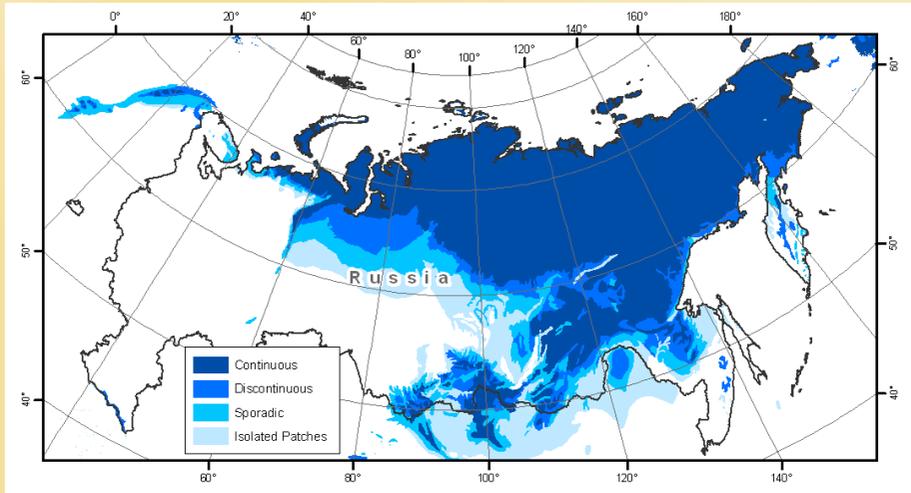
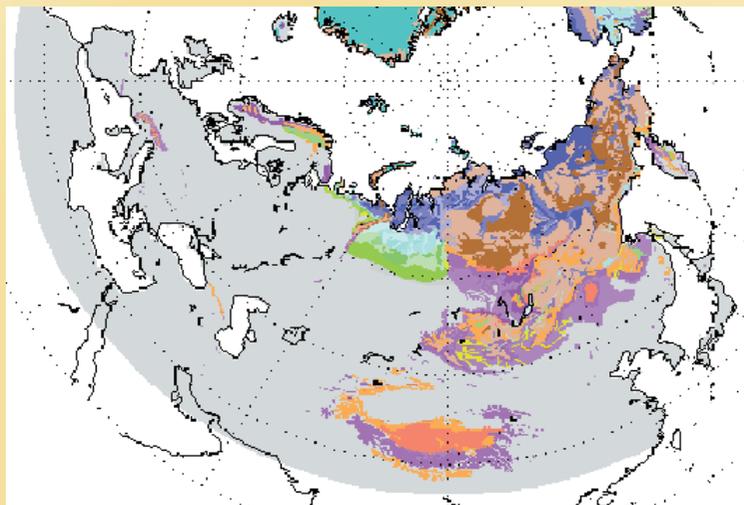


Permafrost distribution on Russia territory



Permafrost distribution, % of area (Brown et al., 1997)



Area, %

Непрерывная Continuous (90–100%)

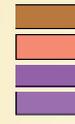
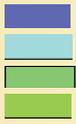
Спорадическая Sporadic (10–15%)

Прерывистая Discontinuous (50–90%)

Островная Insular (0–10%)

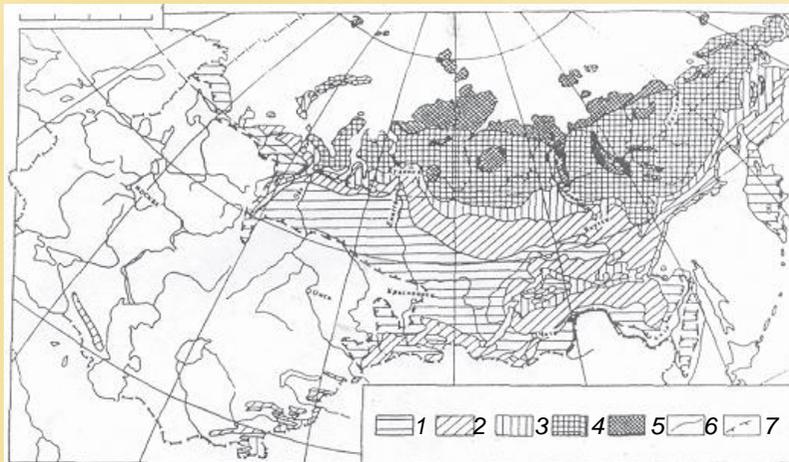
Равнины

Горы



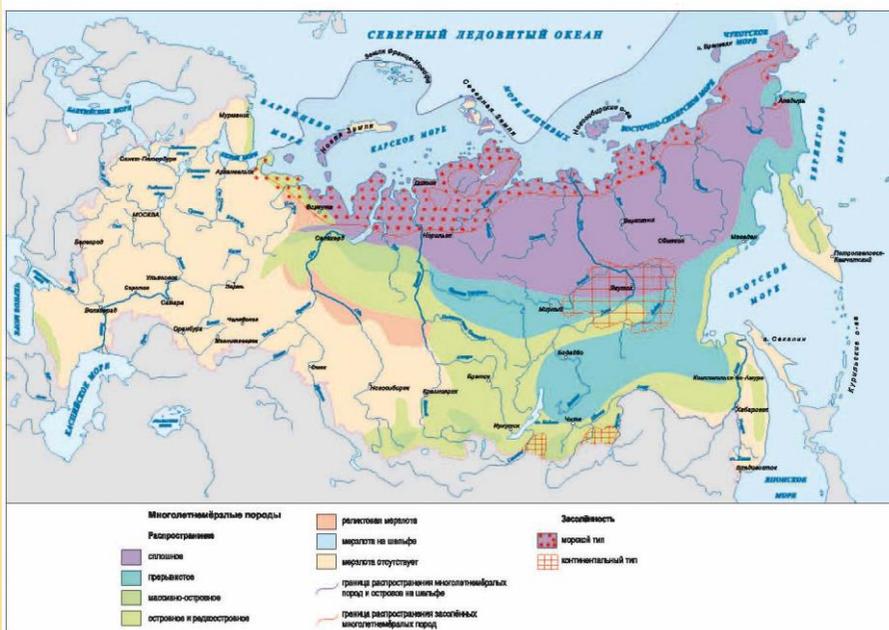
www.climate2008.igce.ru

Распространение многолетнемерзлых пород (ММП) на территории СССР (Кудрявцев и др., 1978).



1 — зона редкоостровного, островного и массивноостровного распространения ММП со средне годовыми температурами $T_{гг}$ от -1 до 3°C и мощностью мерзлой толщи M от 0 до 100 м; области 2, 3, 4, 5 входят в зону сплошного распространения ММП, причем значения $T_{гг}$ и M в них меняются соответственно в следующих пределах: от -1 до -3°C , от 50 до 300 м; от -3 до -5°C , от 100 до 400 м; от -5 до -9°C , от 200 до 600 м; ниже -9°C , от 400 до 900 м; 6 — границы зон ММП; 7 — южная граница криолитозоны.

Распространение многолетнемерзлых пород



http://www.novrosen.ru/Russia/nature.files/nature_img_38.jpg



Study area

Биоклиматические зоны:

I - лесотундра

II – северная тайга

III – средняя тайга

IV – южная тайга

□ тестовые территории

— Административная граница Красноярского края

Тундра



Tundra



Лесотундра



Forest-tundra



Forest-tundra



Крупнобугристые болотные комплексы (bog complexes)



Northern taiga

Spruce (*Picea obovata*) / larch (*Larix sibirica*) / small shrubs (*Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis-idaea*) / feather moss (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*) stands on flat elevated sites of river terraces



Northern taiga

Larch/lichen (*Cladonia sylvatica*, *Cl. rangiferina*) stands on steep and moderately steep stony slopes and watershed crests



Central taiga

Scots pine (*Pinus sylvestris*) /small shrubs(*Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis-idaea*) / feather moss (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*) and lichen (*Cladonia sylvatica*, *Cl. rangiferina*) stands on sand podzolic soils



Central taiga

Scots pine/ lichen (*Cladonia sylvatica*, *Cl. rangiferina*) /red whortleberry (*Vaccinium vitis-idaea*) stands on sand podzolic soils



Southern taiga

Spruce (*Picea obovata*) /fir (*Abies sibirica*) /short herb (*Dryopteris linneana*, *Oxalis acetosella*, *Linna borealis*) /feather moss (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*) stands in low mountains



Southern taiga

Spruce/fir/boreal herb (*Calamagrostis arundinacea*, *Carex macroura*, *Equisetum sylvaticum*) stands on sod-podzolic and grey forest soils in a high accumulative plain



Горные леса и редколесья





Долины горных рек



Цель работы:

