-сосновые леса)	6,8	100	38,3	159
XXVIII	Среднетаежные лиственничные на равнинах (лиственничные леса)	0,2	300	42,6	153
XXIX	Южнотаежные темнохвойные возвышенностей (темнохвойные леса)	2,3	200	44,7	102,1
XXXI	Сосновые боровые равнин и долин олиготрофно-ксеро-мезофитного режима (подтаежные сосновые и лиственнично-сосновые леса)	1,6	200	39,2	79
XXXII	Подтаежные на приподнятых равнинах и плато лиственничные и сосновые (лиственничные и сосновые леса)	0,4	100	68,4	173
XXXIII	Подгорных равнин лугово-степные разнотравно-крупнозлаковые (лугово-степные разнотравно-крупнозлаковые)	0,2	100	81,7	7,4
XXXIV	Склоновые остепненно-луговые мелкозлаково-кобрезиевые (остепненно-луговые мелкозлаково-кобрезиевые)	1,7	300	33,4	7,1
XXXV	Днищ котловин (подгорные) крупнозлаковые ковыльно-житняковые (крупнозлаковые ковыльно-житняковые)	5,0	200	29,6	6,3
XXXVII	Плакорные разнотравно-тырсовые (разнотравно-тырсовые)	0,4	200	43,2	5,8

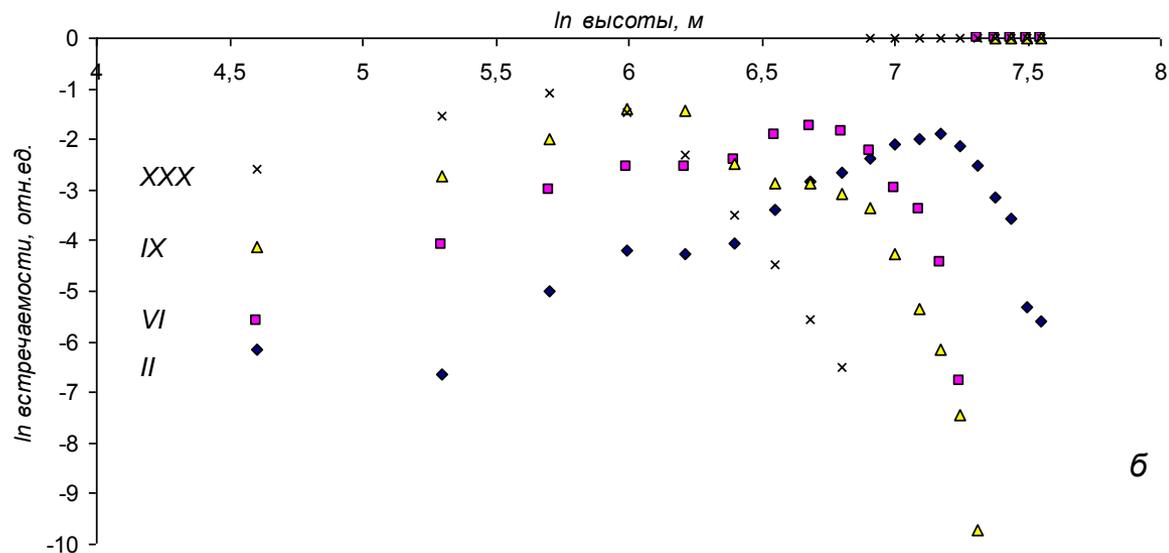
Обозначения: 1 – доля площади геомов на территории исследования, %; 2 - модальная высота расположения геомов, м; 3 - модальная частота встречаемости геомов (%); 4 – фитомасса растительного покрова, т/га.

Распределение площади геомов Прибайкалья по градиентам высоты в исходных показателях (а) и логарифмических координатах (б).

