



ЛАНДШАФТНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПТК И ДИНАМИКИ ДРЕВОСТОЕВ

Сысуев В.В.,

Географический ф-т МГУ им. М.В. Ломоносова

Москва, 2013

Задачи работы:

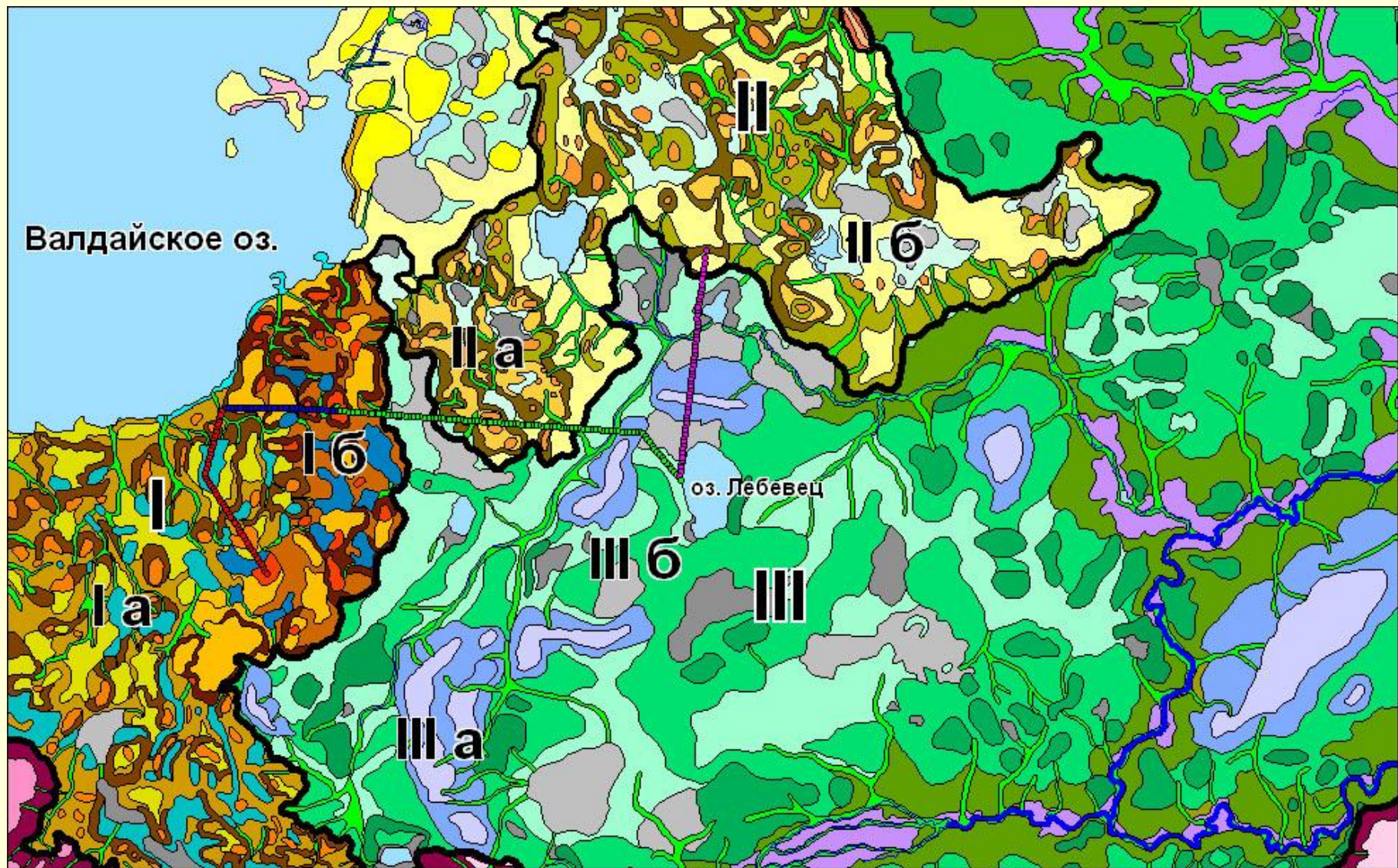
1. Количественная характеристика структуры ландшафтов методами теоретического моделирования на основе морфометрических параметров геофизических полей, дистанционного зондирования и полевых исследований.
2. Определение на основе ландшафтных, почвенных и лесотаксационных исследований диагностических признаков и выполнение численного моделирования типов условий местообитаний (ТУМ) растительного покрова.
3. Выявление взаимосвязи структуры и продукционных процессов функционирования ландшафта на основе имитационного моделирования пространственной динамики разновозрастных многопородных древостоев.
4. Разработка схемы и рекомендаций ландшафтного планирования пользования лесом на основе долгосрочного прогнозирования развития древостоя по контрастным сценариям лесопользования

Схема прогнозно-аналитической системы для ландшафтного планирования устойчивого лесопользования



Основные диагностические признаки типов условий местопроизрастания ТУМ: элемент рельефа (параметры геофизических полей), состав поверхностных отложений, глубина грунтовых вод, травяной покров, содержание гумуса и вид почв.

Фрагмент ландшафтной карты исследованной территории Шуйского лесничества (точками нанесены ландшафтные транссекты)



Легенда ландшафтной карты

I. Моренная суглинистая равнина с камовыми холмами с еловыми и сосново-еловыми кислично-зеленомошными лесами на дерново-палевоподзолистых почвах

I а. Холмисто-рядовая моренная равнина с ельниками чернично-зеленомошными на смытых дерново-палевоподзолистых почвах

I б. Мелкохолмистые камовые супесчаные комплексы на суглинистой морене с березово-сосново-еловыми кислично-зеленомошными лесами на дерново-палевоподзолистых почвах

II. Камово-озовая песчано-супесчаная равнина на озовых конусах выноса с сосново-еловыми папоротниково-майниково-кисличными лесами на иллювиально-железистых дерново-подзолах

II а. Мелкорядово-холмистые супесчаные камы на озовых конусах выноса с сосново-еловыми чернично-майниковыми лесами на слабосмытых иллювиально-железистых дерново-подзолах

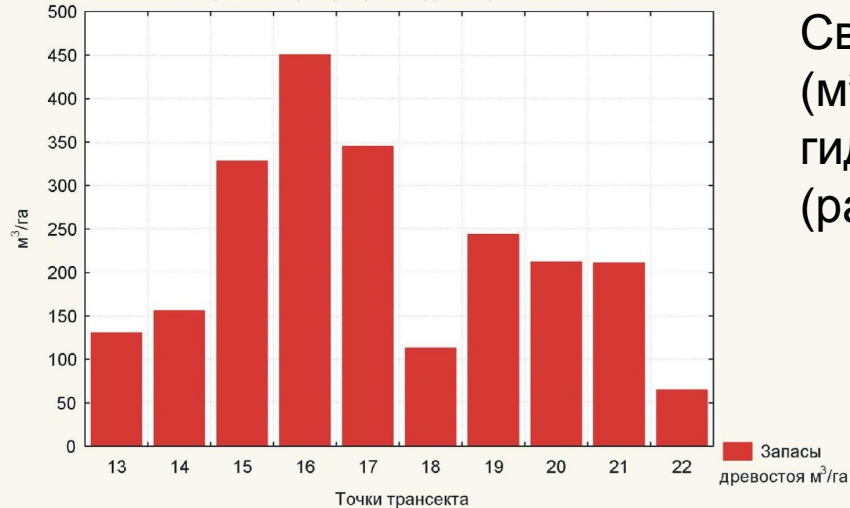
II б. Плоские заболоченные песчано-супесчаные поверхности на озовых конусах выноса с березово-еловыми чернично-осоковыми лесами на контактно-осветленных дерново-подзолах.

III. Озерно-водно-ледниковая равнина с крупнохолмистыми песчаными камовыми комплексами с сосново-еловыми долгомошными лесами на контактно-осветленных дерново-подзолах;

III а. Крупнохолмистые песчаные камы с сосновыми лесами на ожелезненных подзолах

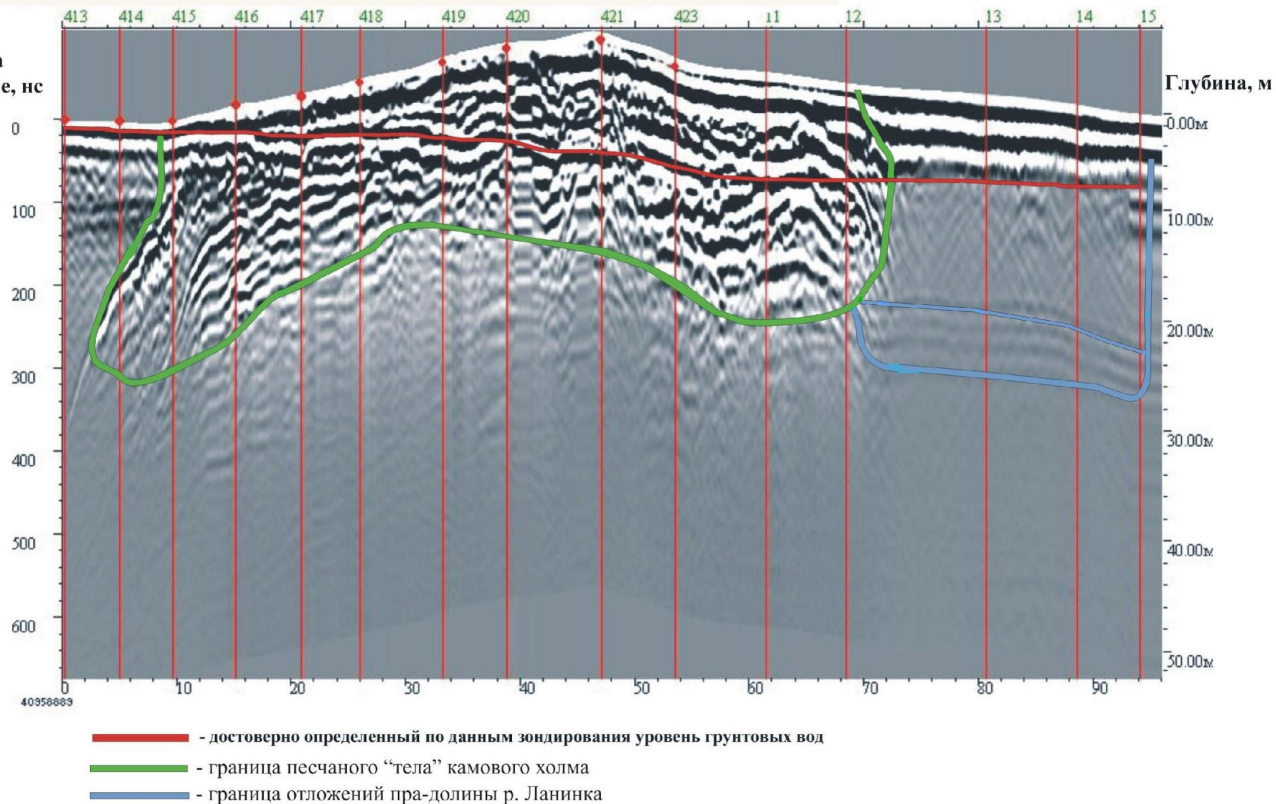
III б. Заболоченные плоские местности и террасы озер

Изменение запасов древесины ($\text{м}^3/\text{га}$) первого яруса в пределах камового холма