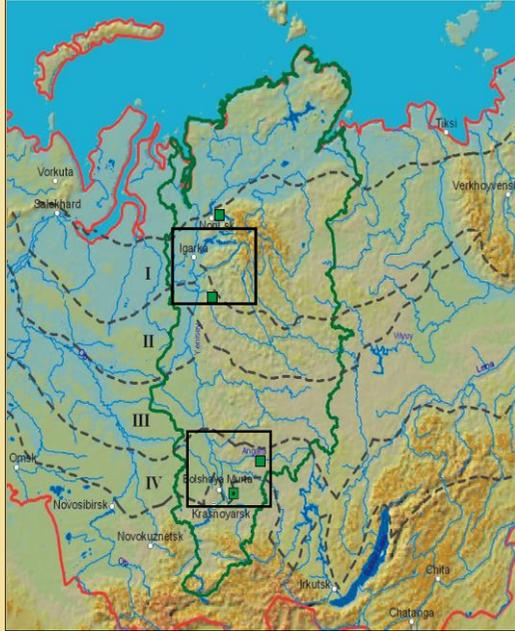
Разработка автоматизированных подходов к систематизации и картографированию биоразнообразия и восстановительной динамики лесных экосистем на основе ГИС, ДДЗ и наземных данных

Основные задачи:

- 1. Инвентаризация и классификация существующего разнообразия лесного покрова с учетом закономерностей его естественной и антропогенной динамики**
- 2. Разработка и реализация алгоритма автоматизированной систематизации и картографирования лесорастительных условий**
- 3. Разработка и реализация алгоритма автоматизированного дешифрирования космических снимков**
- 4. Формирование карт лесорастительных условий и восстановительной динамики лесной растительности**

Research objectives:

- Classification and inventory of the current diversity and regeneration dynamics of forest ecosystems**
- Development of automated technique of classification and mapping of vegetation cover dynamics**
- Development of a GIS-based maps of forest site conditions and forest ecosystem dynamics**



Study areas

Bioclimatic zones:

I – forest-tundra

II – northern taiga

III – central taiga

IV – southern taiga

□ test areas

— Boundary of Krasnoyarskiy region

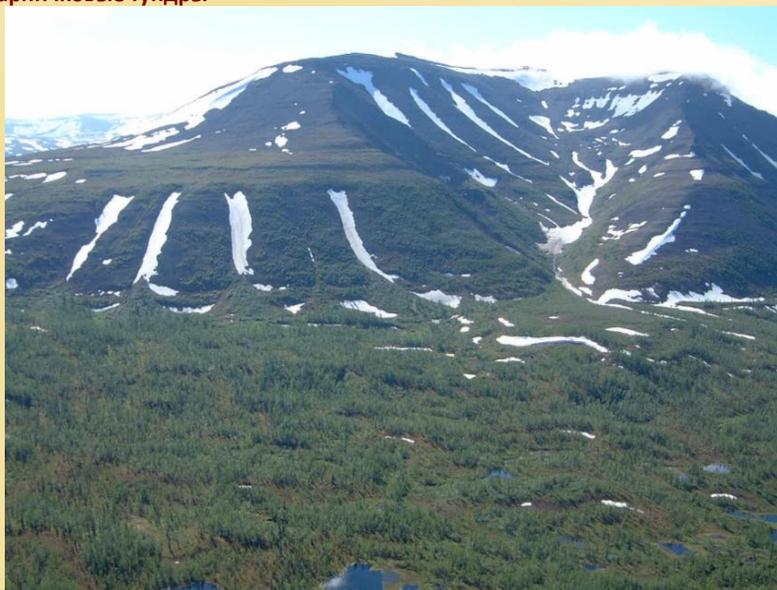
Ледниковые аккумулятивные плоские и пологоволнистые равнины с многочисленными термокарстовыми озерами с березово-еловыми долгомошно-сфагновыми и осоково-кустарничковыми редколесьями и травяно-лишайниково-моховыми болотами



Плоские и волнистые террасированные равнины с березово-еловыми и березово-лиственничными осоково-кустарничковыми и лишайниково-моховыми редкостойными лесами, участками моховых болот



Плато столово-ступенчатые, глубоко расчлененные, сложенные эффузивными породами (базальты) с лиственничными лишайниковыми редколесьями, переходящими выше по склонам в редины и пятнистые лишайниково-кустарничковые тундры



Плато холмистые, расчлененные, ступенчатые, с останцовыми возвышенностями и другими структурными формами, сложенные терригенно-карбонатными породами с елово-лиственничными и лиственничными рединами и редколесьями в сочетании с кочкарными осоково-моховыми тундрами



Плато крутосклонные, с широким развитием осыпей, сложенные эффузивными породами (базальты) с лиственничными лишайниковыми редколесьями, переходящими выше по склонам в редины и пятнистые лишайниково-кустарничковые тундры



Горные каменистые тундры



Основные этапы работы:

1. Анализ исследуемой территории с использованием ЦМР, тематических карт, литературных данных и материалов наземных исследований, разработка предварительных классификаций
2. Систематизация лесорастительных условий исследуемой территории на основе анализа ЦМР, формирование карты потенциальных лесорастительных условий
3. Автоматизированное дешифрирование космического снимка
4. Распознавание и интерпретация полученных классов, формирование карты растительности, верификация

The main steps of the work

1. An analysis of thematic maps, literature and field data to develop a preliminary vegetation classification
2. An automated classification and mapping of potential forest growing conditions of a test area
3. An automated classification of a multi-band satellite images.
4. Development of forest vegetation series and maps of forest regeneration dynamics

Step 1. Preliminary vegetation cover classification

Принципы динамического подхода к классификации лесного покрова (Колесников, 1956)

- Разнообразие лесов понимается как совокупность определенных стадий лесообразовательного процесса.
- Ведущими лесообразовательными факторами признаются условия среды и биологические свойства древесных пород.
- Все разнообразие насаждений систематизируется не по изменчивым внешним признакам (например, видовой состав), а по сходству условий местопроизрастания, происхождению и направленности развития лесных сообществ.
- Участки территории, сходные по топографическому положению и сочетанию форм и элементов рельефа, характеризуются качественно однородным режимом комплекса природных факторов (климатических, орографических, почвенно-гидрологических), обуславливающих однородный лесорастительный эффект.
- Все насаждения в пределах относительно однородной по топологическому положению территории рассматриваются как возрастные стадии характерного для этих условий коренного насаждения.
- Коренные и производные типы насаждений группируются в восстановительный ряд растительности – тип леса, основную единицу динамической классификации.
- Классификация растительности и лесорастительных условий является сопряженной.

A topogenetic approach (genesis – is the Greek for “origin”) that is, classification of forest sites originated under similar topographic conditions) was developed by B.A. Ivashkevich (1916, 1927, 1933) and B.P. Kolesnikov (1956) for mountain forests of the Russian Far East

The principles of the topogenetic approach to classification of forest cover

- The major factors controlling forest development are site conditions and biological properties of woody species
- Forest ecosystem diversity is considered to result from consecutive phases of forest development
- The entire diversity of vegetation communities is classified based not on continuously changing external characteristics, but on similarity of site conditions, genesis, and development trends of forest communities
- Sites of a similar topography, which are characterized by the same mesorelief are considered to have the same environmental effect on vegetation development
- All stands that grow within a relatively uniform area are common in genesis, they are considered as the age stages of a major forest stand
- A regeneration series built of major and secondary stand types and called “forest type” is the core unit of the topogenetic classification of the forest cover

Forest cover classification units

Единицы географо-генетической классификации (Ивашкевич, 1927, 1933; Колесников, 1956)

Тип насаждений (тип лесного биогеоценоза по В.Н. Сукачеву) - участки леса, принадлежащие к определенным стадиям возрастных или восстановительных смен и однородные по составу древесных пород и других ярусов растительности

Stand type (age stage)

Тип леса - ряд генетически связанных и последовательно сменяющихся насаждений, развивающихся в пределах определенного типа лесорастительных условий

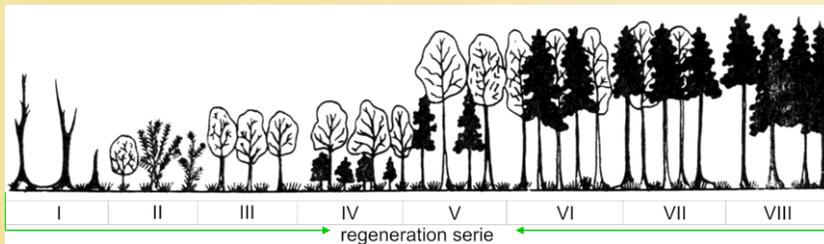
Forest type – series of genetically linked successive vegetation communities developing under certain type of a forest site conditions

Тип лесорастительных условий — участки территории, принадлежащие к сходным по топографическому положению и происхождению формам рельефа и характеризующиеся качественно однородным режимом комплекса природных факторов (климатических, орографических, почвенно-гидрологических), обуславливающих однородный лесорастительный эффект (Колесников, 1956)

Forest growing condition type - sites similar in slope, aspect, and hydrological regime

Post fire regeneration series

A topogenetic approach allows to build forest classifications that reflect regeneration dynamics of vegetation communities in different site conditions.