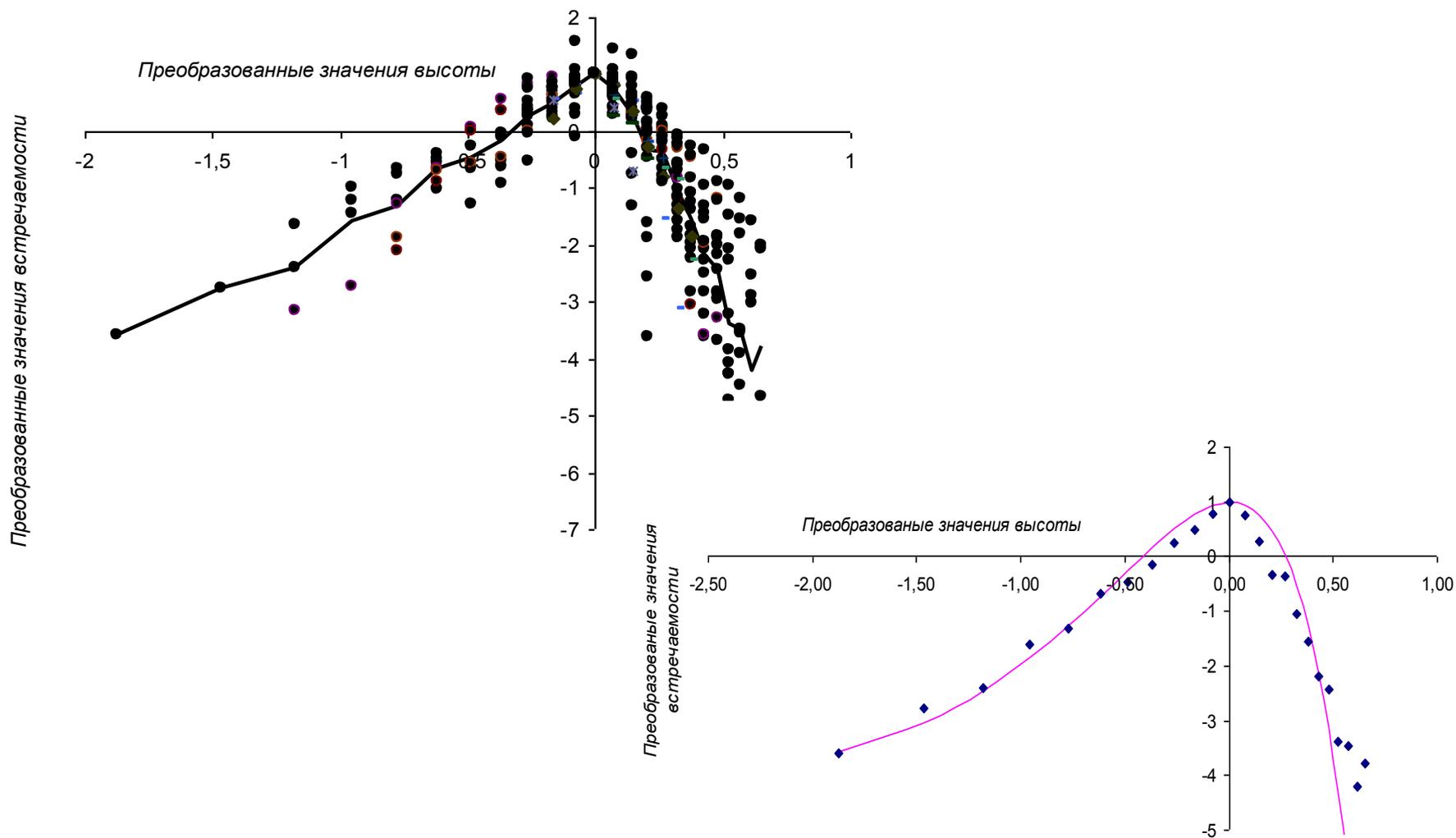


$$\ln P_{mi} = -0,55 \ln x_{mi} + 1,97$$

(R = 0,80)



Нормированные и центрированные логарифмические значения встречаемости различных геомов и линия тенденции их изменения по логарифму высоты (верхний график), и сравнение этой тенденции (точки) с результатами расчета по формуле (нижний график)



ВИД ЗАВИСИМОСТИ

$$\ln P - \ln P_0 = -C e^{-\alpha(y-y_{op})} (y - (y_{op} - y_0)), \ln P_0 = \ln P_{op} - C y_0$$

