

Отчет

ИПА СО РАН по Междисциплинарному интеграционному проекту фундаментальных исследований СО РАН № 50 “Модели изменения биосферы на основе баланса углерода (по натурным и спутниковым данным с учетом вклада бореальных экосистем)” за 2010

Блок “Оценка запасов углерода в почвах бореальных экосистем Западной Сибири с использованием баз данных и дистанционных исследований”

Тематическое задание НИР на 2010 г.: “Создание информационного обеспечения для оценки запасов углерода в почвах бореальных экосистем Западной Сибири



**Координатор проекта, директор ИПА СО РАН, д.б.н. К.С. Байков
Исполнители: г.н.с., д.б.н. Титлянова А.А., с.н.с., к.б.н. Кудряшова С.Я.,
с.н.с., к.б.н. Дитц Л.Ю., н.с., к.б.н. Косых Н.П., н.с., к.б.н. Махатков И.Д.,
н.с., к.б.н. Шибарева С.В.**

Soil Carbon

На территории России, так же как и других странах севера Евразии, наибольший сток углерода отмечается в почвах бореальной зоны включающей обширные площади болотных и лесных экосистем (табл.).

Запасы углерода в почвах различных климатических зон России (Заварзин, Кудеяров, 2006)

Зоны / подзоны	Площадь, млн. га	Запасы Сорг в слое почвы 0-100 см	
		т/га	Гт
полярно-тундровая	181	106	19,2
лесотундровая-северотаежная	233	168	39,4
среднетаежная	238	219	52,0
южнатаежная	237	262	61,9
лесостепная	126	304	38,4
степная	80	267	21,3
сухостепная	28	100	2,8
полупустынная	15	73	1,1
горные области	576	н.д.	60,0
всего	171,4		296,1

Согласно обобщенным оценкам Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН более 70% углерода фитомассы и около 80% углерода почв приходится на хвойные леса (2004).

В представленном балансе очень существенна роль бореального биома Западной Сибири, почвенный покров которого характеризуется широким развитием торфяных и торфяно-болотных почв, занимающих по подсчетам торфяного фонда свыше 4 млн. га и отличающихся наиболее высоким (до 800 т/га) содержанием органического углерода.

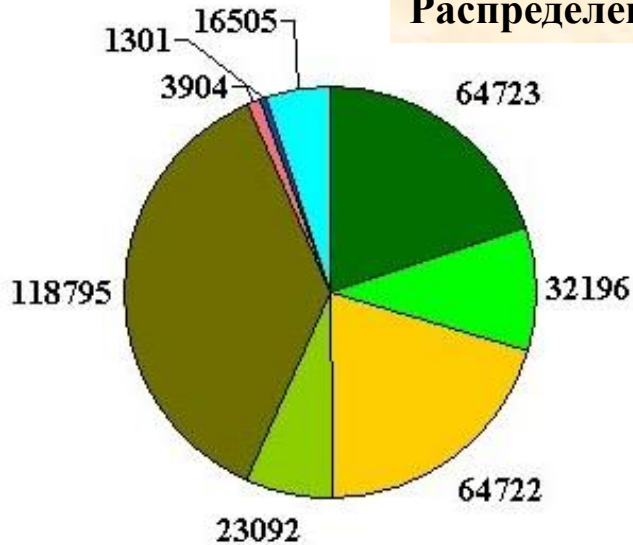


Наряду с высокоорганическими почвами значительный вклад в формирование общих запасов Сорг вносят мелкоотторфованные и минеральные почвы, которые занимают значительные площади и содержат ниже торфяного горизонта от 4 до 10 кг/м², что предполагает довольно высокие запасы Сорг минеральных горизонтов в почвах бореального биома в целом.

Запасы углерода в почвах Западной Сибири, в общем виде, могут быть представлены на основании имеющихся баз данных по запасам углерода в почвенном покрове, картографических материалов и данных, обобщенных в ГИС для вычисления углеродного пула в болотах Западной Сибири (Вомперский и др., 1994; Титлянова и др., 1998; Атлас ХМАО, 2004; Величко и др., 2007).

Особенности формирования запасов углерода в почвах Западной Сибири в значительной степени обусловлены ее экосистемным строением.

Распределение площадей биомов Западной Сибири (Крылов Г.В., 1971)



Зона / подзона	лесопокрытая		болота	
	тыс км ²	% от общей площади	тыс км ²	% от общей площади
лесотундровая-северотаежная	138,2	15	448	77
средняя тайга	398	50	368	46
южная тайга	55,5	38	47	32
лесостепь	38,4	15,6	13,9	5,6
степь	3,1	10	3,1	10
всего	591,7	38,4	863	56

- леса хвойные
- леса лиственные
- степи
- луга
- болота
- гольцы
- снежники
- воды (реки и озера)

Наиболее высокие запасы органического углерода (до 800 т/га) характерны для почв болотных экосистем таежной зоны, которые занимают 30-34 % площади биоклиматических подзон.