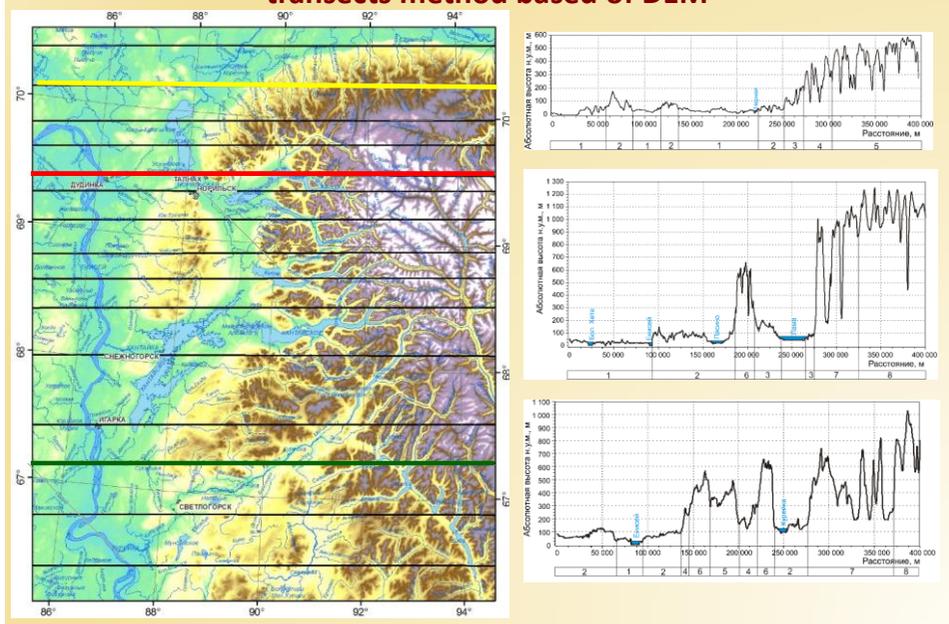


I - VIII – age stages

The stands of different ages currently existing under relatively similar site conditions are grouped into a temporal series, which is analogue to an age series and allows to track stand regeneration in a fairly long time interval.

The key criterion for combining stand types into regeneration series is similarity of site conditions.

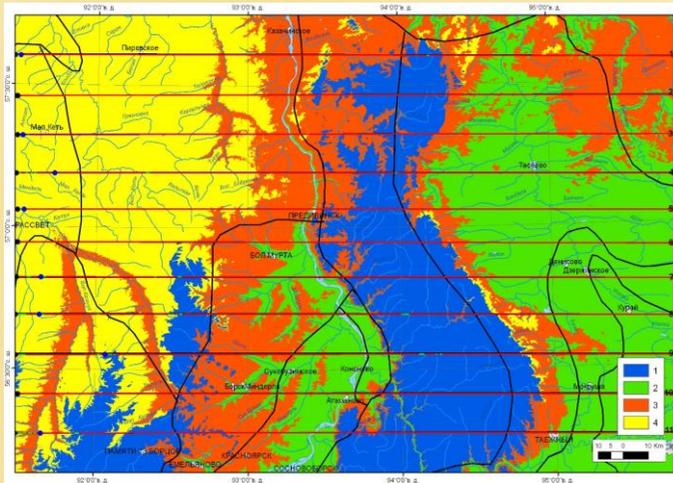
Analysis of orographic territory structure by topological transects method based of DEM



Fragment of conjugate classification of forest growing conditions and vegetation of test area

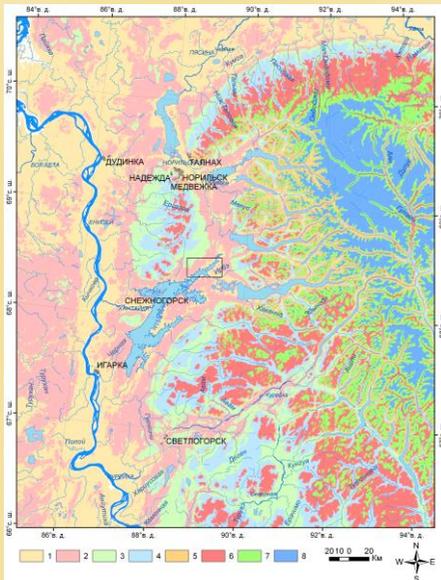
Лесорастительные условия of test area			Преобладающая растительность		
Геоморфологический комплекс лесорастительных условий	Группы ТЛУ	ТЛУ	Коренная	Производная	
II. Лесотундровые равнины (плоские, волнистые, полого-волнистые, холмистые, холмисто-грядовые), ледниковые аккумулятивные и аккумулятивно-денудационные, с ложбинами стока, буграми пучения, термокарстовыми котловинами, по понижениям заболоченные. Почвогрунты легкосуглинистые или супесчаные, длительная мерзлота на глубине 0,5-0,6 м	1. Плоская слабодренированная равнина (абс. выс. 31-63 м)	1.1. Плоские и слегка вогнутые заболоченные поверхности (0°)	Лесоболотные комплексы: елово-лиственничные травяно-болотные редколесья в комплексе с мохово-травяными болотами, в поймах с осоково-злаковыми лугами	Редкостойные березовые с осиной леса	
		1.2. Выровненные и слегка наклонные поверхности (0-1°)	Редкостойные лиственничники с елью и березой, крупнотравно-осоковые в сочетании с болотными травяно-ерниково-сфагновыми грядово-мочажинными комплексами	Березняк с елью крупнотравно-осоковый	
	2. Пологоволнистая с моренными всхолмлениями и заболоченная террасированная равнина (абс. выс. 72-118 м)	2.1. Плоские заболоченные поверхности (0°)	Болота травяно-моховые, ерниково-моховые		
		2.2. Слабо расчлененные слегка наклонные поверхности (0-1°)	Бугристо-западинные лесные комплексы: лиственничники кустарничково-зеленомошные на буграх в комплексе с лиственнично-березовыми травяно-ерниково-сфагновыми в западинах		Березовые с елью редколесья травяно-болотные
		2.3. Пологие склоны и междуречья (1-2°)	Лиственничники с елью кустарничково-зеленомошные, кустарничково-мшистые		Березовые редколесья хвощево-осоковые, осоково-мшистые
		2.4. Склоны и вершины гряд и холмов (2-5°)	Лиственничники с елью кустарничково-разнотравные, зеленомошно-разнотравные, лишайниково-кустарничково-мшистые		Березовые редколесья крупнотравно-мшистые

Land cover classes similar in climatic parameters (July mean temperature and average annual precipitation)



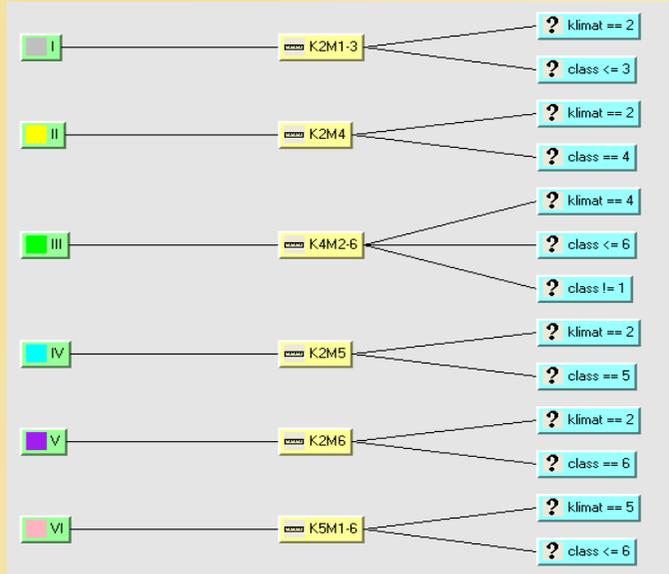
1. $t=18,1\pm 0,31^{\circ}\text{C}$, precipitation 409 ± 48 мм)
2. $t=17,3\pm 0,25^{\circ}\text{C}$, precipitation 411 ± 58 мм)
3. $t=16,5\pm 0,25^{\circ}\text{C}$, precipitation 468 ± 35 мм)
4. $t=15,9\pm 0,23^{\circ}\text{C}$, precipitation 523 ± 42 мм)

Land cover classes similar in morphometric parameters (elevation above sea level and slope)