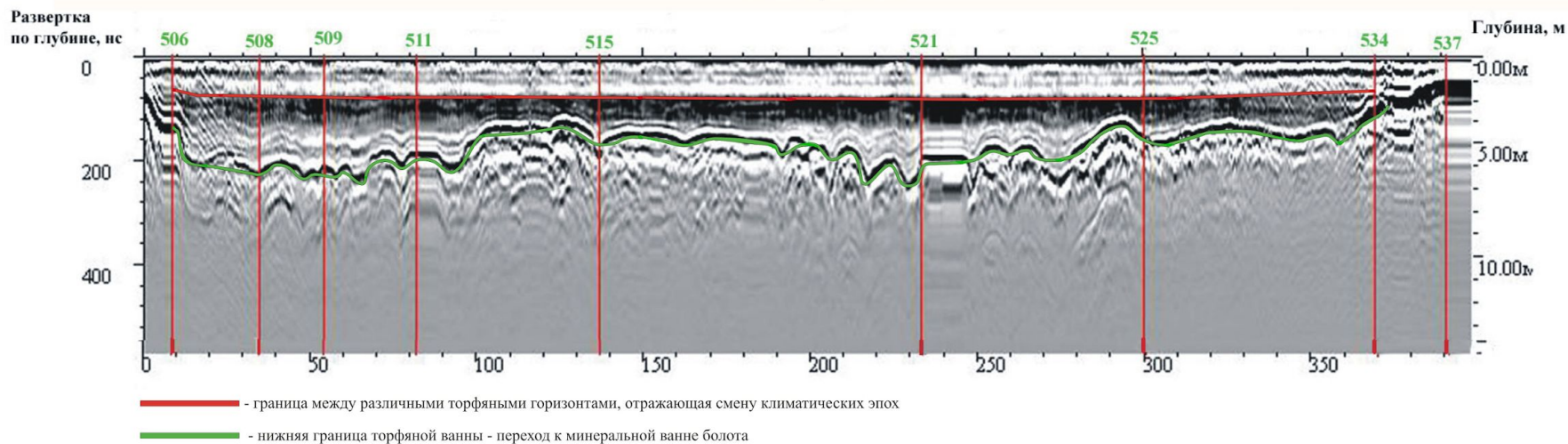
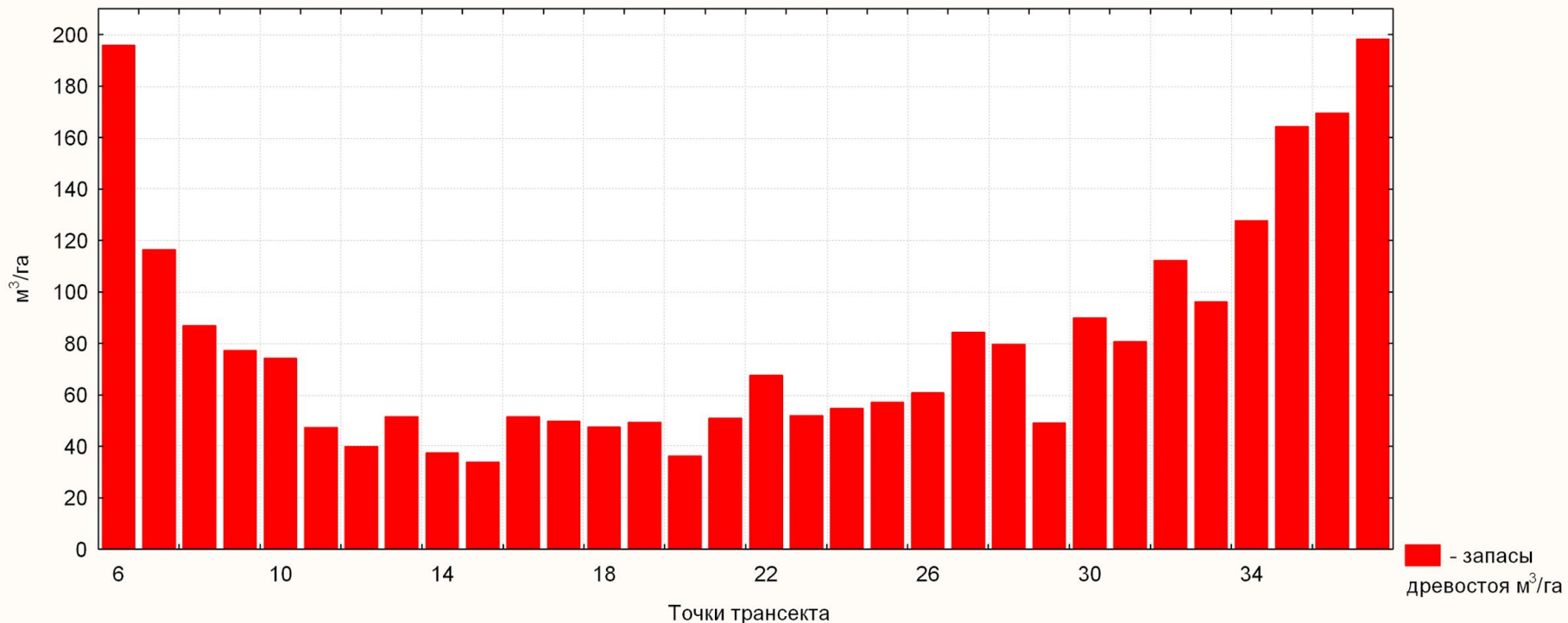
Связь запаса соснового древостоя ($\text{м}^3/\text{га}$) в пределах камового холма с гидрогеологическими условиями (радарограмма в нижней части).

Развертка по глубине, нс



Связь запаса древостоя ($\text{м}^3/\text{га}$) на верховом болоте «Обловское» с гидрогеологическими условиями (радарограмма в нижней части)

Изменение запасов древостоя 1 яруса ($\text{м}^3/\text{га}$) по болоту "Обловское"



Моделирование структуры ландшафтов на основе априорной информации ЦМР и ДДЗ

Материальные точки, из которых состоят пространственно-территориальные комплексы - **элементы поверхности рельефа** (практически пиксели цифровой модели местности имеющие географические координаты), а **их состояние описывается параметрами градиентов геофизических полей.**

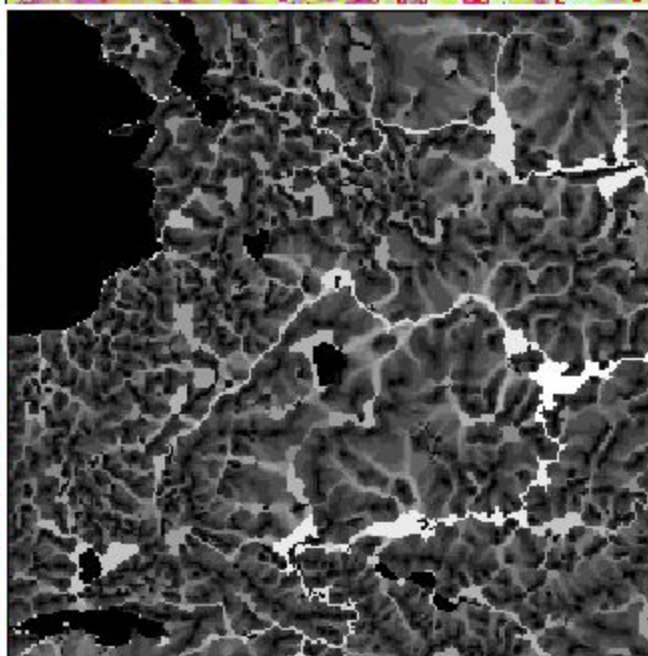
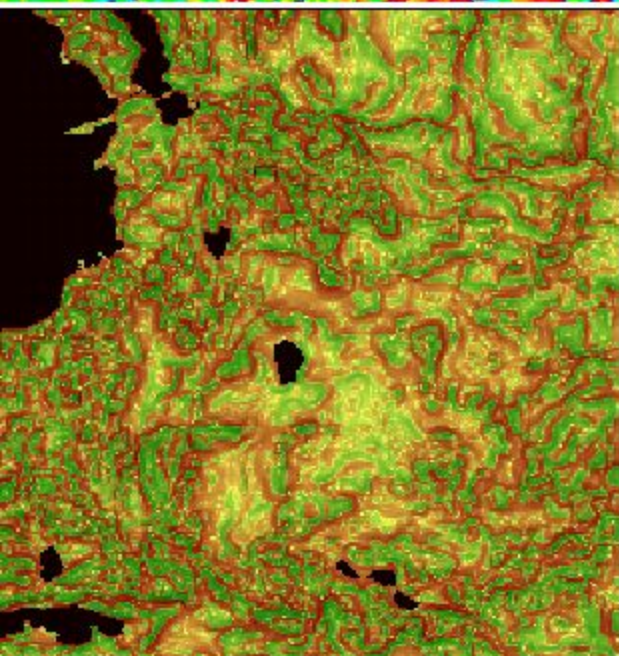
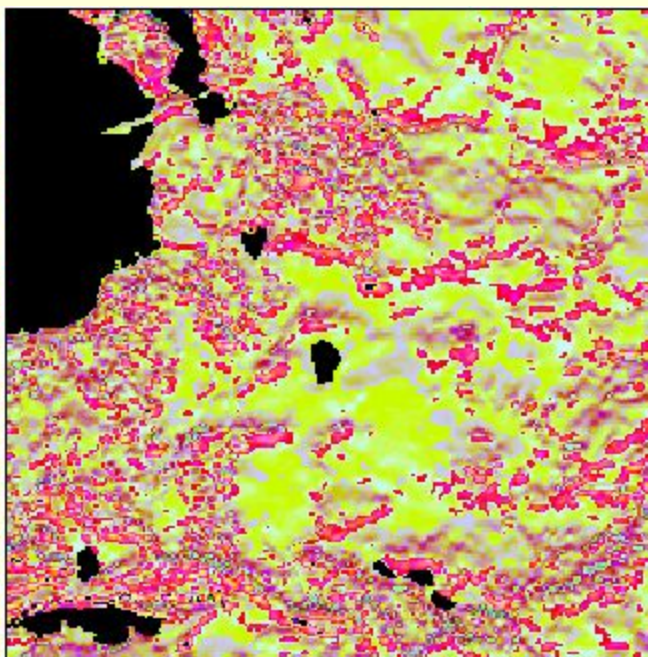
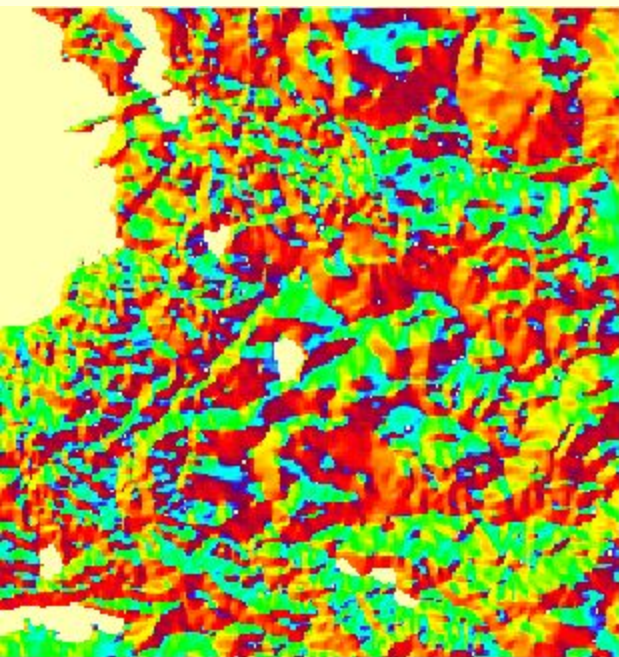
Выбор параметров градиентов полей гравитации и инсоляции (описывающих их морфометрических величин - МВ),

А). МВ описывающие факторы перераспределения солнечной (и тепловой) энергии: экспозиция и освещенность склонов; уклон; высота; доза прямой солнечной радиации (дневная, годовая).

Б). МВ описывающие распределение и аккумуляцию воды под действием силы тяжести: уклон; удельная площадь сбора и удельная дисперсивная площадь; глубина *B*-депрессий и высота *B*-холмов.