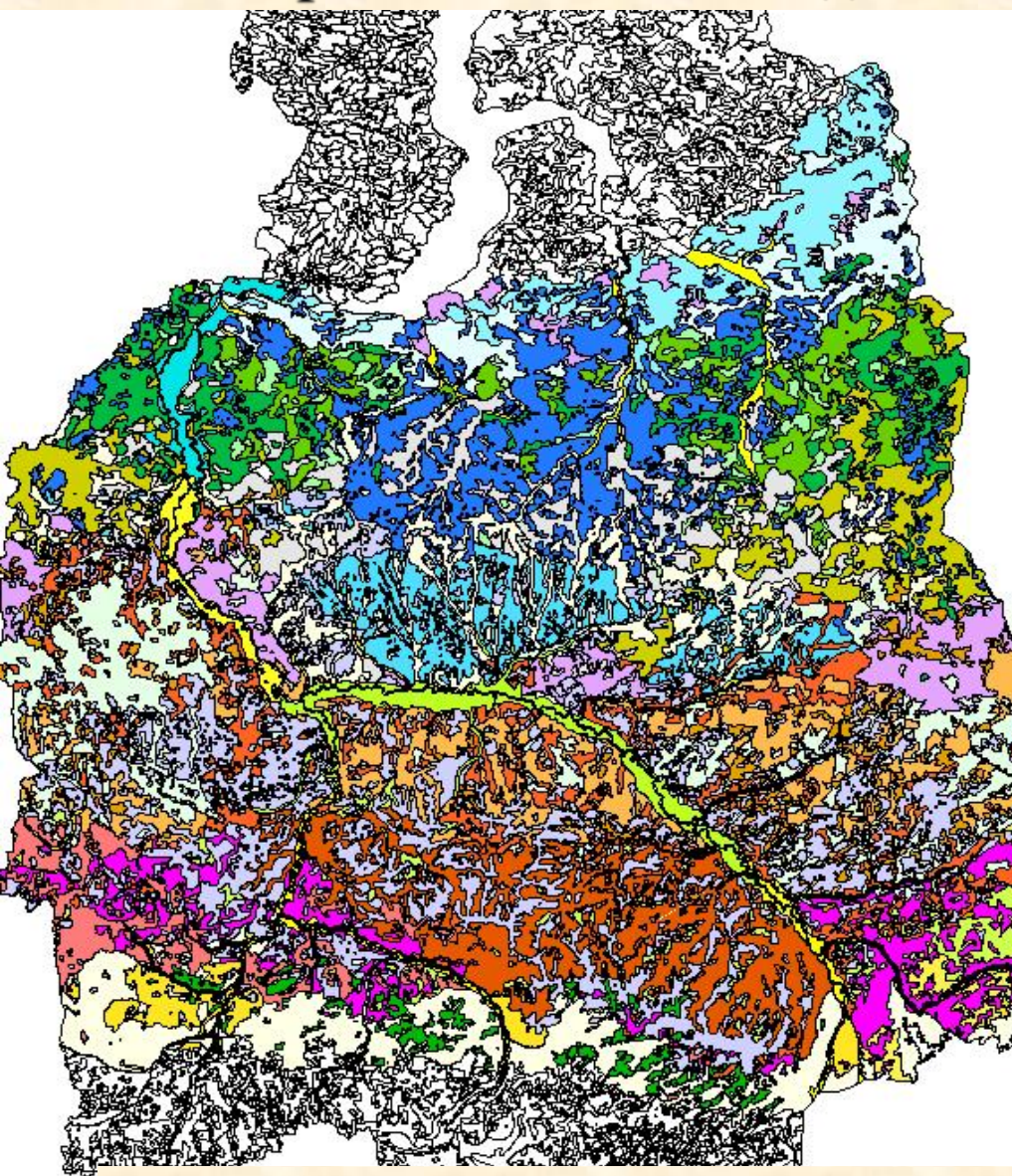
Основная цель исследования: “Разработка информационного обеспечения для оценки запасов углерода в почвах бореальной зоны”

Задачи исследования:

- **Создание цифровых карт “Растительность бореальной зоны Западной Сибири ” и “Почвы бореальной зоны Западной Сибири”**
- **Разработка программных средств и актуализация базы данных “Углерод в почвах Сибири”**
- **Создание среднemasштабных почвенных карт ключевых участков основных ландшафтных провинций Западной Сибири**

На основе полученных материалов создание **электронной карты “Запасы органического углерода в почвах бореальной зоны Западной Сибири**

“Почвы бореальной зоны Западной Сибири”



Код почв	Номенклатура единиц легенды
1.1	2.1.5. глееемы оподзоленные тундровые
1.2.	2.1.6. глееемы торфянистые и торфяные тундровые
1.3.	2.17.2. болотные переходные торфянистые мерзлотные
2.4.	3.1.1. глееподзолистые
3.2.	3.1.2. подзолистые
3.9.	3.1.3. дерново-подзолистые
2.3.	3.1.4. подзолы иллювиально-железисто-гумусовые (без разделения)
3.8.	3.1.5. дерново-подзолистые со 2-м гумусовым горизонтом
2.5.	3.1.6. глееемы таежные дифференцированные
4.1.	3.5.2. серые лесные
3.1.	3.6.1. торфяно- и торфянистые подзолисто-глеевые
3.3.	3.6.2. подзолистые глеевые
3.10.	3.6.3. дерново-подзолистые глеевые
2.1.	3.6.4. глееемы торфяные
2.2.	3.6.5. глееемы торфянисто-переходные таежные
3.4.	3.6.6. переходные-подзолисто-глеевые
2.6.	3.6.7. подзолы торфяные и торфянистые
3.5.	3.6.8. подзолы глеевые и глееватые
3.11.	3.7.2. дерново-глеевые
4.2.	3.8.2. серые лесные глеевые и глееватые
2.7.	3.9.1. болотные верховые торфяно-глеевые
2.8.	3.9.2. болотные верховые торфяные
3.6.	3.9.3. болотные переходные и верховые торфяные
4.3.	3.10.3. болотные низинные торфяные
3.7.	3.11.1. иллювиальные слоистые, слабо развитые, слабодерновые
4.4.	3.11.3. иллювиальные дерновые
2.10.	3.12.3. иллювиальные дерново-глеевые
3.12.	3.12.5. иллювиальные луговые
2.9.	3.13.2. иллювиальные иловато-торфяные болотные

Электронная основа тематического слоя “Почва”, содержит 29 единиц легенды.

Тематическое содержание выделенных почвенных контуров тесно коррелирует с фитоценотическим содержанием контуров растительности.

Актуализация базы данных “Углерод в почвах Сибири”

На основе большого массива литературных данных, полученных по результатам исследований за последние 15 лет сформирован блок данных по содержанию гумуса в почвах бореальной зоны.

В целом, база данных “Органический углерод” в настоящее время включает 480 величин содержания гумуса и объемной массы в 70 разрезах почвенного покрова бореальной зоны Западной Сибири.