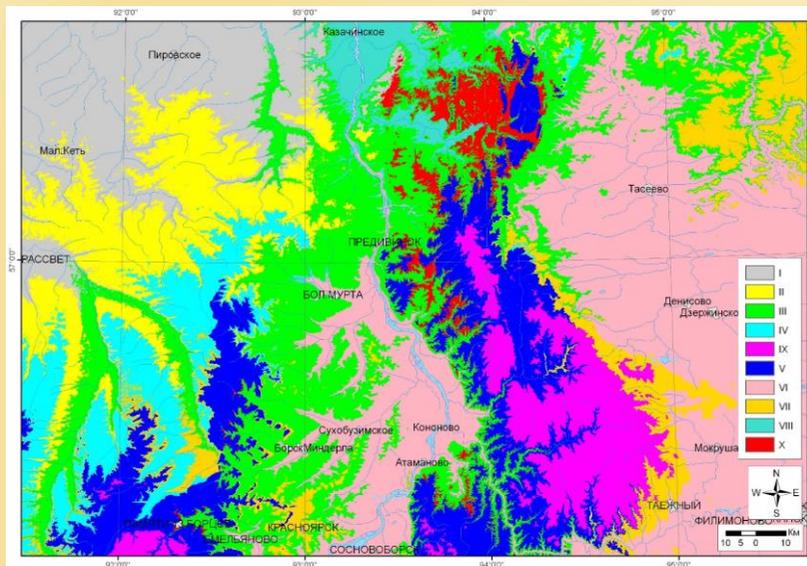


Номер класса, абс. выс.	Характеристика классов
1. 0-58 м	Плоские поймы и низкие террасы рек, низкие плоские аллювиально-аккумулятивные равнины с западинами, термокарстовыми озерами, заболоченные (тундры)
	Низкие плоские и волнистые аллювиально-аккумулятивные равнины с западинами, термокарстовыми озерами, заболоченные, плоские поймы и низкие террасы рек (лесотундры)
	Равнины плоские и слабо-волнистые аккумулятивные, с термокарстовыми озерами, котловинами и буграми пучения, местами заболоченные (редкостойные леса и редины)
2. 59-128 м	Равнины полого-волнистые, полого-холмистые, ледниковые аккумулятивные, с ложбинами стока, термокарстовыми озерами и котловинами, буграми пучения, по понижениям заболоченные (тундры)
	Равнины полого-волнистые, полого-холмистые, холмистые, ледниковые аккумулятивные, с ложбинами стока, термокарстовыми котловинами, по понижениям заболоченные (редины и редколесья)
	Равнины плоские, полого-волнистые, полого-холмистые, холмистые, озерно-аллювиальные аккумулятивные, с западинами и озерами, термокарстом, буграми пучения, по понижениям заболоченные (редколесья)

Expert classification of morphometric and climatic parameters for developing Geomorphological complexes of growing conditions by Knowledge Engineer module /ERDAS Imagine



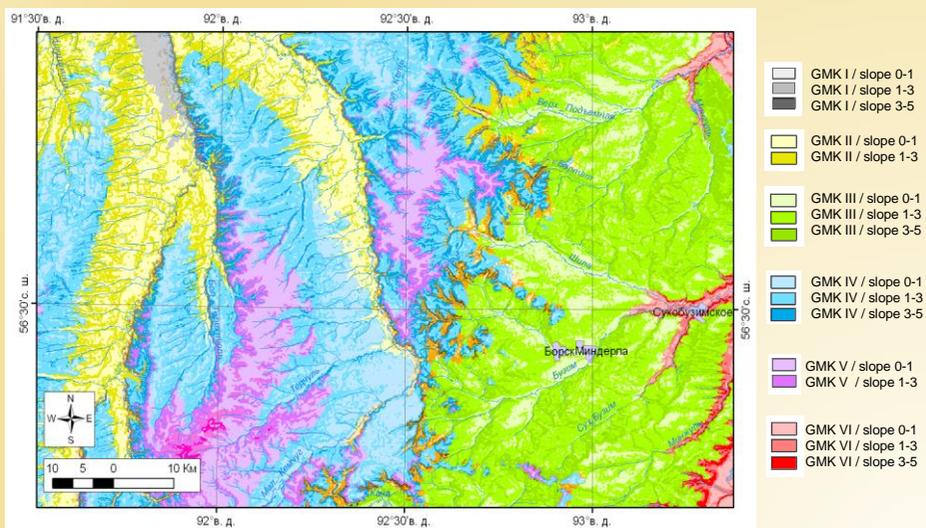
Map of potential growing conditions of study area (layer of geomorphological complexes)



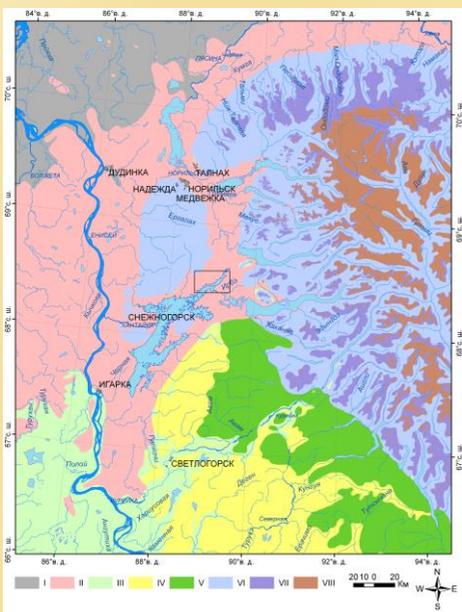
Morphometric parameters of geomorphological complexes of growing conditions classes

GM C class number	Elevation m a.s.l.	Mean elevation m a.s.l.	Class parameters			
			Elevation m a.s.l. STD	Slope		
				Slope interval, deg.	Mean slope, deg.	Slope STD, deg.
I	184-225	204.8	20.74	0.08-2.66	1.37	1.29
II	241-273	257.15	16.25	0.46-2.12	1.29	0.83
III	203-268	235.83	32.45	0.00-6.29	3.13	3.16
IV	296-337	316.4	20.9	0.57-2.95	1.76	1.19
V	320-409	364.27	44.51	1.30-7.42	4.36	3.06
VI	158-269	213.6	55.72	0.00-4.70	2.19	2.51
VII	293-377	335.1	41.83	0.75-4.97	2.87	2.11
VIII	106-162	134.1	28.11	0.15-3.23	1.69	1.54
IX	473-561	516.63	43.96	1.66-6.80	4.23	2.57
X	208-269	238.45	30.8	1.06-3.27	2.16	1.11

A fragment of potential growing conditions map (layer of growing conditions types)



Geomorphological complexes of forest growing conditions

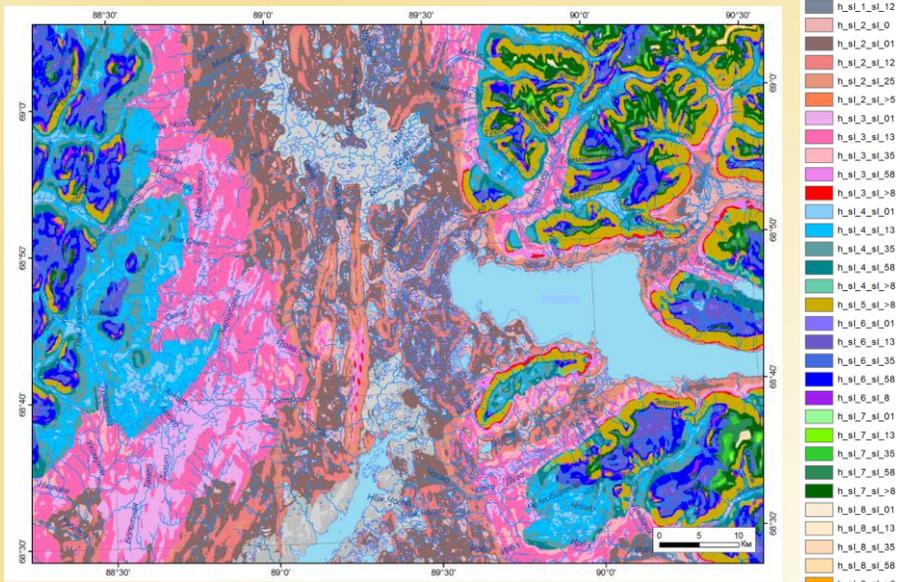


- I. Тундровые и лесотундровые ледниковые аккумулятивные равнины низкие (абс. выс. 0-58 м) плоские, полого-волнистые, с ложбинами стока, термокарстовыми озерами и котловинами, буграми пучения, по понижениям заболоченные.
- II. Лесотундровые ледниковые аккумулятивные и аккумулятивно-денудационные равнины (абс. выс. 59-128 м), волнистые, полого-волнистые и холмистые, с ложбинами стока, буграми пучения, термокарстовыми котловинами, по понижениям заболоченные.
- III. Тундрово-редколесные озерно-аллювиальные аккумулятивные и аккумулятивно-денудационные равнины (абс. выс. 129-226 м) полого-холмистые, холмистые и холмисто-грядовые, с ложбинами стока, термокарстовыми озерами и котловинами.
- IV. Редколесно-таежные равнины и плато низкогорий (абс. выс. 227-335 м), аккумулятивно-денудационные, денудационно-эрозионные. Равнины по понижениям заболоченные, с термокарстовыми формами, плато столово-ступенчатые, холмисто-грядовые, пологоувалистые, сложенные терригенно-карбонатными породами, с интрузиями траппов.
- V. Тундрово-редколесные плато низкогорий (абс. выс. 336-458 м), денудационно-эрозионные, столовые и столово-ступенчатые, густо расчлененные, сложенные эффузивно-осадочными породами (лавы).