$P(x)$ – встречаемость геомов в условиях с характеристикой влияния x - высота;

$P_0 = P(x_0)$ - максимальное значение (мода) обилия при модальном значении $x = x_0$

$$y = \ln x, y_0 = \ln x_0, y_{op} = \ln x_{op}$$

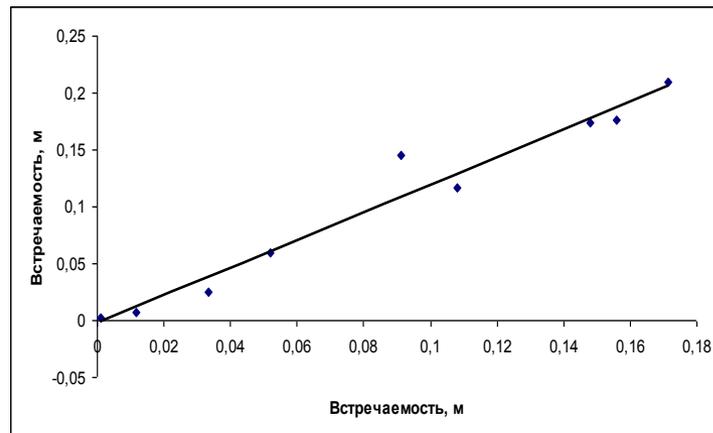
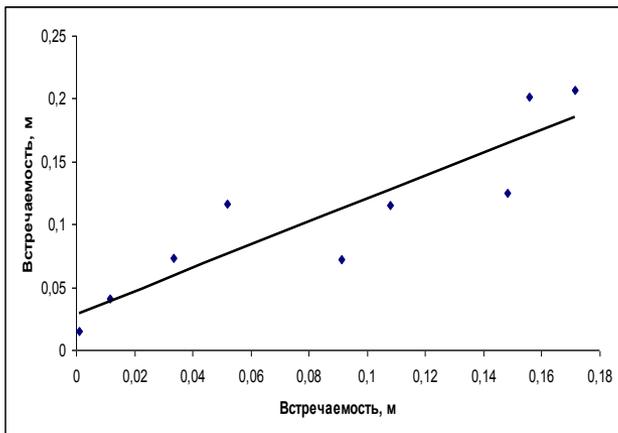
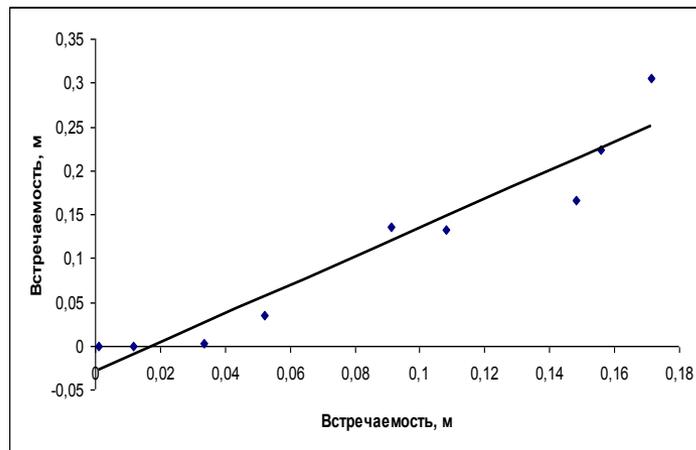
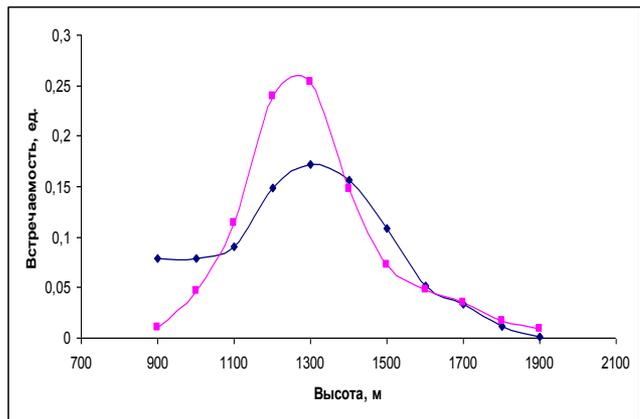
x_{op} - модальная частота встречаемости геомов