	A	B	C	<u>Подчеркнутый</u> D	E	F	G	H	I	J
1	№	Регион	Код почвы	Название почвы	Источник	Код растит	Название растительность	Год	Широта	Долгота
2	1	Западная	2.1.5.	глееземы оподзоленные ту	Васильевская В.Д., Иванов В.	1.1.	Лиственничные и елово-лиственнич	1988	66° 00' 43"	71° 21' 00"
3	2	Западная	2.1.5.	глееземы оподзоленные ту	Васильевская В.Д., Иванов В.	1.1.	Лиственничные и елово-лиственнич	1988	66° 17' 46"	70° 05' 56"
4	3	Западная	2.1.5.	глееземы оподзоленные ту	Васильевская В.Д., Иванов В.	1.1.	Лиственничные и елово-лиственнич	1988	66° 5' 28"	72° 44' 13"
5	4	Западная	2.1.5.	глееземы оподзоленные ту	Васильевская В.Д., Иванов В.	1.1.	Лиственничные и елово-лиственнич	1988	66° 1' 41"	75° 11' 24"
6	5	Западная	2.1.5.	глееземы оподзоленные ту	Васильевская В.Д., Иванов В.	1.1.	Лиственничные и елово-лиственнич	1988	66° 25' 48"	80° 46' 43"
7	6	Западная	2.1.5.	глееземы оподзоленные ту	Васильевская В.Д., Иванов В.	1.1.	Лиственничные и елово-лиственнич	1988	66° 15' 00"	79° 20' 17"
8	7	Западная	2.1.5.	глееземы оподзоленные ту	Иванов В.В., Сопина Е.П., 198	1.1.	Лиственничные и елово-лиственнич	1980	66° 23' 0"	77° 58' 5"
9	8	Западная	2.1.5.	глееземы оподзоленные ту	Иванов В.В., Сопина Е.П., 198	1.1.	Лиственничные и елово-лиственнич	1980	66° 6' 25"	77° 59' 20"
10	9	Западная	2.1.5.	глееземы оподзоленные ту	Иванов В.В., Сопина Е.П., 198	1.1.	Лиственничные и елово-лиственнич	1980	66° 8' 45"	72° 28' 25"
11	10	Западная	2.1.5.	глееземы оподзоленные ту	Иванов В.В., Сопина Е.П., 198	1.1.	Лиственничные и елово-лиственнич	1980	66° 31' 23"	76° 22' 44"
12	11	Западная	2.1.6.	глееземы торфянистые и то	Иванов В.В., Сопина Е.П., 198	1.2.	Ерниковые тундры с листвен.редк-м	1980	66° 5' 28"	73° 57' 47"
13	12	Западная	2.1.6.	глееземы торфянистые и то	Иванов В.В., Сопина Е.П., 198	1.2.	Ерниковые тундры с листвен.редк-м	1980	66° 26' 18"	75° 4' 47"
14	13	Западная	2.1.6.	глееземы торфянистые и то	Иванов В.В., Сопина Е.П., 198	1.2.	Ерниковые тундры с листвен.редк-м	1980	66° 22' 30"	75° 45' 16"
15	14	Западная	2.1.6.	глееземы торфянистые и то	Иванов В.В., Сопина Е.П., 198	1.2.	Ерниковые тундры с листвен.редк-м	1980	66° 11' 28"	77° 13' 16"
16	15	Западная	2.1.6.	глееземы торфянистые и то	Иванов В.В., Сопина Е.П., 198	1.2.	Ерниковые тундры с листвен.редк-м	1980	66° 13' 61"	77° 14' 46"
17	16	Западная	2.1.6.	глееземы торфянистые и то	Иванов В.В., Сопина Е.П., 198	1.2.	Ерниковые тундры с листвен.редк-м	1980	66° 14' 56"	76° 44' 77"
18	17	Западная	2.1.6.	глееземы торфянистые и то	Васильевская В.Д., Иванов В.	1.2.	Ерниковые тундры с листвен.редк-м	1988	66° 3' 14"	74° 1' 30"
19	18	Западная	2.1.6.	глееземы торфянистые и то	Васильевская В.Д., Иванов В.	1.2.	Ерниковые тундры с листвен.редк-м	1988	66° 46' 16"	78° 17' 49"

Каждый разрез имеет координатную привязку к соответствующему контуру почвенного и растительного покрова.

Дистанционные исследования для создания электронного слоя “Почвы бореальной зоны Западной Сибири”

Выделение типологических регионов проводилось с учетом принципов ландшафтного районирования.

Сущность метода заключается в сопряженном анализе региональных структур, объективно отражающейся на космических снимках и фиксируемых на ландшафтно-типологических картах.

Среднетаежная

Индивидуальные геоморфологические единицы были выделены на космических снимках, как обособленные по закономерной композиции структурных элементов и по отчетливо дешифрирующимся природным и антропогенным факторам дифференциации почвенного покрова

Подзона
мелколиственных
лесов

Совмещение космического изображения с ландшафтными зонами и провинциями Западной Сибири
(по схеме Гвоздецкого Н.А., Михайлова Н.И., 1987)



Создание среднемасштабных почвенных карт ключевых участков основных ландшафтных провинций Западной Сибири

В исследованиях по оценке запасов почвенного углерода особенно актуальными являются материалы детального дешифрирования, выполненные в рамках экосистем, типичных ландшафтов и природных комплексов с учетом пространственных характеристик территории и свойств почв.

Среднемасштабные почвенные карты ключевых участков были созданы по материалам дешифрирования космических снимков Landsat. Основным методом интерпретации космических снимков служило классифицирование спектрального изображения в программной среде Erdas Imagine с последующей векторизацией в ArcGis.

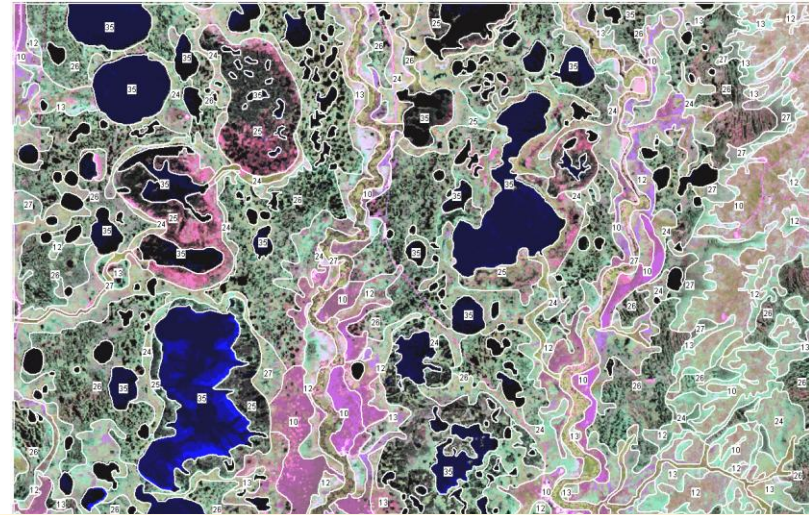
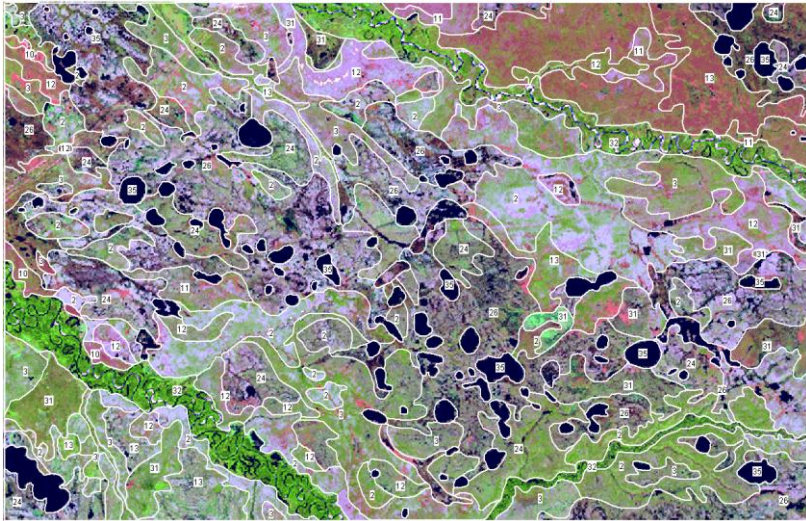


Ключевые участки по оценке запасов углерода в почвах ландшафтных провинций:

1- Обско-Тазовской, 2 – Сибирских Увалов (Сургутское полесье), 3- Верхнетазовская, 4- Северо-Сосьвинская, 5 – Кондинская, 6 – Среднеобская, 7- Нижнетобольская 8- Васюганская, 9 - Чулымо-Енисейская.