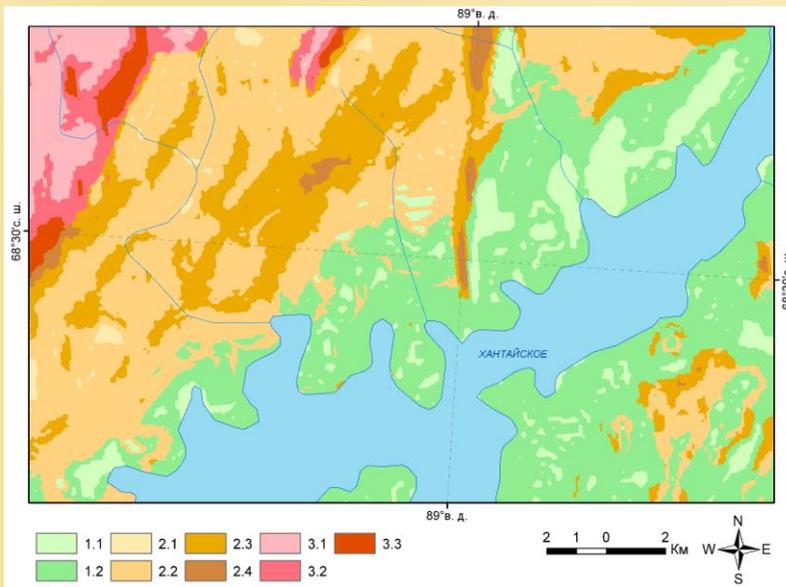
Statistic characteristics of the units of forest growing conditions classification

Классы ГМК ТЛУ	Преобладающие классы ПТЛУ	Морфометрические параметры классов						Классы ТЛУ
		Абсолютная высота, м			Уклон поверхности, град.			
		Интервал	Среднее	STD	Интервал	Среднее	STD	
I	1 (65%)	19-53	36	17	0-1,1	0,5	0,6	0
	2 (31%)	67-117	92	25	0,4-2,2	1,3	0,9	0-1 1-2 2-5
II	1 (52%)	31-63	47	16	0-0,9	0,4	0,5	0
	2 (44%)	72-118	95	23	0-1,8	0,9	0,9	0-1 1-2 2-5
III	1 (47%)	27-63	45	18	0-1,1	0,5	0,6	0
	2 (47%)	75-129	102	27	0-2,1	1,0	1,1	0-1 1-2 2-5
IV	3 (48%)	182-260	221	39	0,1-3,3	1,7	1,6	0-1
	4 (35%)	325-437	381	56	0,8-4,8	2,8	2,0	1-3
	6 (15%)	494-592	543	49	1,2-5,4	3,3	2,1	3-5 5-8
V	3 (10%)	189-269	229	40	0,3-4,7	2,5	2,2	0-1
	4 (22%)	337-447	392	55	1,6-6,2	3,9	2,3	1-3
	6 (47%)	520-662	591	71	2,0-6,2	4,1	2,1	3-5
	7 (13%)	679-803	741	62	3,3-9,1	6,2	2,9	5-8 > 8
VI	3 (10%)	172-264	218	46	0,6-6,0	3,3	2,7	0-1 1-3 3-5 5-8 8-15 > 15

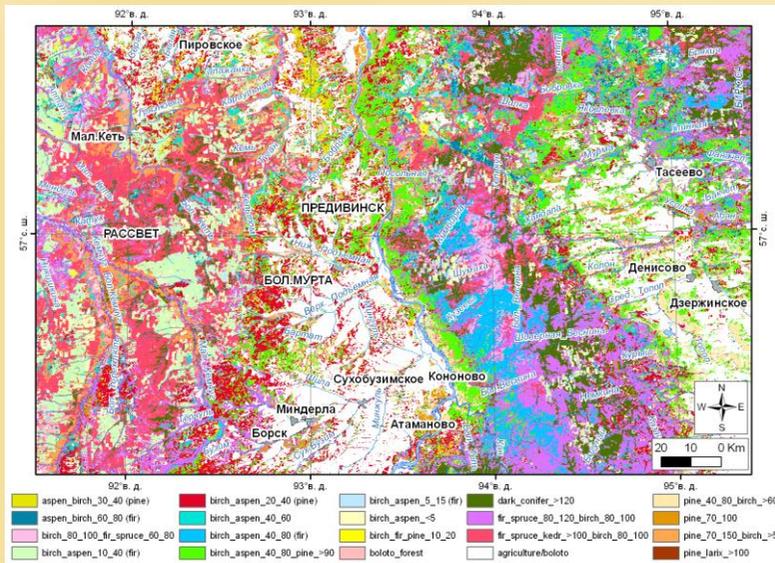
Forest growing conditions classes



A fragment of potential growing conditions map of the test area



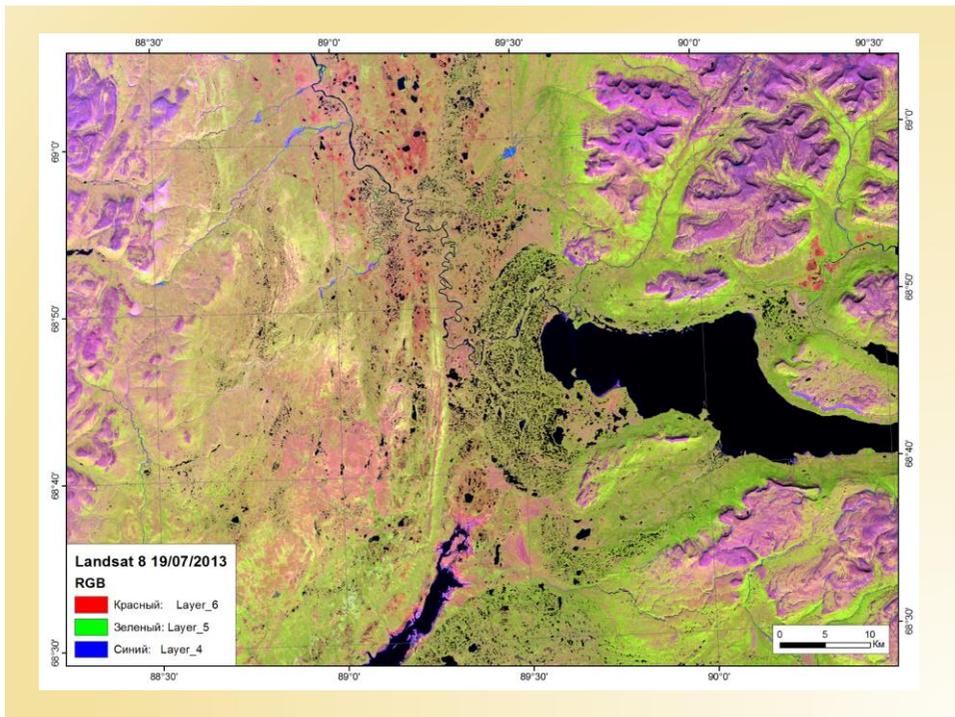
Results of Landsat images classification by MAXLIKE method