e – основание натуральных логарифмов

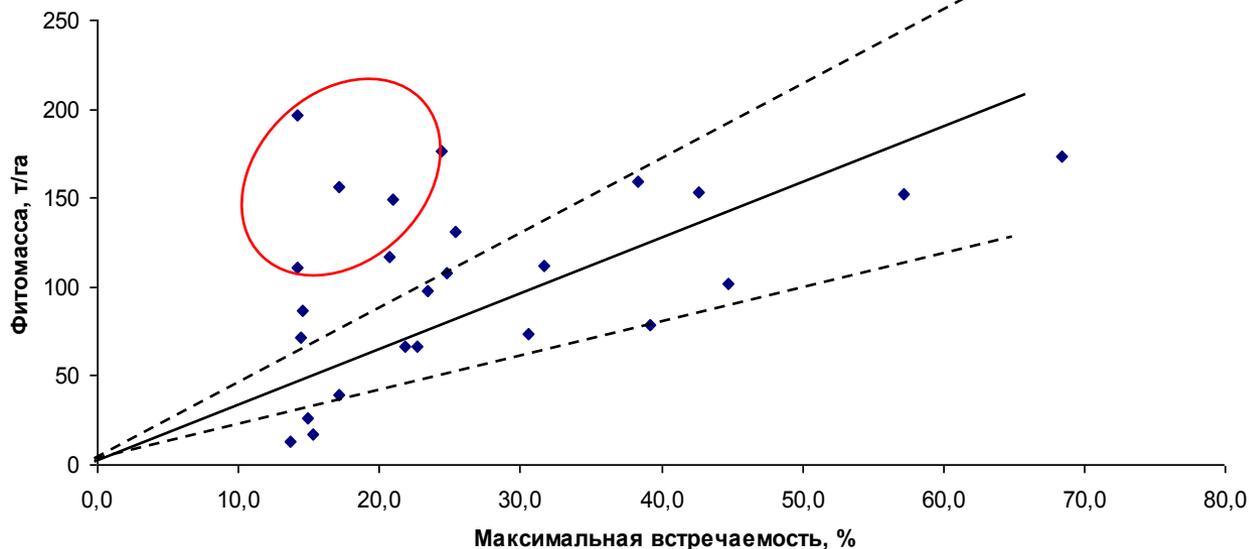
C – индивидуальная константа (подбирается для каждого распределения площади геомов индивидуально)

$\alpha = -1,91$ – коэффициент (подобран эмпирически)

Линейная связь разных распределений геомов по встречаемости с учетом смещения модальных значений (совпадении положения мод).



Зависимость суммарной фитомассы разных геомов F_{mi} (т/га) от модальной встречаемости P_{mi} (% на 100 м) геомов североазиатских гольцовых и таежных геосистем на территории Прибайкалья. Линиями показана основная тенденция связи и доверительные интервалы (пунктир). В круге находятся точки, соответствующие геомы, максимум продуктивности которых приходится на небольшие высоты



Подобие разных функциональных связей

$$F_i(x)/F_{mi} = P_i(x+\Delta x)/P_{mi}$$

F_i - запас фитомассы по каждому геому

F_{mi} - характерная суммарная фитомасса (определялась по литературным данным)

P_{mi} - модальные значения частотных распределений

при $P_{mi} \neq 0$ будет $F_{mi} \neq 0$, тогда $F_{mi} = kP_{mi}$

$$F_i(x) = 2,98P_i(x)$$

с учетом коэффициента 0,45 содержание углерода в фитомассе будет $f_i(x) = 1,34P_i(x)$

F_{mi} (степи) = $(0,05 \pm 0,02)F_{mi}$ (леса) - рассчитано по литературным данным,