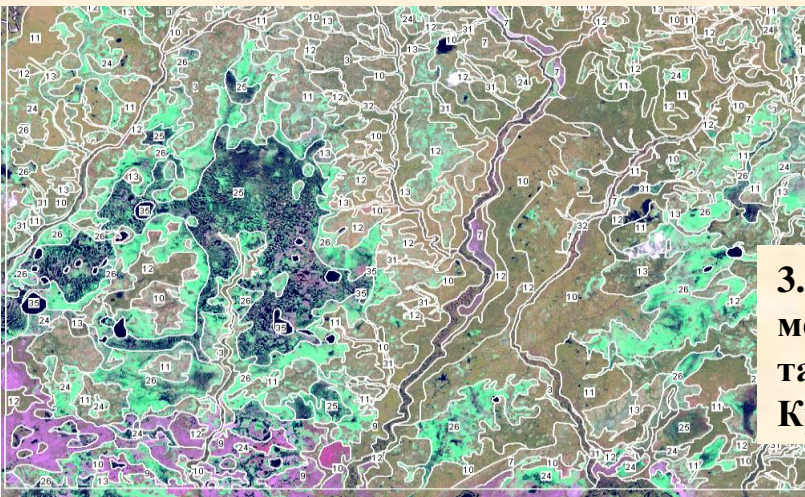
Среднемасштабные почвенные карты ключевых участков

Северная тайга



1. Обско-Тазовский. Обширные массивы плоско-бугристых и грядово-мочажинных болот на глееземах и тундрово-глеевых почвах

2. Сибирские увалы (Сургутское полесье) на подзолах и подзолисто-глееватых почвах преобладает пихтово-еловая и лиственнично-еловая тайга в сочетании с выпуклобугристыми, мочажинно-крупногрядовыми и плоскими травяными болотами.



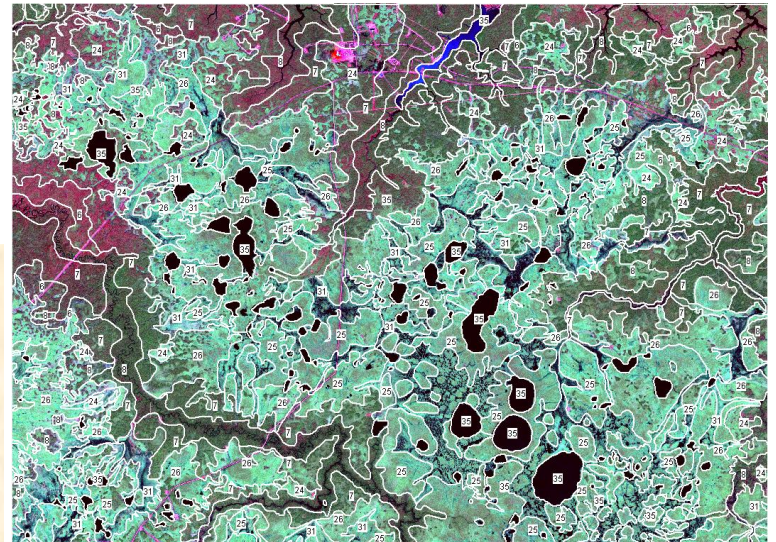
3. Верхнетазовская провинция на многолетней мерзлоте где формируются глеево-мерзлотно-таежные почвы под лиственничными лесами. Крупные болотные массивы отсутствуют.

Средняя тайга

4. Северо-Сосьвинская. Типичны массивы лиственнично-сосновых лесов и заболоченных рямовых редколесий под которыми формируются глеево-подзолистые почвы. Большие площади заняты верховыми сфагновыми болотами

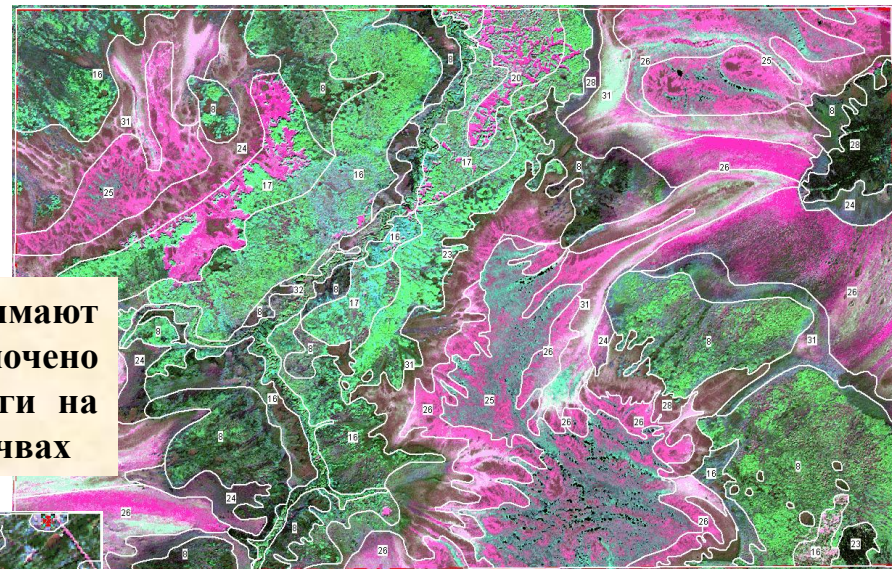
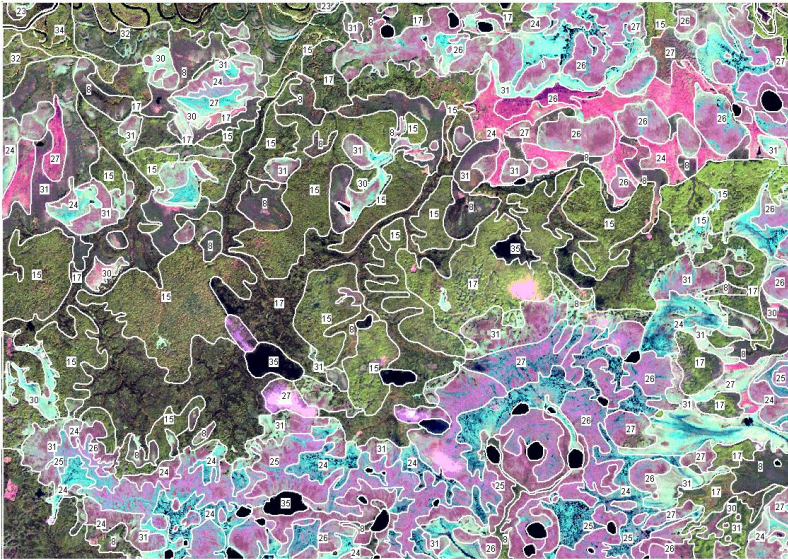
Кондинская. На песчаных глеевато-оподзолистых почвах и иллювиально-железистых олах расположены массивы сосновых боров. Однако, 70% ее площади занимают безлесные рьяники, с сосновыми рьями, грядово-мочажинными сфагновыми и низинными болотами.