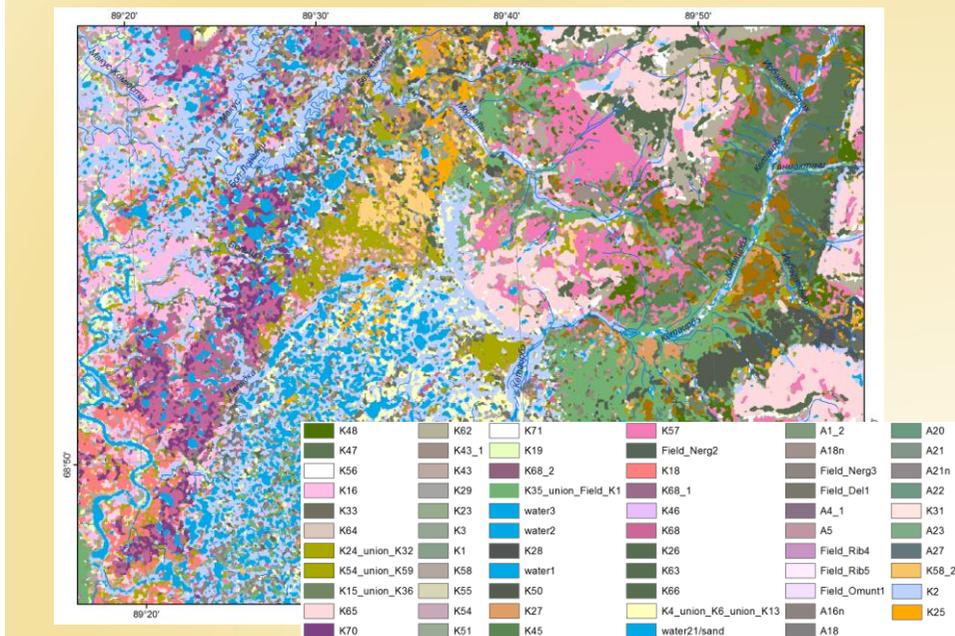
Kappa coefficient = 0.74

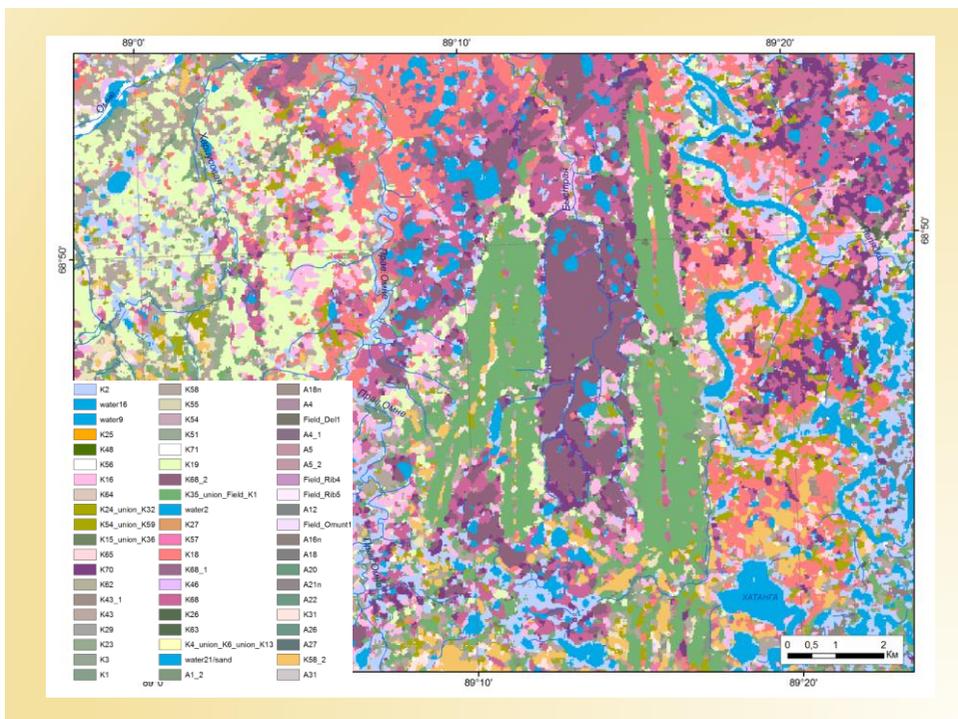
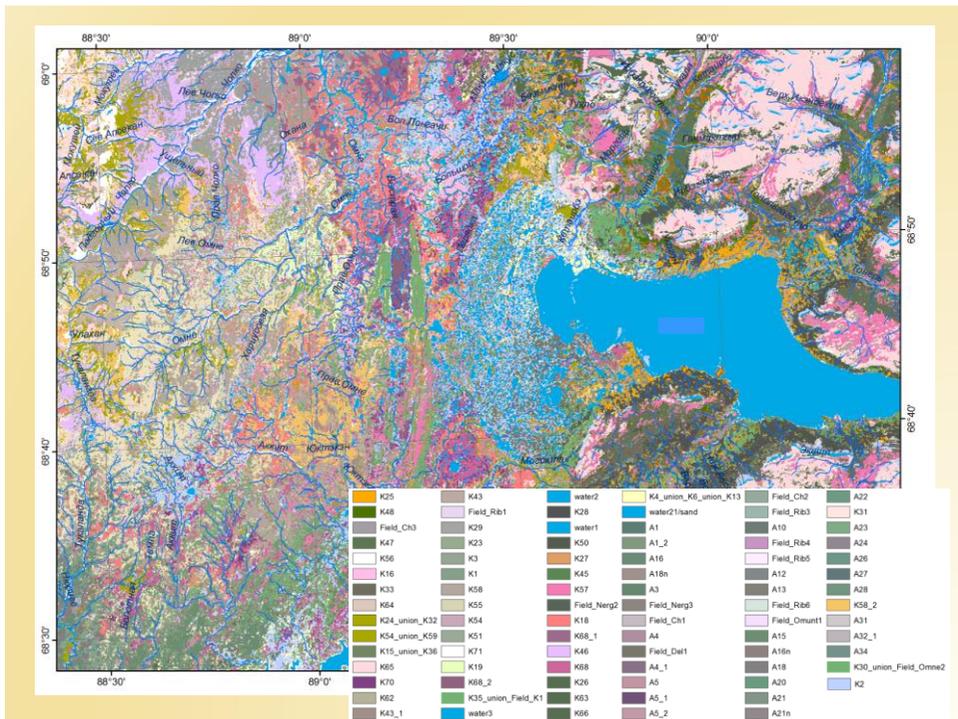
Forest vegetation classes interpretation

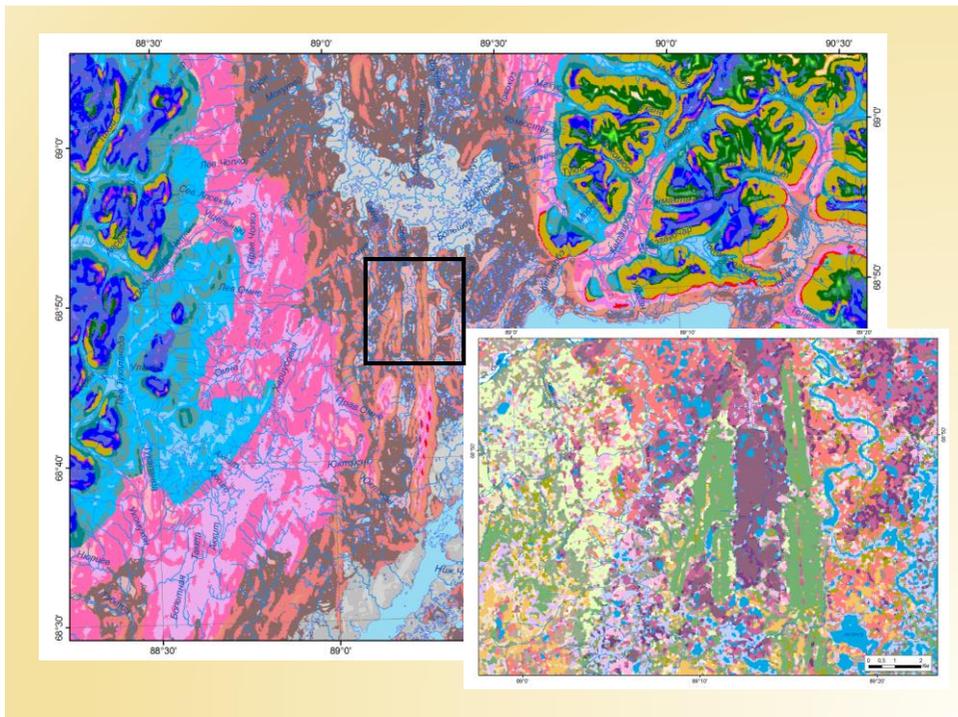
Forest vegetation chronosequence	Forest regeneration stages	Information class (major woody species and age)
1. Scots pine/ tall grass/forb stands supported by dark-colored sod forest soils and dark-grey loamy forest soils occur in watersheds and on the adjacent very soft slopes	initial regeneration stages of light conifers	birch_aspen_initial_stage
	young and middle-aged deciduous stands, which replaced light conifers	birch_aspen_5_20 (pine) birch_aspen_20_40 (pine)
	40-80-yr-old mixed light conifer/deciduous stands	pine_40_90_birch_60-80 birch_aspen_(40-80)_pine >120
	80-120-yr-old light conifer stands	pine_80_100 pine_80_120_birch_>50
	over 120-yr-old light conifer stands	pine_larix_>120
4. Fir/spruce/tall grass/forb stands supported by dark-colored sod forest, dark-grey, and double-humus-horizon moderately loamy sod-podzolic soils on flat-topped elevations and the adjacent soft slopes of an accumulative high plain	initial regeneration stages of dark conifers	birch_aspen_initial_stage
	young and middle-aged deciduous stands, which replaced dark conifers	birch_fir_10_20 birch_aspen_10_40 (fir) aspen_birch_20_40 (fir)
	40-80-yr-old mixed light conifer/deciduous stands	fir_spruce_60-80_birch_60_90 birch_aspen_40-60 (fir) birch_aspen_60_80 (fir)
	80-120-yr-old dark conifer stands	fir_spruce_80_120_birch_70_100
	over 120-yr-old dark conifer stands	spruce_fir_>120