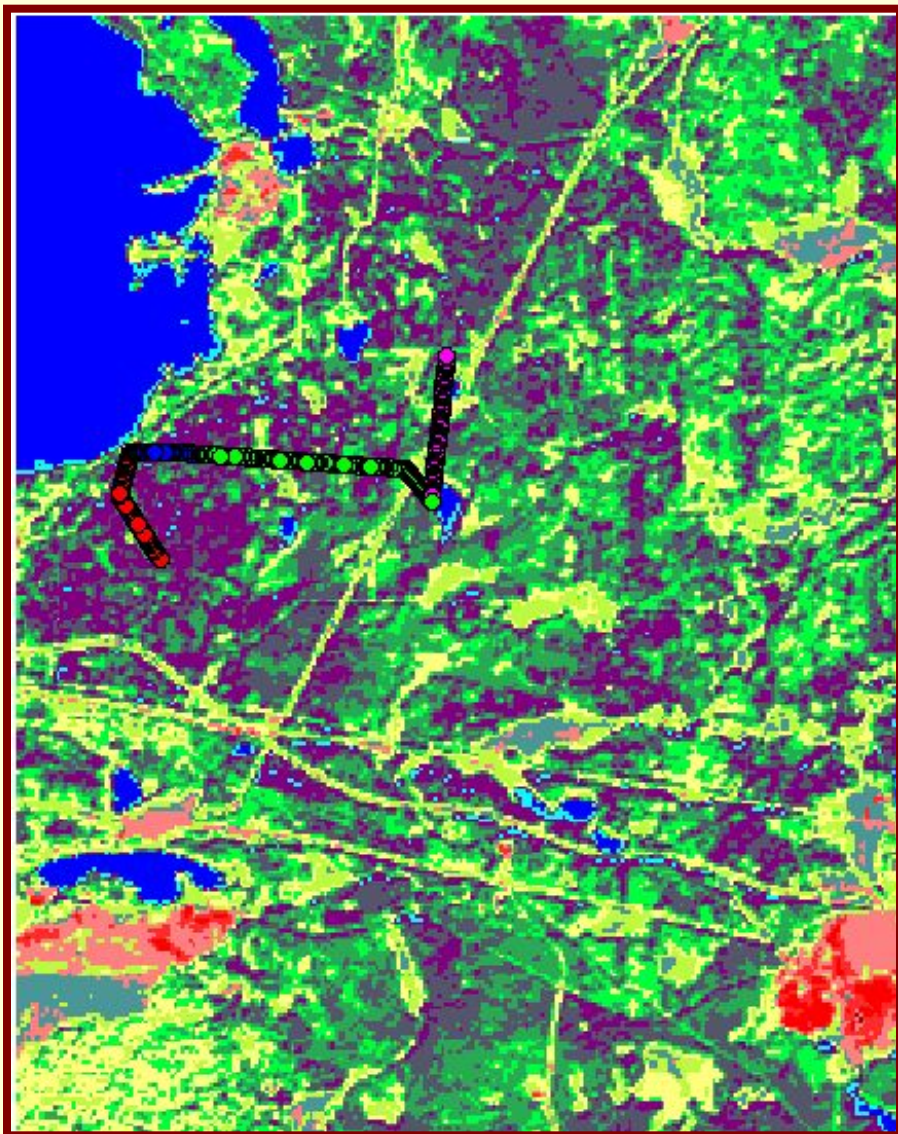
В). МВ описывающие механизмы перераспределения вещества под действием гравитации: уклон; высота; горизонтальная и вертикальная кривизна.

Выбор параметров описания состояния растительности и ПТК по данным дистанционного зондирования

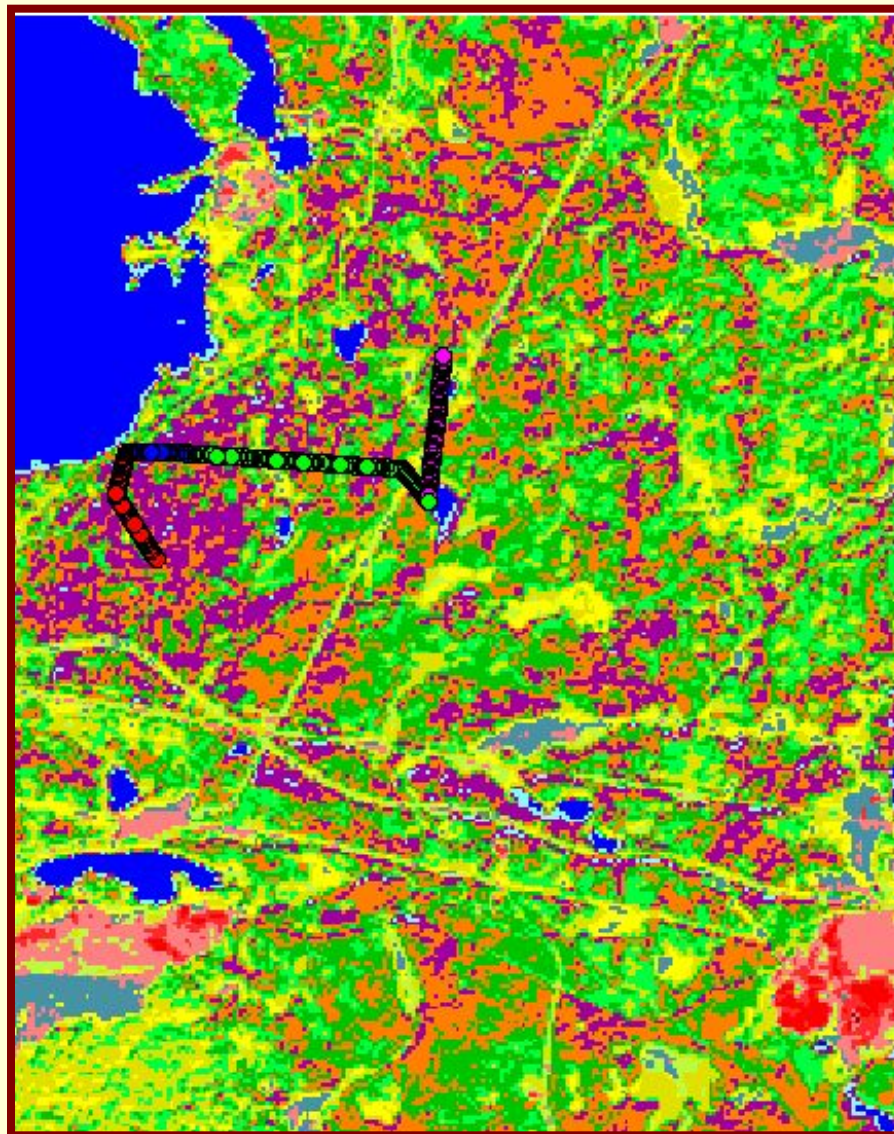


**Цифровые карты
морфометрических
параметров рельефа
исследованной
территории**
ориентация склонов
(слева вверху);
относительная величина
годового радиационного
баланса (справа вверху);
вертикальная кривизна
(внизу слева);
удельная площадь
водосбора (внизу справа)

Идентификация физического содержания классов растительного (ландшафтного) покрова, полученных по ДДЗ



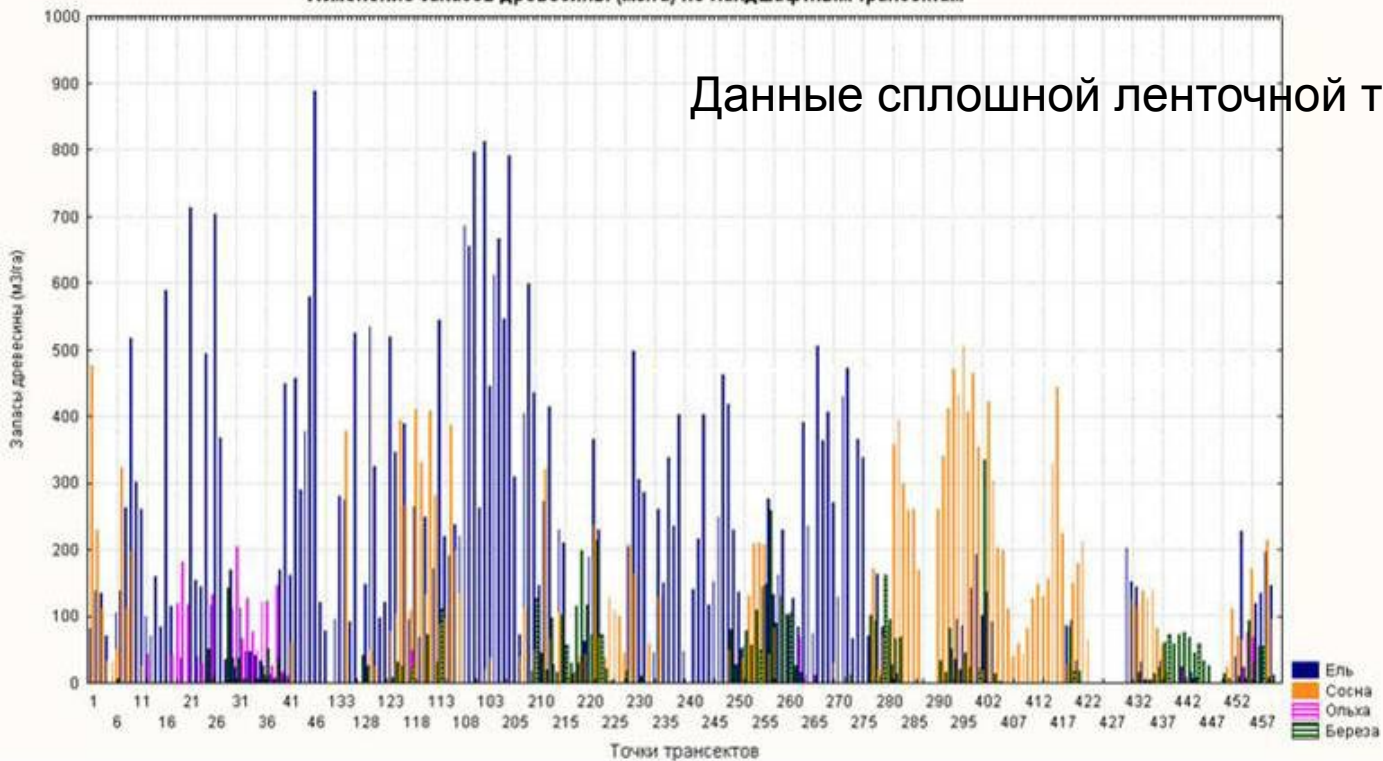
Интерпретация по априорным данным Lansat 7