следовательно содержание углерода в степных геосистемах рассчитывается по

формуле $f_i(x)_{ст} = 0,067P_i(x)$

Запас углерода, т/га



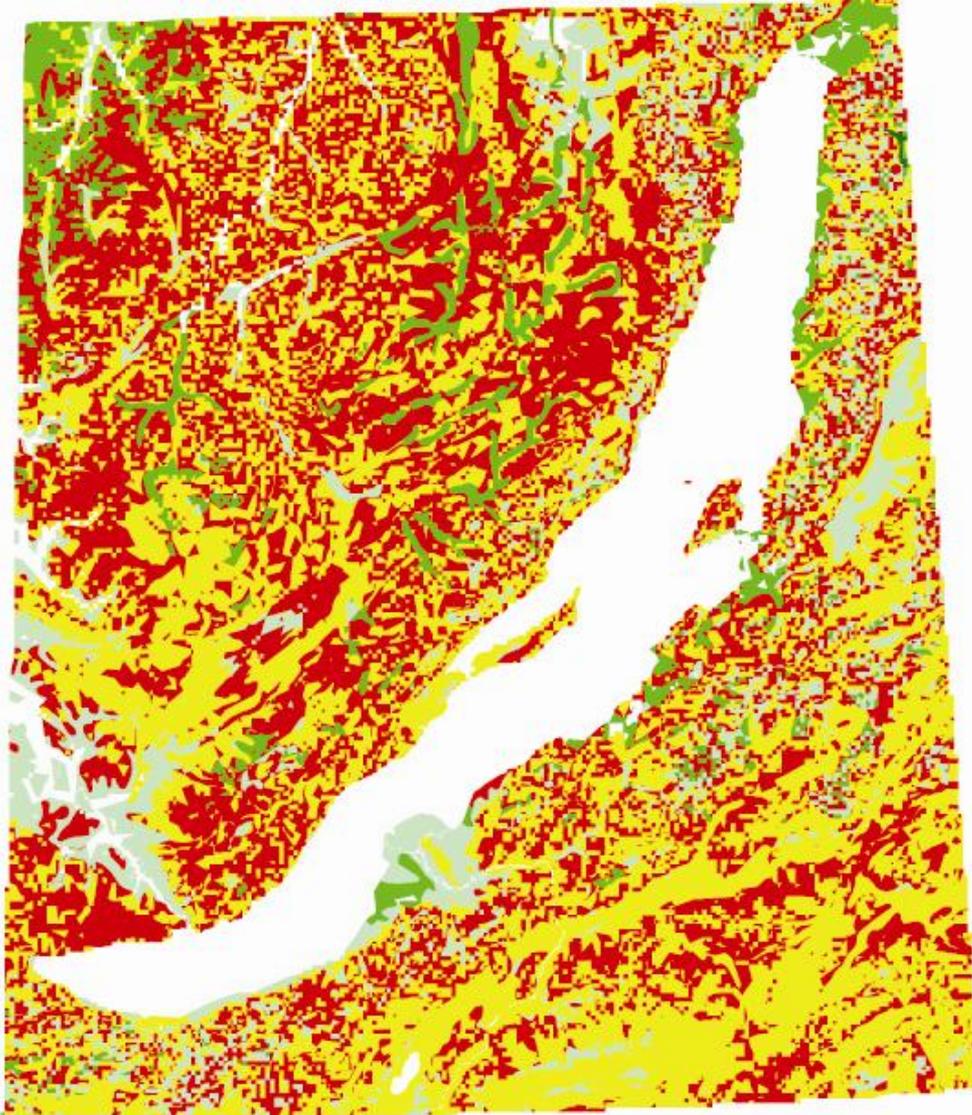
0 100 Kilometers

Запас углерода (т/га)



Наибольший запас характерен условиям геоморфологии подгорных и межгорных понижений лиственничной тайги оптимального развития (XII) на высотах 100-200 м от уреза воды