6. Среднеобская. На дренированных сильно подзолистых почвах располагаются сосновые боры или темнохвойные леса. На аллювиальных почвах пойм Оби и Иртыша – пойменные луга. Однако наиболее типичны верховые сфагновые грядово-мочажинные и низинные болота, занимающие до 80% площади

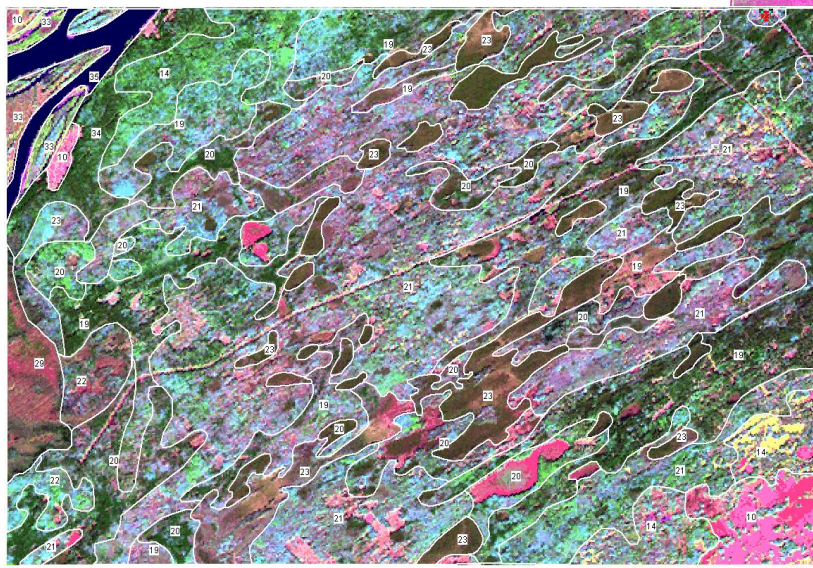


Южная тайга

Нижнетобольская. В основном занята березовыми лесами на дерново-подзолистых и серых лесных почвах. значительны площади верховых и низинных болот. местами в подлеске тайги встречается липа.



8. Васюганская. До 60% территории занимают верховые глядово-мочажинные болота, заболочено большинство березняков и темновойной тайги на дерново-подзолистых и подзолисто-болотных почвах



Чулымо-Енисейская. Основная площадь занята мховыми южнотаежными лесами и сосняками на дерново-подзолистых почвах. На серых и серых лесных почвах формируются березовые и парковые березово-осиновые леса.

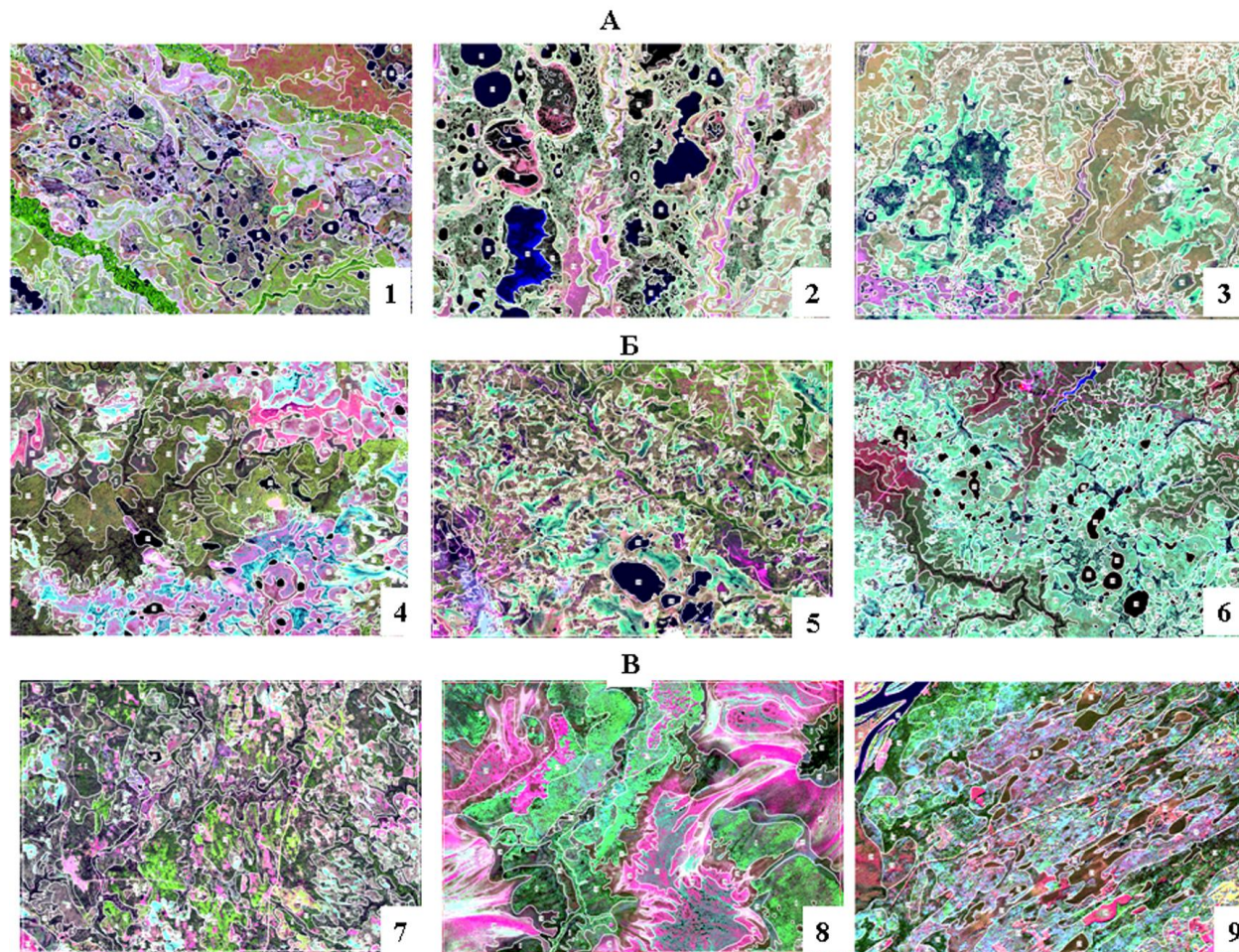


Рис. 3. Среднемасштабные почвенные карты ключевых участков ландшафтных провинций бореальной зоны Западной Сибири, созданные на основе дистанционных исследований. А – северная тайга: 1- Обско-Тазовская, 2 - Сибирских Увалов, 3 – Верхнетазовская. Б – средняя тайга: 4 – Северо-Сосьвинская, 5- Кондинская, 6 – Среднеобская. В – южная тайга: 7 – Нижнетобольская, 8 – Васюганская, 9 – Чулымо-Енисейская