Results of Landsat images classification by MAXLIKE method







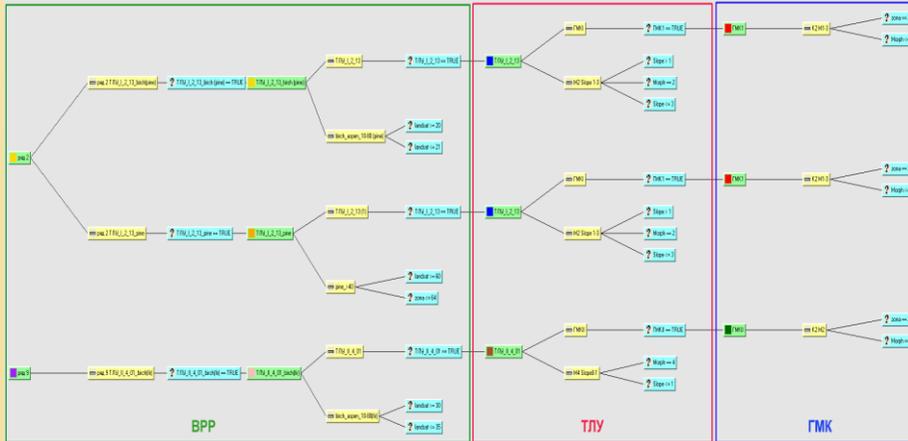
Step 1. Preliminary vegetation cover classification

Step 2. Automated classification and mapping of potential forest growing conditions

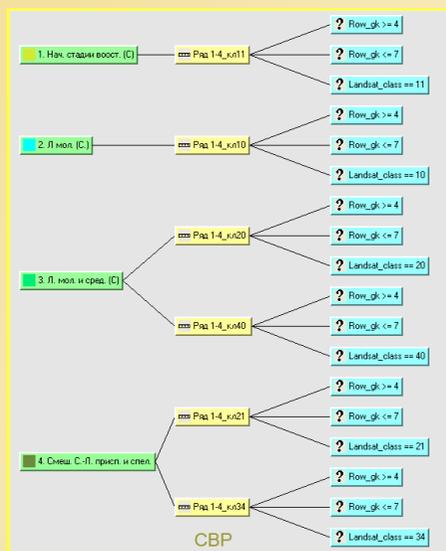
Step 3. An automated classification of multi-band satellite images

Step 4. Development of forest regeneration series and a GIS-based maps of forest regeneration dynamics

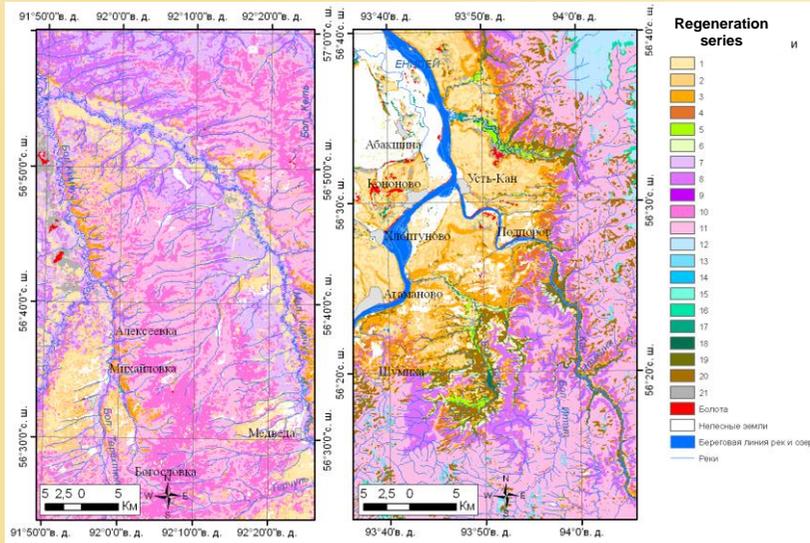
Decision tree expert system for classification and mapping of growing conditions and forest regeneration dynamics by Knowledge Engineer module /ERDAS Imagine



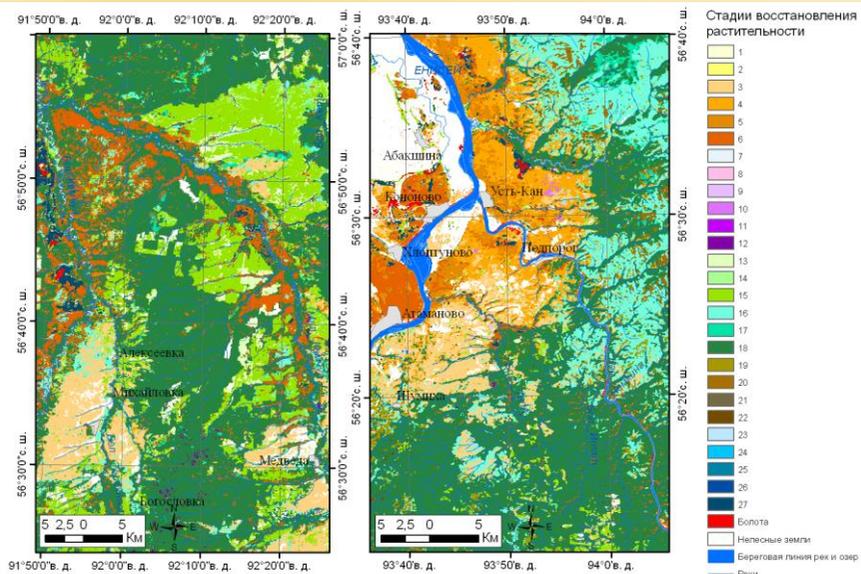
Fragment of expert classification – section of age regeneration stages



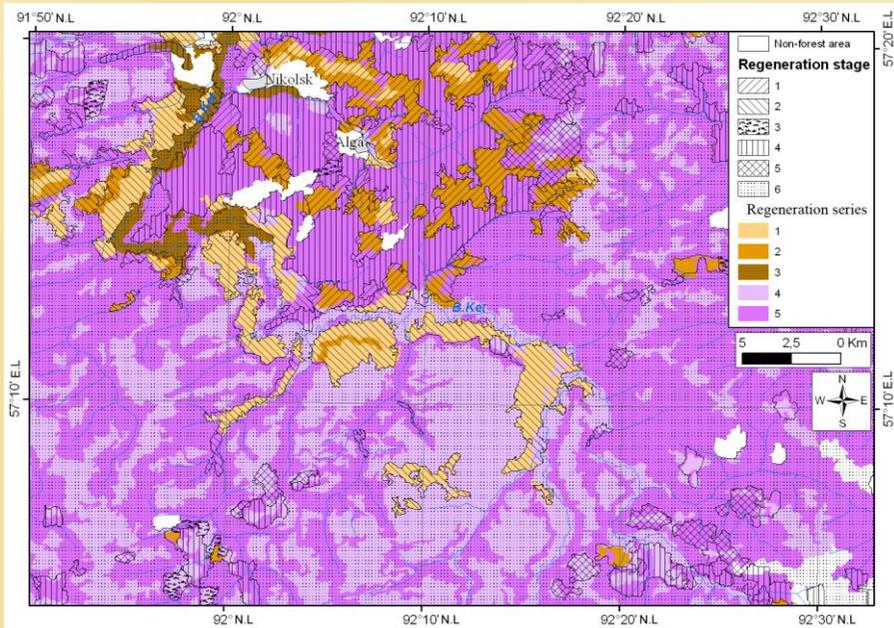
Fragments of the study area forest dynamics map (layer of forest types)



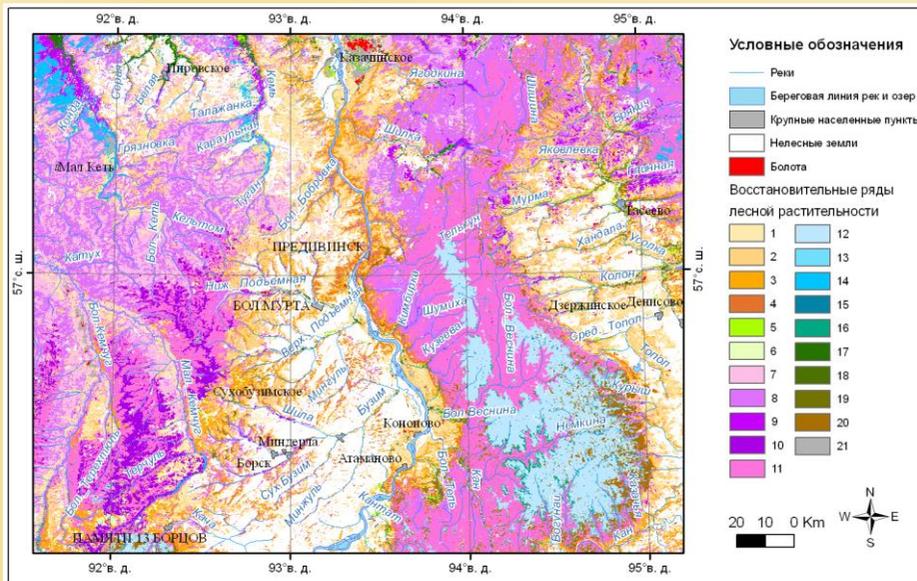
Fragments of the study area forest dynamics map (layer of age regeneration stages)