Изменение запаса углерода
(т/га) при потеплении на 1°C



Разница значений

-7 - -2

-1 - 0

1 - 3

4 - 12

13 - 23

100 0 100 Kilometers

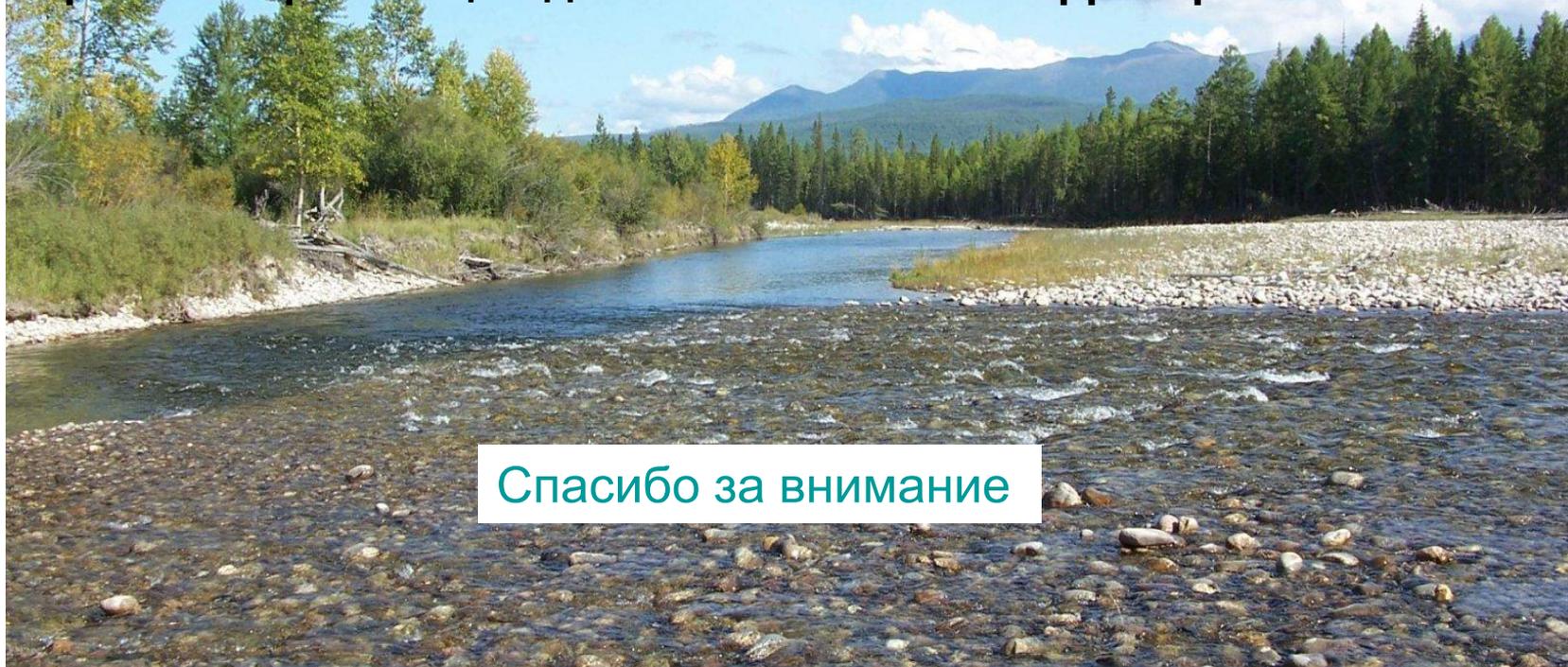
Планы 2011 г.

Разработать методы верификации математических моделей экосистемных функций и оперативного картографирования интенсивности углеродных потоков с использованием натуральных и дистанционных данных

Провести верификацию математических моделей экосистемных функций с использованием данных натуральных измерений (совместно с СИФИБР СО РАН) по материалам долговременного мониторинга процессов фотосинтеза хвойных пород.

Разработать методы оперативного картографирования интенсивности углеродных потоков с использованием космических снимков (использование ландшафтных и ландшафтно-интерпретационных карт продуктивности для обработки данных оперативной космической съемки для оценки элементов текущего углеродного баланса – на данных космического мониторинга ИСЗФ СО РАН).

Построены ГИС-карты потенциальных запасов углерода в фитомассе растительности Прибайкалья и возможного их изменения при потеплении климата. Эта карта является производной от ландшафтной карты территории и цифровой карты рельефа. При тематическом картографировании реализуется логика перехода от одних географических характеристик и закономерностей к другим через алгоритм экстраполяции данных и знаний на территории.



Спасибо за внимание