Породный состав леса по данным сплошной ленточной лесотаксации

Изменение запасов древесины (м3/га) по ландшафтным трансектам

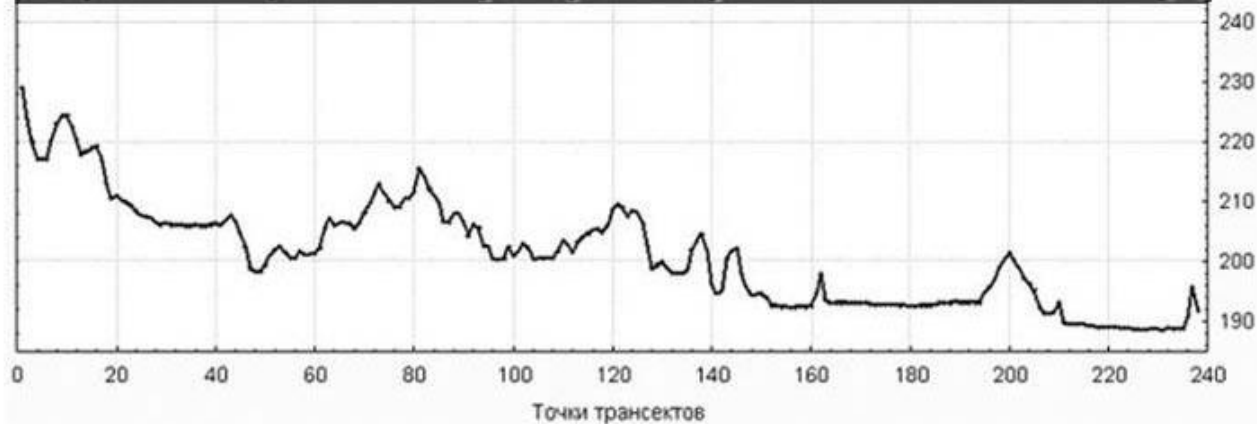
Данные сплошной ленточной таксации леса



I			III	II	III			II
I0	Iа	Iб	IIIа	IIа	IIIа			IIа

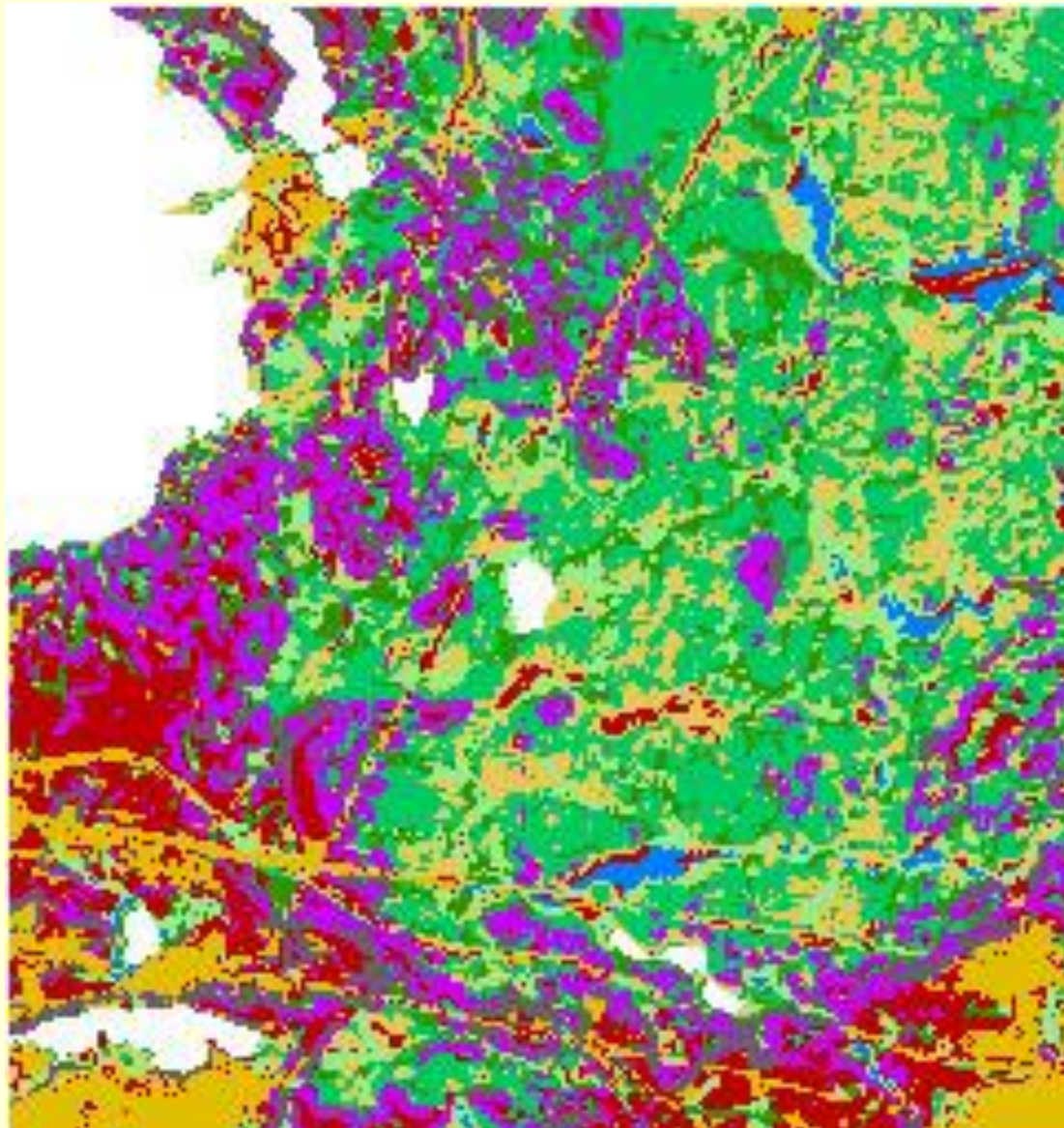
ландшафты

местности



Нивелировочный
профиль

Карта структуры ПТК на основе классификации рельефа по параметрам градиентов геофизических полей и космического снимка Landsat-7



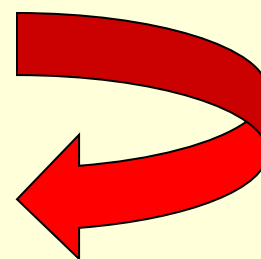
-  моренные гряды и камовые холмы с суглинистыми дерново-подзолистыми почвами под разнотравно-кисличными ельниками
-  вершины камовых холмов и дюнных гряд с песчаными дерново-подзолами под сосняками зеленомошными, беломошными и разнотравными
-  подножья холмов и плоские вогнутые ложбины с дерново-глеевыми и дерново-подзолистыми контактно отбеленными почвами под смешанными лесами
-  речные и озерные террасы с дерново- и торфяно-глеевыми почвами под ельниками и смешанными лесами
-  дюнные гряды и песчаные холмы с дерново-подзолистыми почвами под сосняками
-  плоские и выпуклые верховые болота с мощными торфами с редкостойными сосняками сфагновыми
-  речные поймы с дерново-глеевыми почвами под заливными лугами
-  крутые склоны холмов и гряд разного генезиса с дерновыми почвами под хвойными лесами
-  антропогенно измененные и антропогенные ландшафты (дороги, просеки ЛЭП, карьеры, сельхозугодья, лесопитомники и селитебные)

Классификация типов условий местообитаний - ТУМ (Погребняк, 1963)

Группа типов по трюности	Индексы типов леса	Влажность почвы	Сухая	Свежая	Влажная	Сырая	Мокрая
Олиготрофы	А	Индекс эдафотопы	A1	A2	A3	A4	A5
		Тип леса	Сосняк-лишайниковый	Сосняк-брусничник	Сосняк-черничник	Сосняк-чернично-долгомошный	Сосняк-сфагновый
Мезотрофы	В	Индекс эдафотопы	B1	B2	B3	B4	B5
		Тип леса	Сосняк-разнотравно-лишайниковый	Сосняк-разнотравно-зеленомошный	Сосняк-влажнотравно-черничный	Сосняк-влажнотравно-долгомошный	Сосняк-пушицево-сфагновый
Мезомегатрофы	С	Индекс эдафотопы	C1	C2	C3	C4	C5
		Тип леса	Ельник-неморально-разнотравный	Ельник-кисличник	Ельник-кислично-папоротниковый	Ельник-таволгово-хвоощовый	Ельник-болотнотравный

Олиготрофы	Условное обозначение местообитания	A1	A2	A3	A4	A5
	Потенциальный бонитет	4	2	3	5	--
Мезотрофы	Условное обозначение местообитания	B1	B2	B3	B4	B5
	Потенциальный бонитет	4	2	1	2	5
Мегатрофы	Условное обозначение местообитания	C1	C2	C3	C4	C5
	Потенциальный бонитет	2	1a	1	3	4

Потенциальные бонитеты еловых древостоев



Основные диагностическими признаками ТУМ :

элемент мезорельефа и состав поверхностных отложений, глубина грунтовых вод, травяной покров, содержание гумуса и вид почв.

На ландшафтном уровне дифференциация ТУМ определяется формами рельефа и составом отложений. На внутриландшафтном уровне основными факторами дифференциации ТУМ являются грунтовые воды и плодородие почв.

Моделирование для каждого ландшафта методом дискриминантного анализа показало достоверность (>60%) обусловленности ТУМ морфометрическими параметрами градиентов геофизических полей тяготения и инсоляции.