В пределах ландшафтных провинций распределение запасов Сорг непосредственно зависит от величины их площади, которые в соответствии с данными их вычисления, могут различаться в 5-8 раз (табл.).

Ландшафтная провинция	Площадь	
	млн.га	% от общей площади
Нижнеобская	4,6	2,4
Надым-Пурская	4,7	2,4
Енисейско-Тазовская	4,7	2,4
Подуральская	7,1	3,6
Сибирских Увалов	10,3	5,3
Нижнетобольская	10,5	5,4
Северо-Сосьвинская	10,7	5,5
Кондинская	11,8	6,1
Чулымо-Енисейская	14,1	7,2
Верхнетазовская	17,2	8,8
Приенисейская	20,8	10,7
Обско-Тазовская	22,4	11,5
Васюганская	24,3	12,5
Среднеобская	31,5	16,2
Всего	194,7	100,0

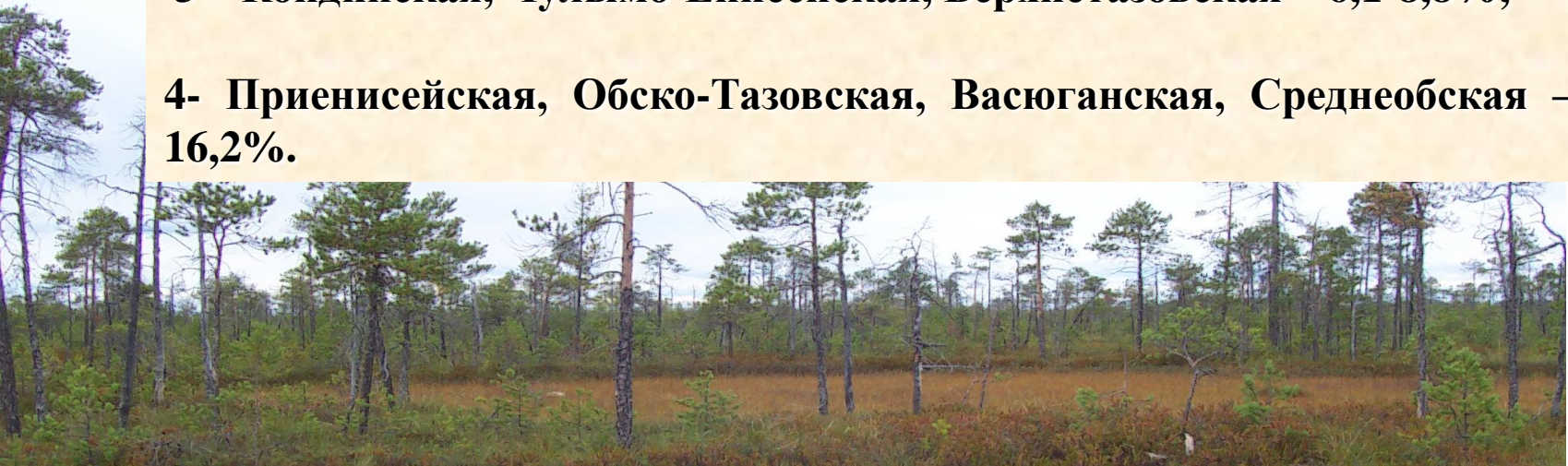
Условно, по занимаемой площади, ландшафтные провинции можно разделить на группы:

1 – Нижнеобская, Надым-Пурская, Енисейско-Тазовская, Подуральская, площадь которых составляет 3,6-2,4 % от общей площади;

2 – Сибирских увалов, Нижнетобольская, Северо-Сосьвинская – 5,3-5,5%;

3 – Кондинская, Чулымо-Енисейская, Верхнетазовская – 6,1-8,8%;

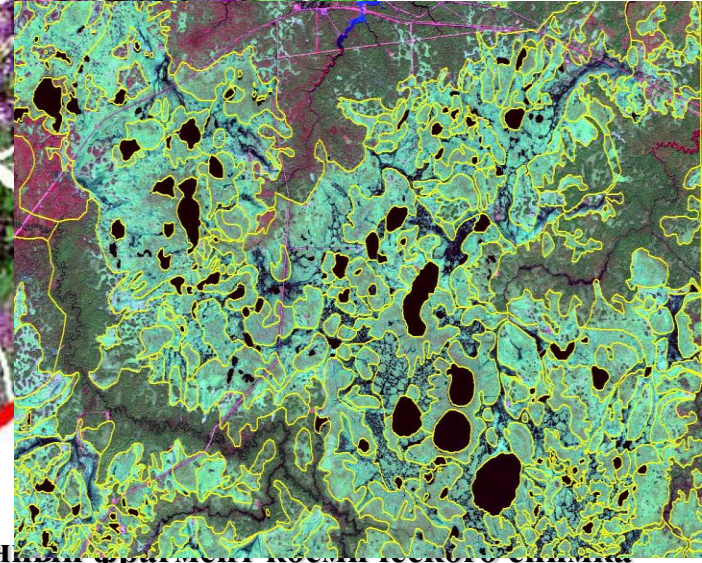
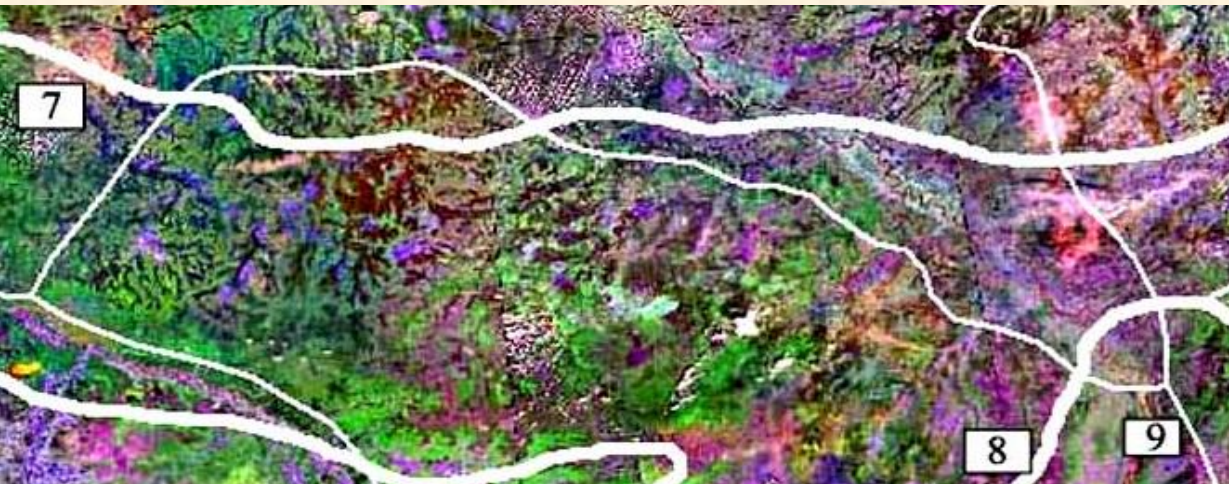
4- Приенисейская, Обско-Тазовская, Васюганская, Среднеобская – 10,7-16,2%.