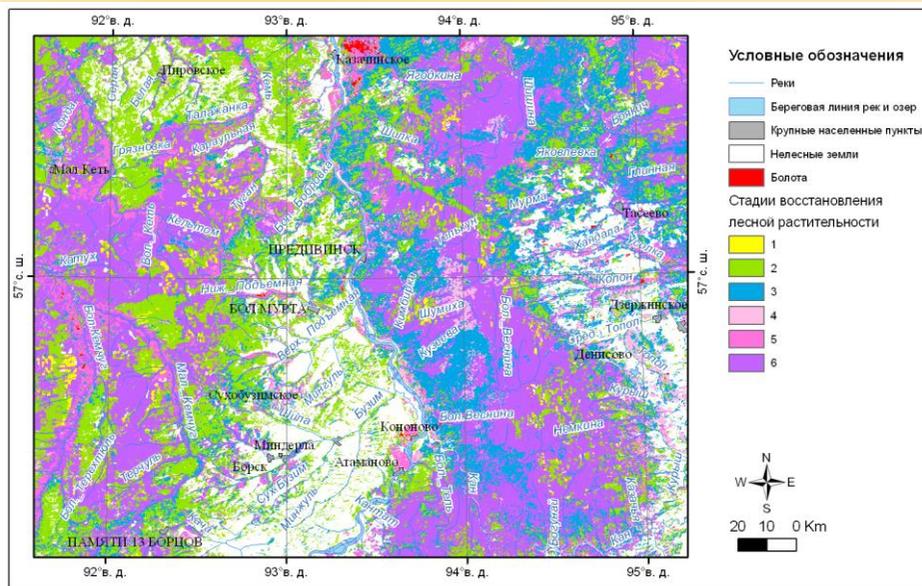
Fragment of two-layer forest regeneration dynamics map



Forest dynamics map of the southern part of near-Yenisei Siberia (layer of forest types)

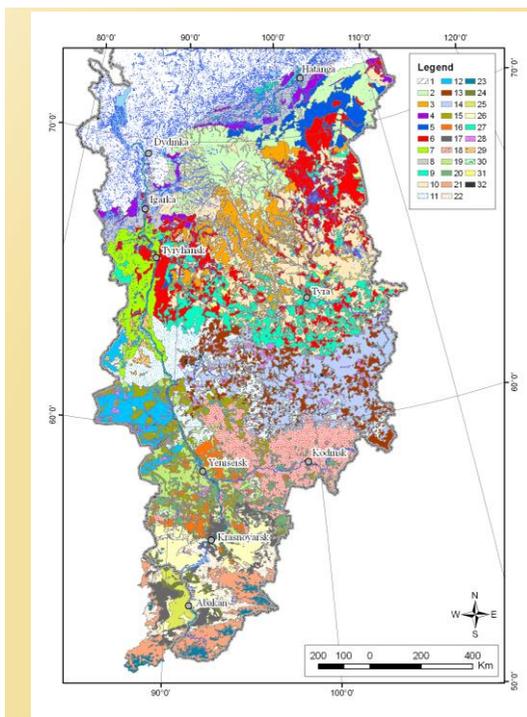


Forest dynamics map of the southern part of near-Yenisei Siberia (layer of age regeneration stages)



Fragment of conjugate classification of forest growing conditions and vegetation (a base of the map legend)

Forest growing conditions		Predominant vegetation		
Geomorphological complex of forest growing conditions (GMC)		Type of forest growing conditions	Native forest types	Secondary vegetation
Number and mean parameters	Description			
II. Elevation above sea level, m: 257,15 ± 16,25 Slope, deg.: 1,29 ± 0,83	Elongate-elevated or rolling, elevated and flat denudation, and denudation-erosional plains made up by eluvial-deluvial and alluvial-deluvial brown heavy loams, brown loessed clays and loamy sands on river terraces. The soils are dark-colored sod-meadow, sod-gley, forest grey and double-humus-horizon dark-grey and sod-podzol.	Watersheds and adjacent very soft slopes	1. Scots pine/ tall grass/forb stands	- grass canopy (initial forest regeneration stage),
		Soft and moderately steep slopes of river terraces	2. Scots pine/forb stands 3. Scots pine/forb/ whortleberry (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>) stands	- young and middle-aged birch and aspen tall grass/forb stands, - mixed conifer/deciduous stands, - ripening conifer stands,
		Flat-topped elevations and the adjacent soft slopes of high plain (0-1°)	4. Fir/spruce/tall grass/forb stands	- mature and old conifer stands
		Soft slopes (1-3°)	5. Mixed fir/spruce/grass stands	
IV. Elevation above sea level, m: 213,6 ± 55,72 Slope, deg.: 2,19 ± 2,51	Hilly-ridged or rolling soft sloping, low slightly dissected plateau made up by eluvial-deluvial and alluvial-deluvial brown heavy loams The soils are grass sod-podzolis (grass sod-deep podzolic), forest grey.	Flat watersheds and soft slopes of low-elevated part of the mountane range (0-3°)	6. Mixed fir/spruce/ feather moss/short grass stands	
		Soft and moderately steep slopes (3-5°)	7. Mixed fir/spruce/ feather moss/forb stands	
		Watersheds and various slopes of river terraces	1. Scots pine/ tall grass/forb stands 2. Scots pine/forb stands	



Vegetation cover map of Krasnoyarskiy region

Лесотундра

4 - еловые и лиственнично-еловые редколесья в сочетании с мохово-кустарничковыми тундрами

5 - лиственничные и елово-лиственничные редколесья и редины мохово-лишайниковые, кустарничково-мохово-лишайниковые с фрагментами кустарничково-мохово-лишайниковых, пятнистых и ериковых тундр

Северотаежные леса и редколесья

6 - елово-лиственничные и лиственнично-еловые с кедром и березой мохово-лишайниковые, мохово-кустарничково-лишайниковые леса и редколесья в сочетании с крупнобугристыми и плоскобугристыми болотными комплексами, кочкарными болотами и заболоченными ериками

7 - кедрово-еловые кустарничково-зеленомошные, мохово-лишайниковые леса и редколесья в сочетании с массивами плосковыпуклых сфагновых болот и бугристо-озерным комплексом

8 - елово-лиственничные и сосново-лиственничные мохово-кустарничковые и мохово-лишайниковые заболоченные леса и редколесья в сочетании с мохово-лишайниковыми и ериковыми тундрами и бугристо-мочажинными и грядово-мочажинными болотами

9 - лиственничные, березово-лиственничные леса и редколесья кустарничково-зеленомошные, мохово-кустарничковые и мохово-лишайниковые часто с подлеском из ольховника

10 - горные лиственничные редкостойные леса и редины мохово-лишайниковые, кустарничково-лишайниковые в сочетании с ольховниками и лиственнично-березовыми криволесьями

Заключение

- Систематизация разнообразия растительного покрова является фундаментальной задачей, так как классификация объектов является важным этапом любого исследования.
- Разработана система сопряженного анализа разнородных данных для пространственного моделирования лесорастительных условий и восстановительной динамики лесов.
- На примере тестовой территории на основе сопряженного анализа данных космической мультиспектральной съемки, цифровой модели рельефа местности (ЦМР) и наземных исследований получены векторные карты, отражающие типологическое разнообразие лесной растительности и возрастные стадии ее восстановления в разных лесорастительных условиях.
- Сочетание автоматизированных методов выделения границ с экспертными оценками при идентификации выделенных классов позволяет выявлять характеристики растительного покрова, которые непосредственно не отображаются на космических снимках, но являются объектами тематического картографирования (типы лесорастительных условий, типы леса, восстановительно-возрастные стадии).
- Преимуществом предложенного подхода является возможность редактирования и актуализации сформированных карт при изменении растительного покрова.

Conclusions

- A systematization of vegetation cover diversity is a fundamental task of the science because a classification of objects is the main stage of any research
- A technique of automated classification and mapping of potential site conditions and forest regeneration dynamics involving a spatial analysis of multi-band satellite data, a digital elevation model, and ground measurements was developed and has been extended to other parts of central Siberia
- The combined use of automated methods and expert interpretation of the obtained classes allowed us to show on the maps characteristics of forest cover, directly invisible in space images, but very important regarding thematic mapping (forest site conditions types, forest types, age stages of forest regeneration)
- The application of the proposed approach allow to obtain raster and vector maps reflected forest regeneration dynamics in the range of site conditions which can be a basis of mapping of different ecosystem parameters