Карта потенциальных ТУМ растительности

Построена по обучающей выборке методами дискриминантного анализа

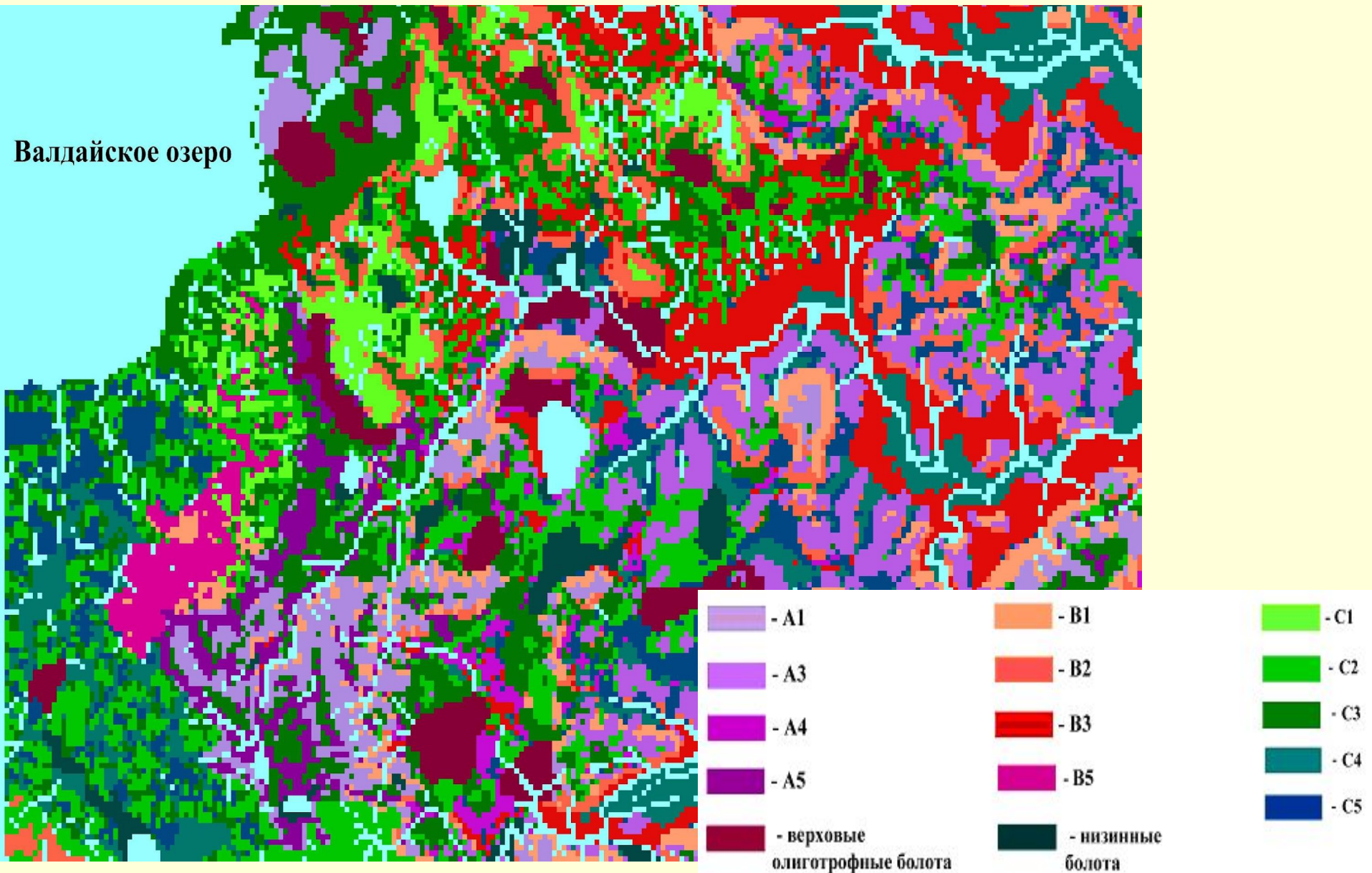




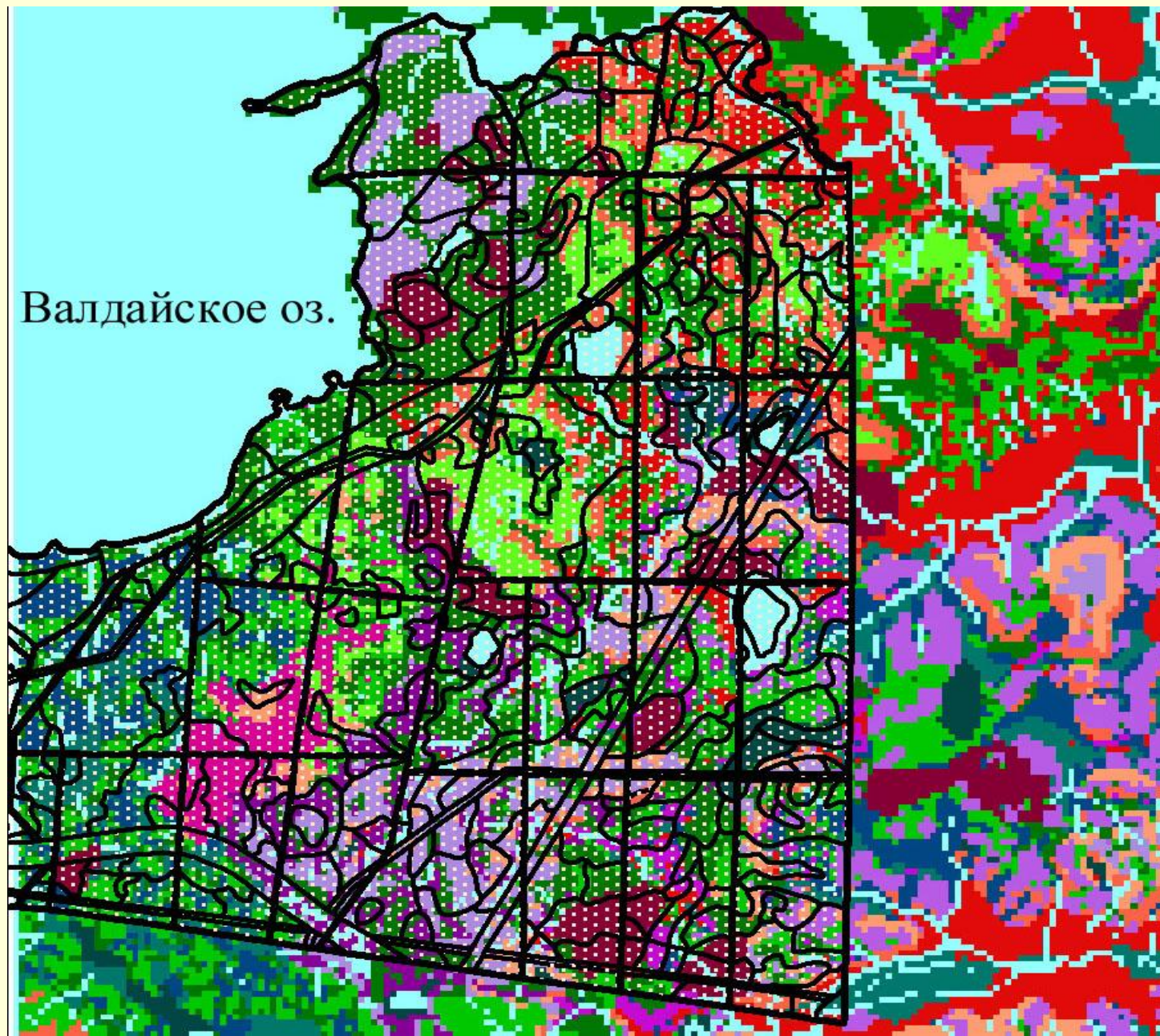


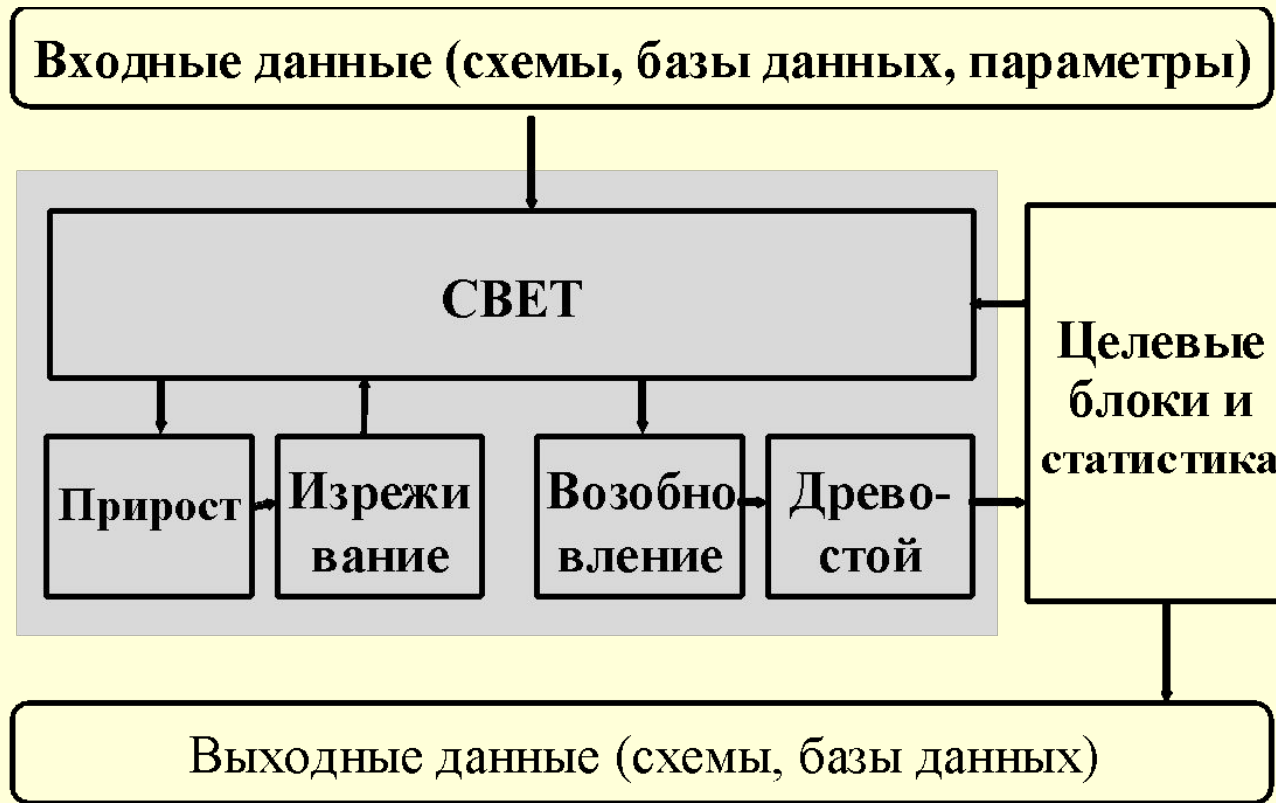
Таблица совмещения лесотаксационных выделов и ТУМ

ПТК		ТУМ	выдела (KV/VD)
100	Местность холмисто-рядово-западной конечной моренной суглинистой равнины с ельниками папоротниково-разнотравно-кислично-кустарничковыми на дерново-палеопodzольных почвах		
	выпуклые вершинные поверхности холмов с ельниками разнотравно-черничными и папоротниковыми на дерново-палеопodzольных остаточных карбонатных и контактно-отбеленных почвах;	С1 и С2	1-4001
	крутые и крутопокатые склоны холмов с ельниками чернично-зеленомошными и разнотравно-кисличными на смытых дерново-скрытоподзолных контактно-отбеленных почвах ;	С2	1-7001 3-2003 3-4003
	пологие и пологопокатые склоны холмов с сосново-березово-еловыми чернично-майниковыми и кисличными лесами на дерново-скрытоподзолных контактно-отбеленных глееватых почвах	С3	1-5001 1-7001 3-3003
	пологонаклонные ровные поверхности с размытой супесчаной моренной с осиново-березово-еловыми кислично-зеленомошными лесами на дерново-скрытоподзолных контактно-отбеленных глееватых и глеевых почвах	С4	1-3001 1-8001

Совмещение лесотаксационных выделов с потенциальными ТУМ

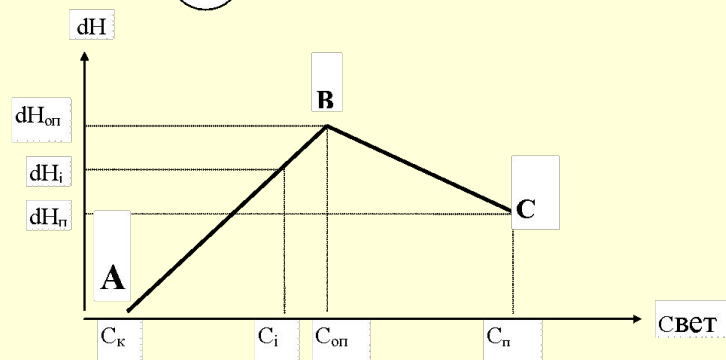
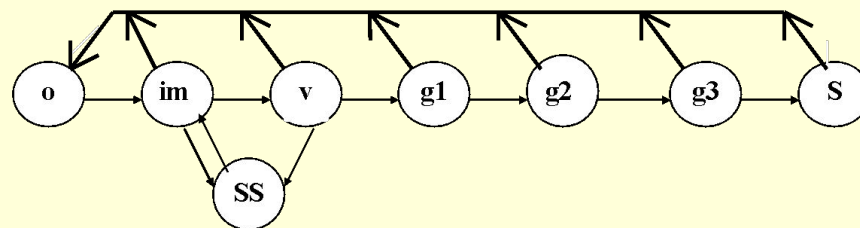
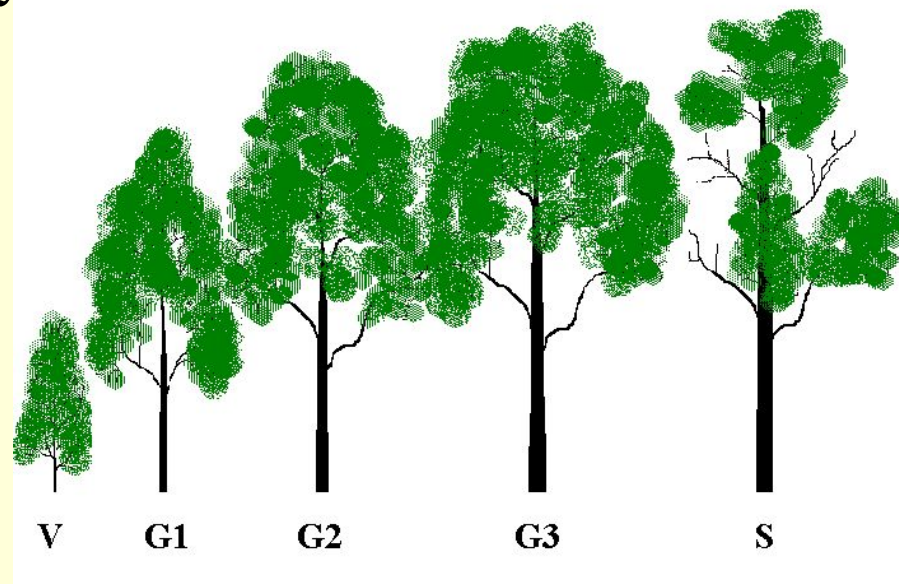


Структура и схема работы модели динамики насаждений



Моделирование развития разновозрастного многопородного древостоя (Чумаченко 2004).