Максимальные запасы Сорг сосредоточены в наиболее крупных по занимаемой площадям провинциям – Васюганской и Среднеобской (63% запаса Сорг ландшафтных провинций)

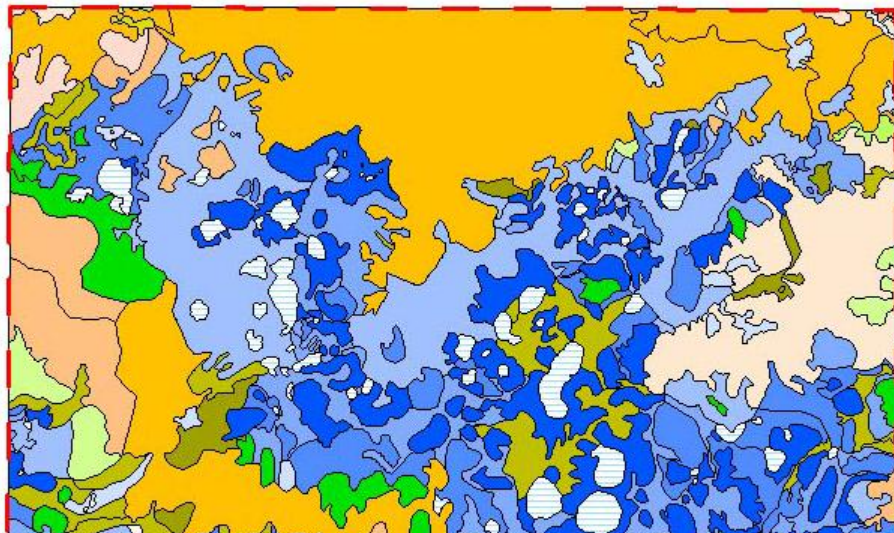


Оценка запасов Сорг в почвах ключевого участка Среднеобской ландшафтной провинции



Выделение границ среднеобской ландшафтной провинции на космическом снимке

Оцифрованный фрагмент космического снимка



Среднемасштабная почвенная карта ключевого участка Среднеобской ландшафтной провинции

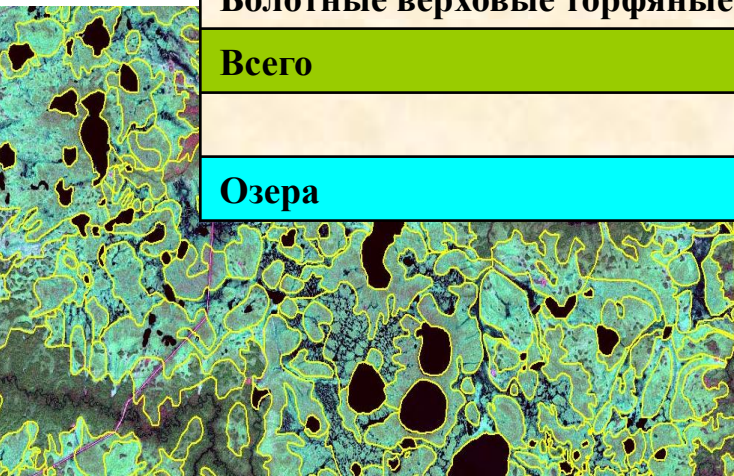
- Soil_hanti - Name
- Аллювиальные болотные торфяные
 - Болотные верховые торфянисто-глеевые
 - Болотные верховые торфяно-глеевые
 - Болотные верховые торфяные маломощные
 - Болотные верховые торфяные мощные
 - Болотные верховые торфяные среднемощные
 - Болотные низинные торфяно-глеевые
 - Озеро, пруд
 - Подзолистые рунтово-глеевые иллювиально-железистые мелкие
 - Подзолы глеевые иллювиально-железистые мелкие
 - Подзолы глеевые иллювиально-железистые неглубокие
 - Подзолы иллювиально-железистые мелкие
 - Торфянисто-подзолистые глеевые мелкие
 - Торфянисто-подзолистые глеевые поверхностные
 - Торфяно-подзолистые глеевые иллювиально-железистые мелкие
 - Торфяно-подзолистые глеевые иллювиально-гумусовые мелкие

id	Единицы легенды	S, кв.м.
25	Болотные верховые торфяные мощные	1730277
35	Озеро	475734
35	Озеро	215412
25	Болотные верховые торфяные мощные	200951
25	Болотные верховые торфяные мощные	573146
25	Болотные верховые торфяные мощные	65605
31	Болотные переходные торфяные	240438
31	Болотные переходные торфяные	229908

Материалы и методы:

Площади контуров на ключевом участке

	Почвы	Кол-во контуров	Площадь почвенных контуров, га		
			общая площадь	min	max
25	Болотные	9	3859,74	32,7	1420,7
35	Озеро				
25	Болотные	35	6144,41	47,66	1624,9
25	Болотные				
35	Озеро	35	10097,45	13,5	3660
25	Болотные				
25	Болотные	51	16067,9	4,4	1812,79
25	Болотные				
25	Болотные	44	17756,6	4,57	5590,1
25	Болотные				
31	Болотные	36	19771,01	9,15	2677,8
35	Озеро				
25	Болотные	135	20534,61	2,8	1429,97
25	Болотные				
25	Болотные	471	94231,72		
25	Болотные				
	Озера	151	4965,06	1,35	488,79