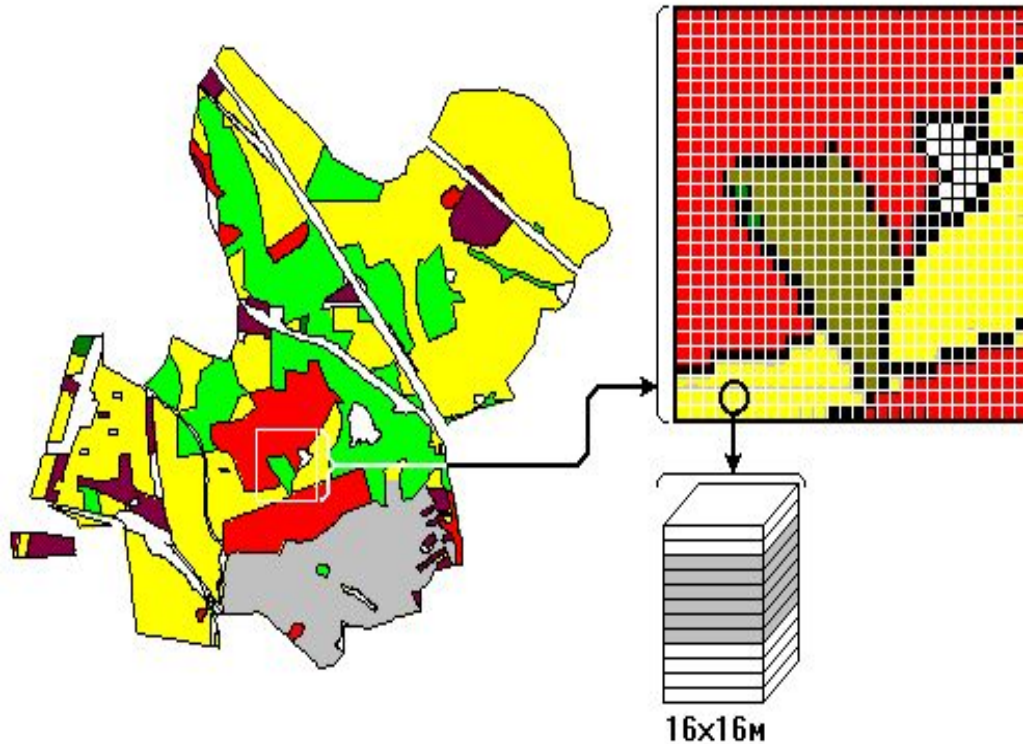
- моделируемое пространство древостоя расчленяется на трехмерные ячейки конечного размера;
- биологические свойства древесных особей изменяются во времени дискретно, в соответствии с периодизацией онтогенеза;
- временной ряд состояний каждой ячейки составляет всегда замкнутый цикл;
- переход каждой ячейки из одного состояния в другое определяется текущим состоянием ячейки и состоянием смежных с ней ячеек
- основной фактор роста деревьев ФАР, остальные факторы задаются ТУМ и бонитетом насаждения для каждого выдела;
- расчет освещенности в соответствии с концепцией "мутного" слоя, при прохождении через который часть света поглощается;
- поглощенная радиация расходуется на прирост в соответствии с видоспецифической световой кривой фотосинтеза;



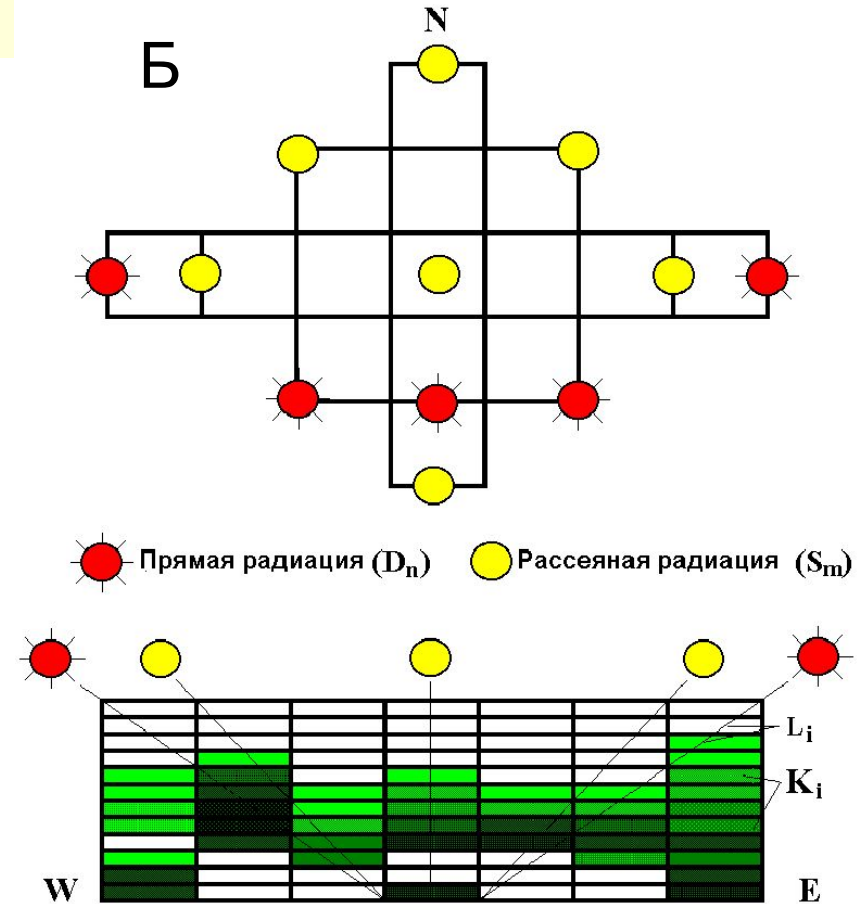
Выделения пространственных элементов (А) и расчет суммарной освещенности для каждой трехмерной ячейки пробной площади (Б).

Показаны точки фиксации положения солнца по азимуту и порядок прохождения луча солнца через ячейки при расчете освещенности под пологом леса

А

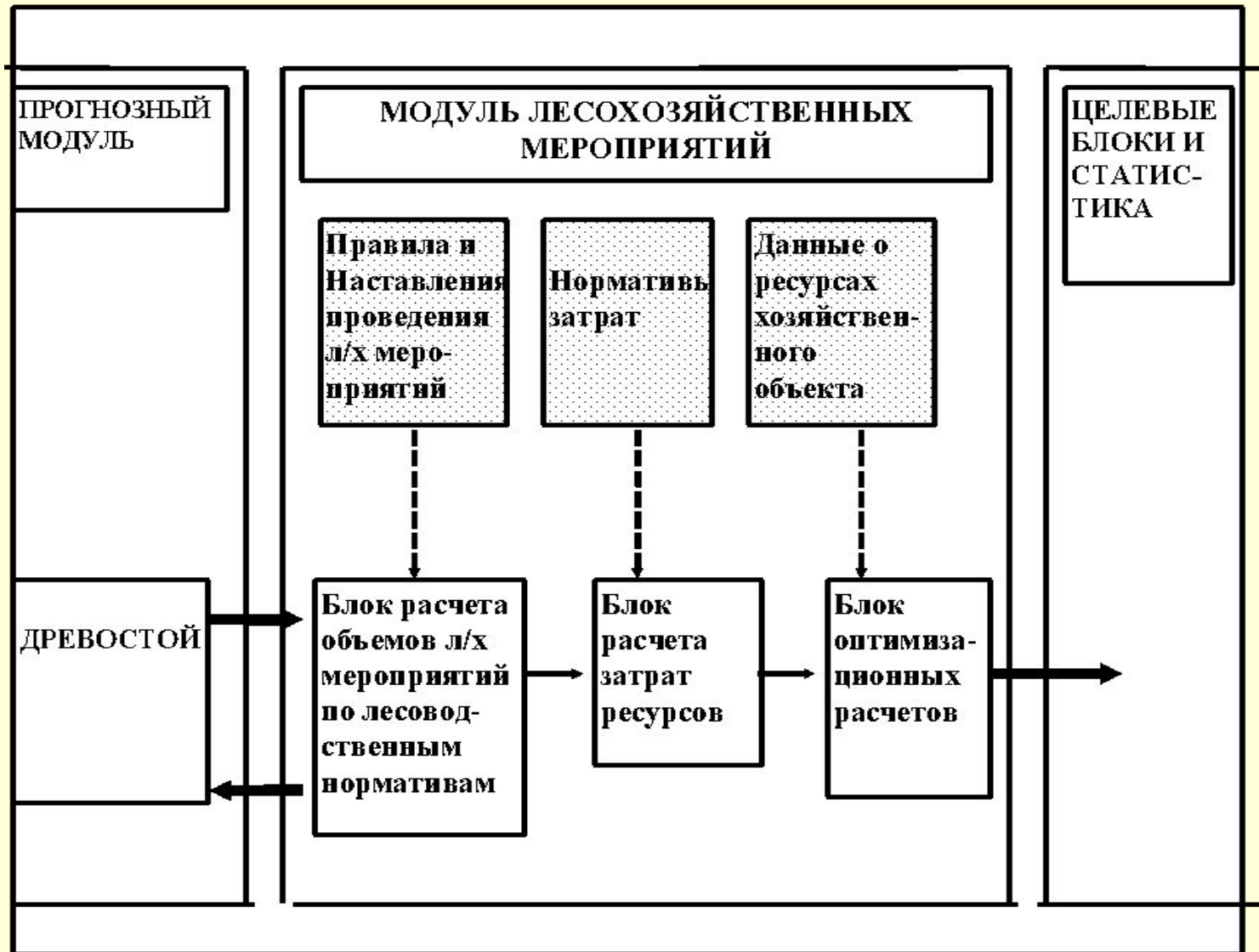


Б



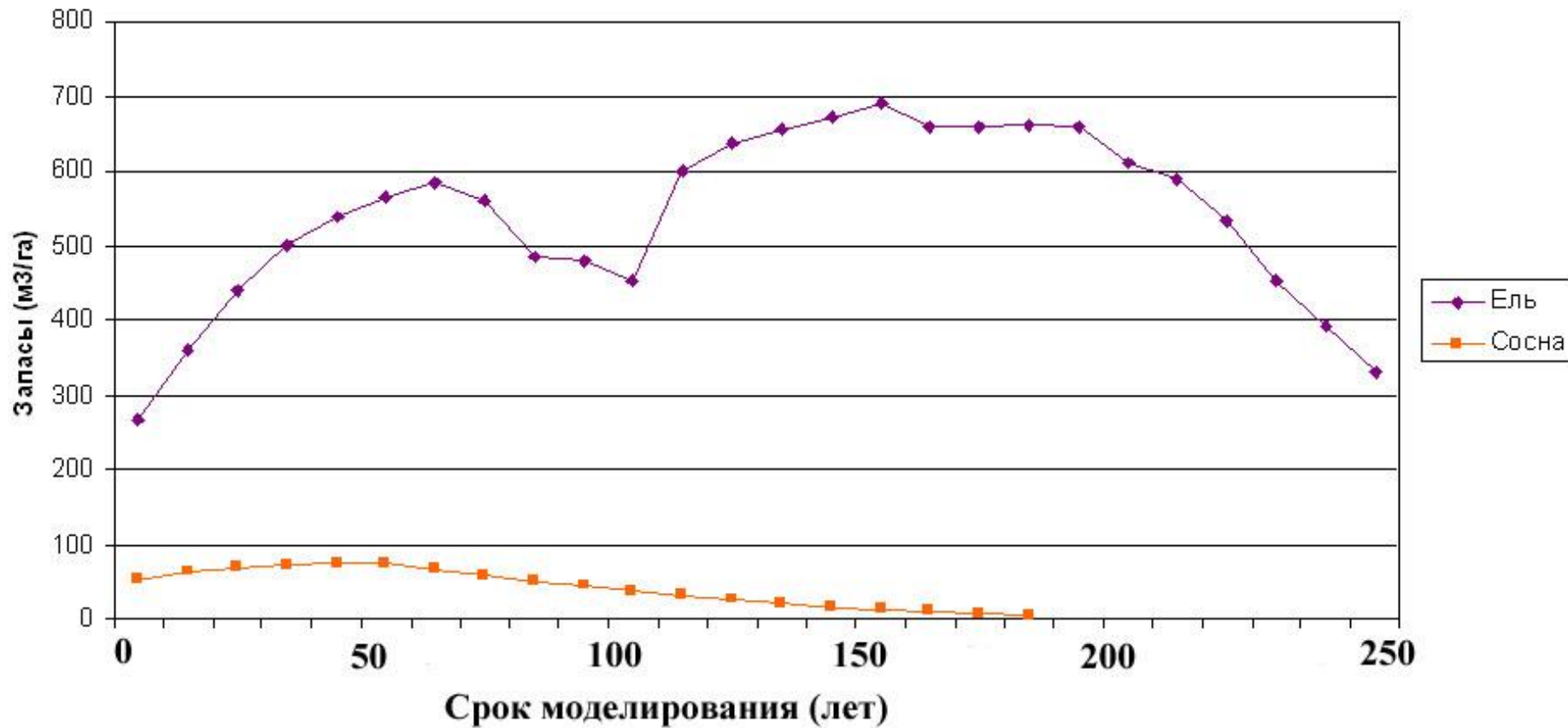
$$C = \sum_n D_n \prod_i K_i^L + \sum_m S_m \prod_i K_i^L$$

Общая схема модуля лесохозяйственных мероприятий



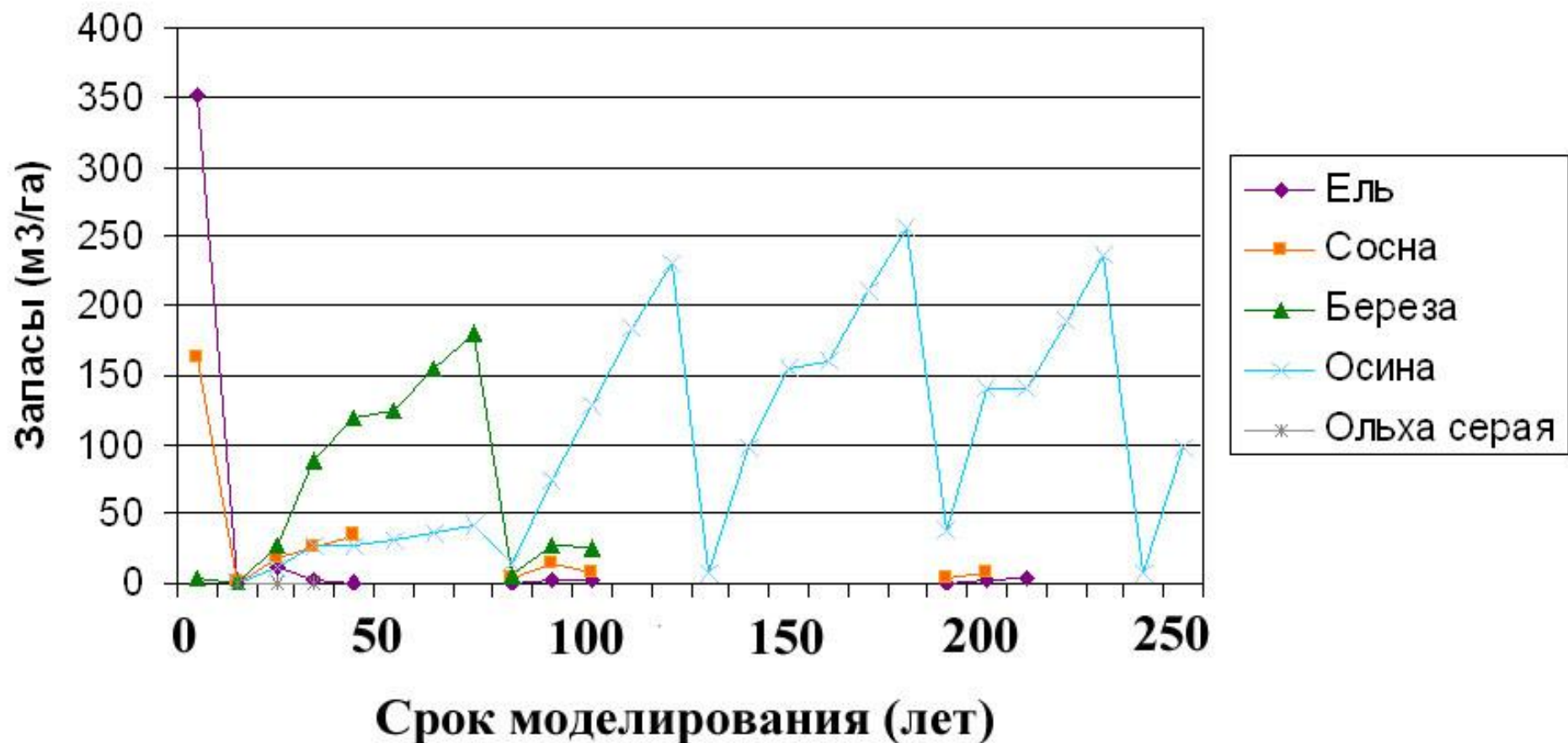
Вершинные поверхности моренных холмов

Изменение запасов в 1 ярусе древостоя при естественном самоизреживании

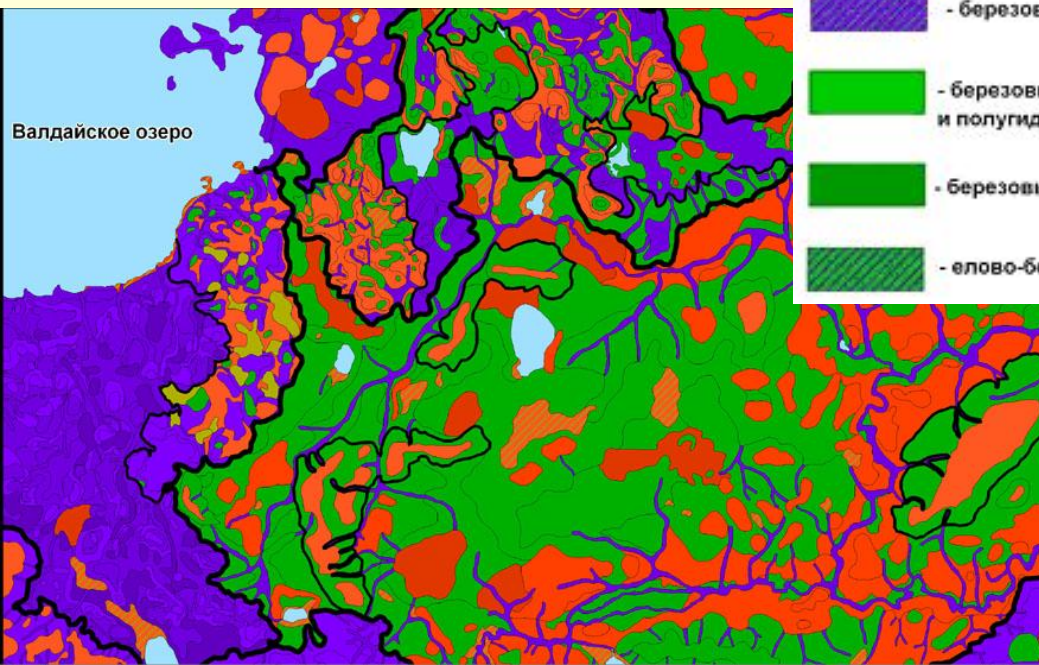
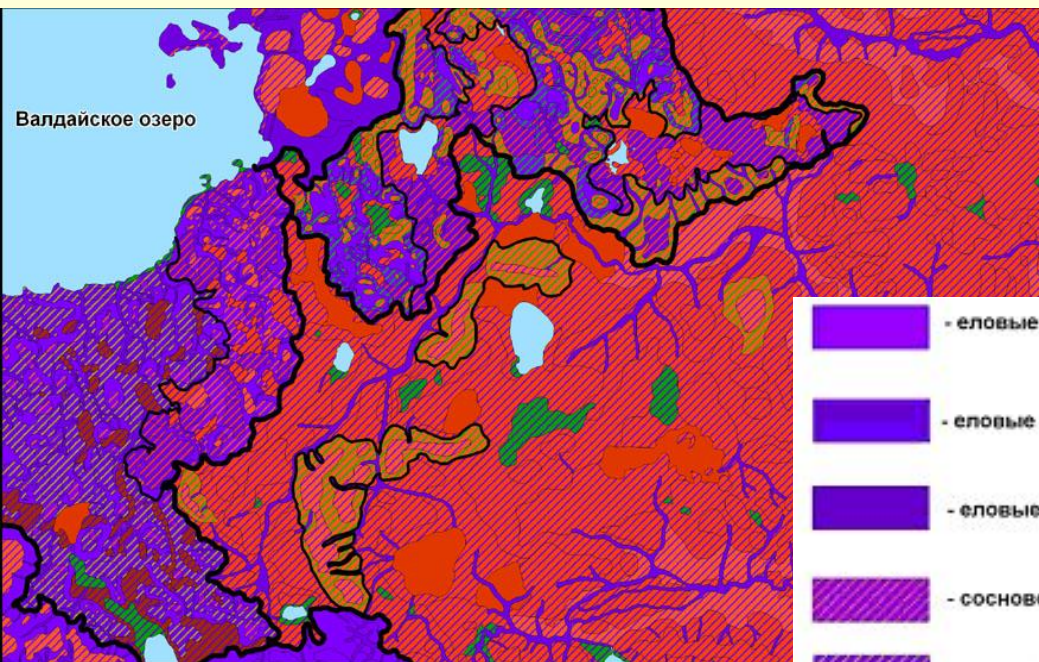


Крутые склоны камовых холмов

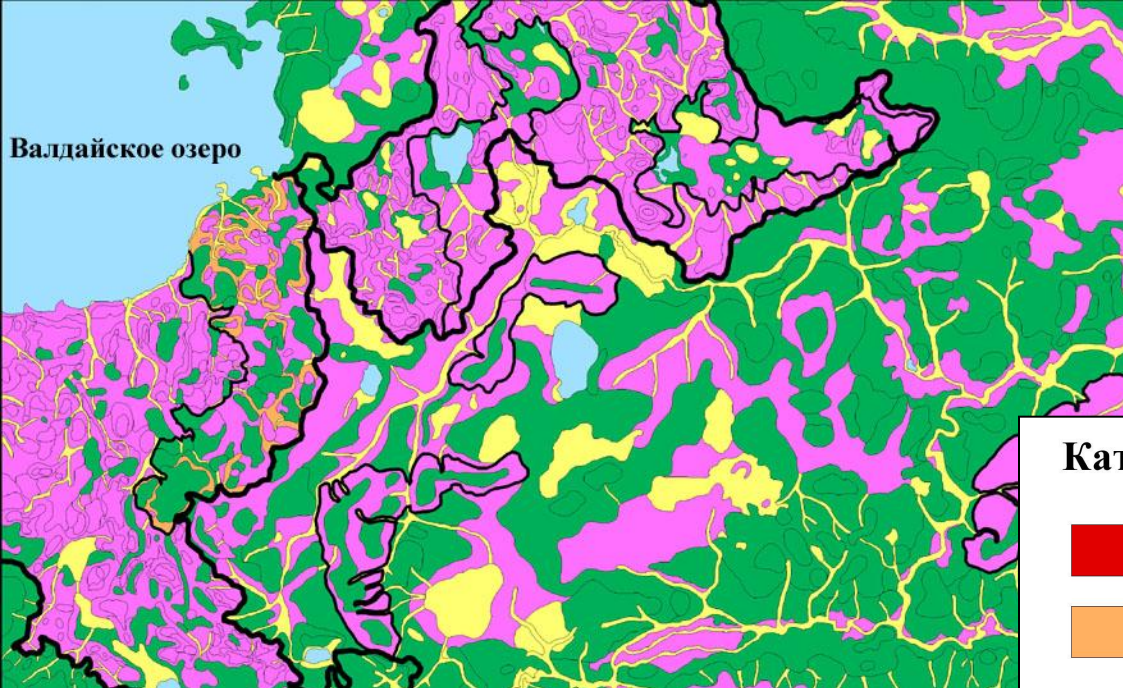
Изменение запасов в 1 ярусе древостоя при рубках главного пользования