Пример расчета Сорг в почвах

болотные торфяные верховые мощные	Сорг, т	Площадь, га	Сорг, кг м ⁻²	Мощность, см	Сорг , %	ОМ, г см ⁻³	гумус, %	К
		20534,61	16,3	10	54,6	0,03	97,5	0,56
			36,1	22	54,7	0,03	97,7	0,56
			37,1	7	53,0	0,1	94,7	0,56
			78,5	15	52,3	0,1	93,5	0,56
			25,8	5	51,5	0,1	92,1	0,56
			53,5	10	53,5	0,1	95,6	0,56
			53,6	10	53,6	0,1	95,7	0,56
			54,1	10	54,1	0,1	96,7	0,56
	729763,64		355,3					

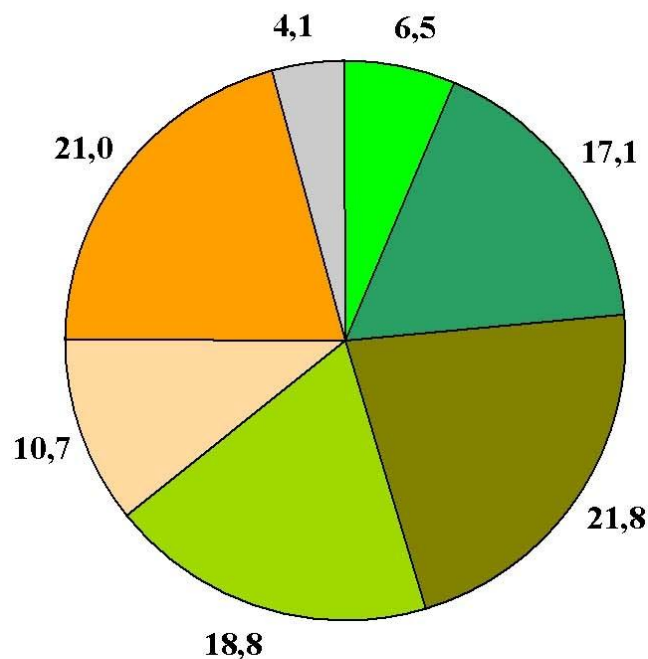
Запасы Сорг в почвах ключевого участка

Почвы	Сорг, т	Сорг, % от общего запаса
торфяные болотные переходные	732921,4	29,7
болотные верховые торфяные мощные	729763,6	29,6
болотные верховые торфяные среднемощные	369005,0	15,0
болотные верховые торфяные маломощные	325301,9	13,2
подзолистые грунтово-глеевые иллювиально-Fe-Hg	166824,8	6,8
торфяно-подзолистые глеевые иллювиально-Fe-Hg	119707,2	4,9
подзолистые поверхностно-глееватые	21778,2	0,9
всего	2465302,3	100,0

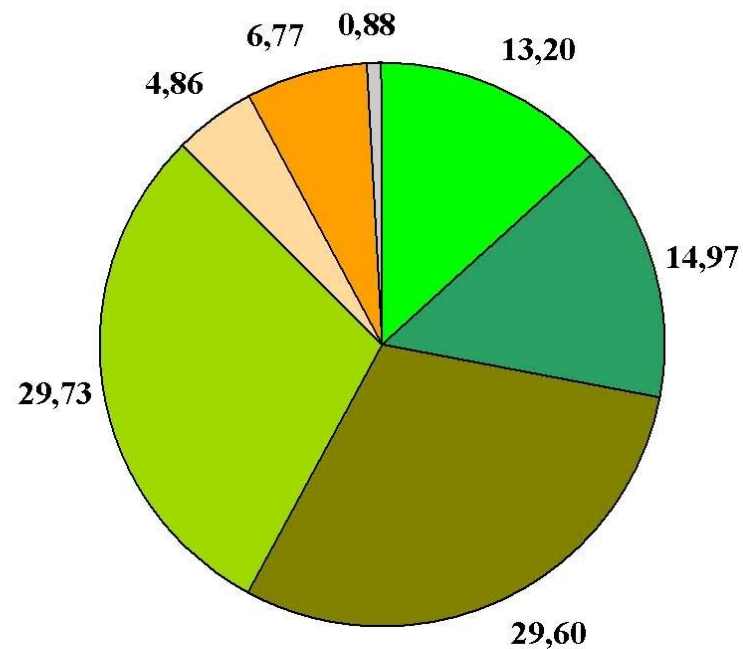
2,5 млн. т

Ключевой участок Нижнеобской ландшафтной провинции

Площади почвенных выделов, % от площади ключевого участка



Вклад почвенных типов в формирование запаса Сорг, % от общего запаса



- болотные верховые торфяные маломощные
- болотные верховые торфяные мощные
- торфяно-подзолистые глеевые иллювиально-Fe-Hm
- подзолистые поверхностно-глееватые

- болотные верховые торфяные среднемощные
- болотные переходные торфяные
- подзолистые грунтово-глеевые иллювиально-Fe-Hm

Заключение

Результаты оценки запасов углерода в почвах ключевых участков, выполненной на основе среднемасштабных почвенных карт и материалов дистанционных исследований могут быть использованы для оценки запасов углерода как в почвах типичных ландшафтов, так и региональных структур бореальной зоны в целом.

В пределах зоны исследования высоким и сверхвысоким уровнем содержания Сорг (180—800 т/га) характеризуются торфяные и торфяно-болотные почвы, которые содержат до 40% от общего запаса почвенного углерода (по шкале уровней запасов углерода в почвах в слое 0-100 см, Атлас ХМАО, 2004).

Гидроморфные торфяно-подзолы и аллювиально-болотные составляют группу почв со средним уровнем содержания Сорг (120-160 т/га).

Зональные подзолы и глееподзолистые почвы, занимающие 8 и 12% территории, входят в группу с очень низким и низким уровнем содержания почвенного углерода (20-120 т/га).

Показано, что в границах ландшафтных провинций, наряду с высокоорганическими торфяными и торфяно-болотными почвами существенный вклад в формирование общих запасов Сорг вносят мелкоотторфованные и минеральные почвы, которые занимают значительные площади и содержат ниже торфяного горизонта от 4 до 10 кг/м², что предполагает довольно высокие запасы Сорг минеральных горизонтов в почвах бореального биома - 10,7·10⁸ т. По предварительной оценке запас Сорг в почвах бореальной зоны составляет 83,6 ·10⁸ т соответственно это 28,2% запасов Сорг в почвах России или 5,5% его мировых запасов

План НИР на 2011год

- 1. Оценка запаса Сорг в почвах и фитомассе бореальной зоны Западной Сибири в границах ландшафтных провинций по данным дистанционных исследований, тематических и картографических баз данных**
- 2. Создание электронных карт “Запасы Сорг в фитомассе и почвах бореальной зоны Западной Сибири”**
- 3. Создание электронного каталога “Почвы Сибири”**