Исходный породный состав лесов





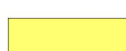


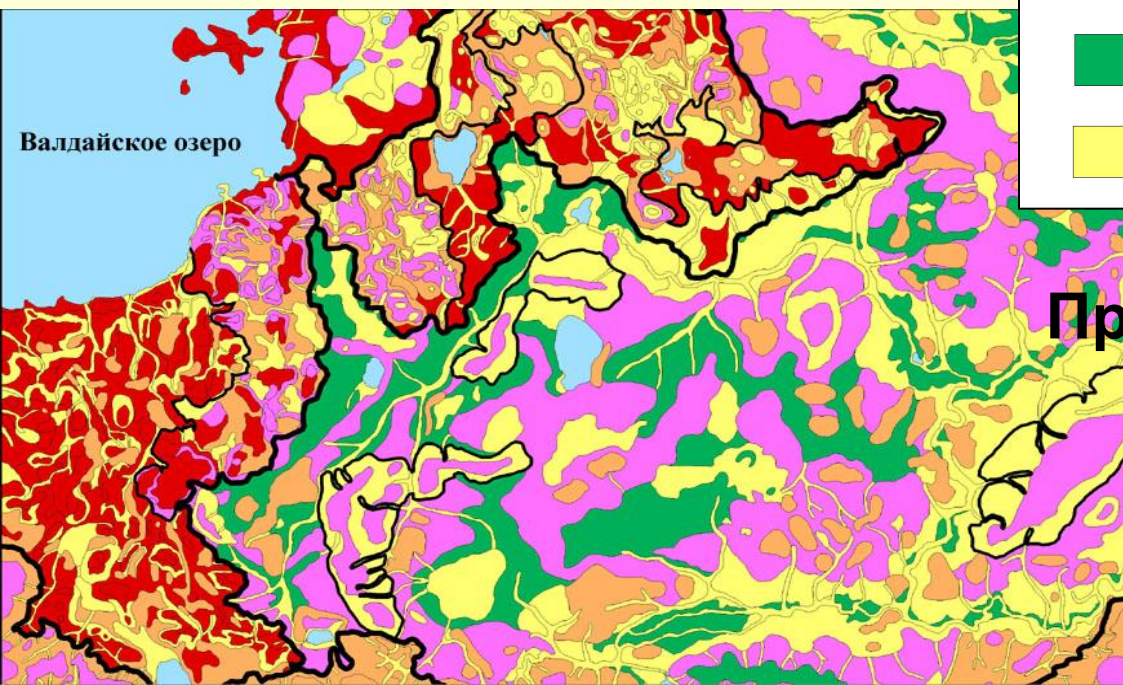
Прогноз состава лесов
при рубках главного пользования
через 200 лет.



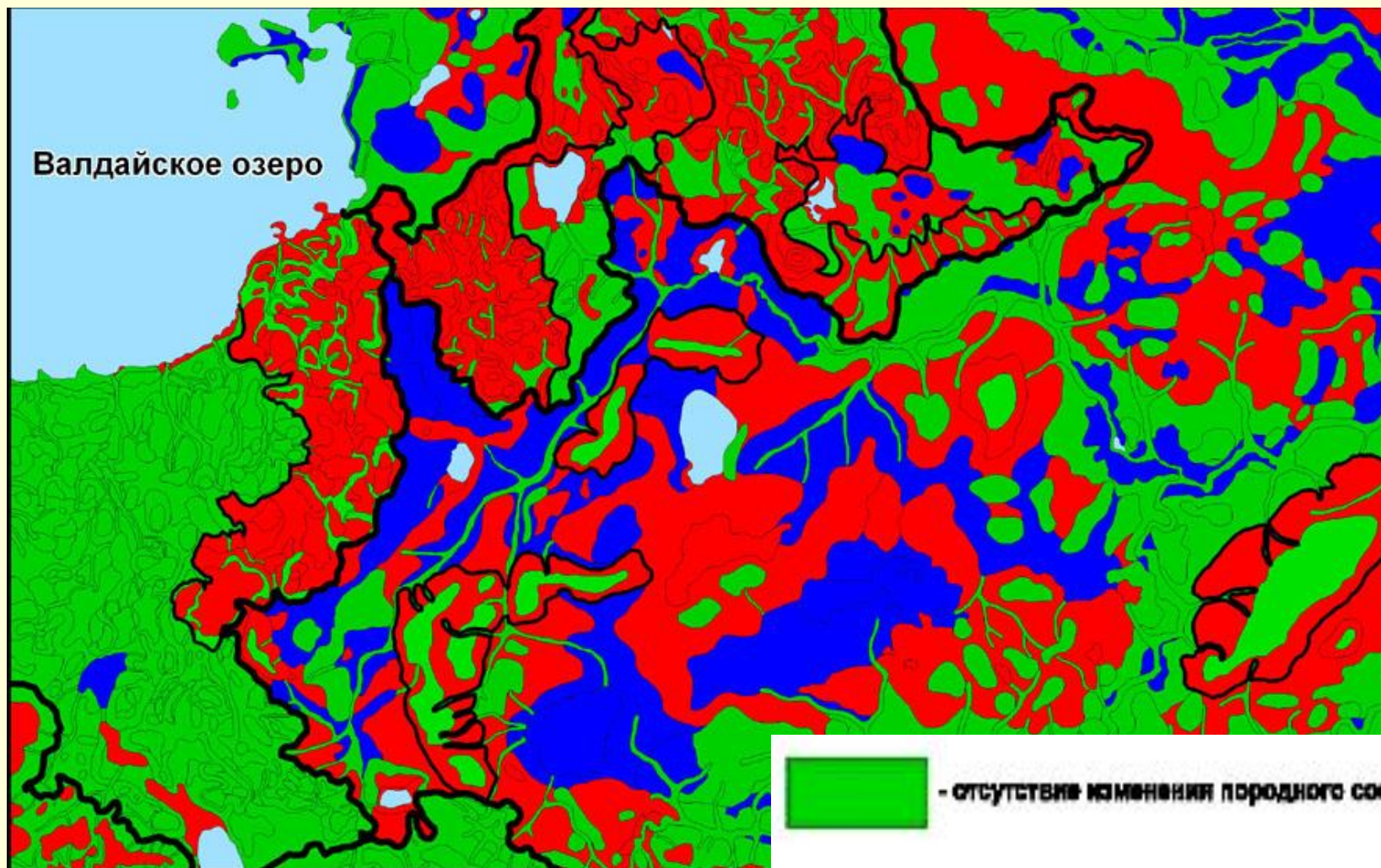
Исходные запасы стволовой древесины (м³/га)




Категории лесов по уровню запасов (м³/га)

-  - очень высокопродуктивные (>700 м³/га)
-  - высокопродуктивные (500-700 м³/га)
-  - продуктивные (300-500 м³/га)
-  - среднепродуктивные (100-300 м³/га)
-  - малопродуктивные (<=100 м³/га)



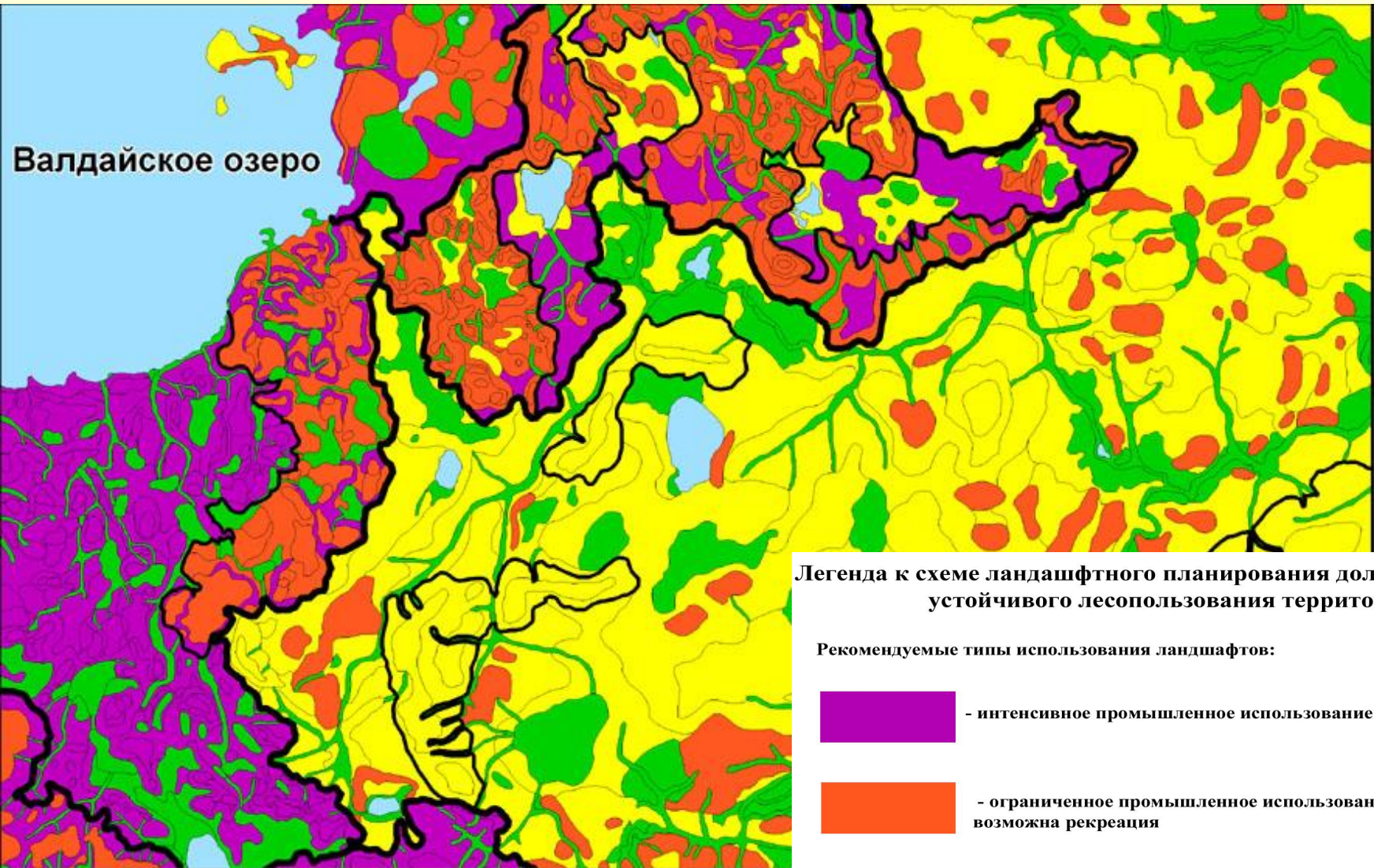
Прогноз запаса древостоя при проведении рубок главного пользования.



-  - отсутствие изменения породного состава леса
-  - значительное изменение породного состава леса (омена или выпад второстепенной породы)
-  - существенное изменение породного состава леса (смена главной породы)

Прогноз устойчивости структуры леса при рубках главного пользования на срок 200 лет.

IV.



Легенда к схеме ландшафтного планирования долгосрочного устойчивого лесопользования территории

Рекомендуемые типы использования ландшафтов:





-  - интенсивное промышленное использование
-  - ограниченное промышленное использование, возможна рекреация
-  - рекреационное использование, охотничьи угодья, создание ООПТ
-  - жесткое ограничение нагрузок, запрет любого вида природопользования, создание ООПТ

Схема ландшафтного планирования долгосрочного устойчивого лесопользования.

**Моделирование динамики древостоев показало
связь структуры ландшафта и устойчивости
продукционных процессов к лесохозяйственному
воздействию:**

- в пределах конечно-моренного ландшафта формируются наиболее продуктивные и устойчивые к антропогенному воздействию леса, в которых рационально ведение интенсивных рубок главного пользования;
- в пределах камовой местности и камово-озового ландшафта формируются продуктивные, но менее устойчивые к антропогенному воздействию леса, в которых рекомендуются менее интенсивные рубки – выборочные и постепенные;
- неустойчивые к антропогенному воздействию леса формируются в местообитаниях озерно-водно-ледникового ландшафта, они имеют невысокий средний прирост и запас древесины, и рекомендованы для щадящего природопользования или создания на их базе ООПТ;
- наименее устойчивые леса с минимальным средним приростом и запасами древесины приурочены к местообитаниям долин рек и болот, где должно быть запрещено лесопользование.

Выводы

1. Разработана методика долгосрочного прогнозирования продуктивности и состава древостоев на основе моделирования типов условий местообитаний (ТУМ) и динамики древостоя.
2. Разработан новый информационный слой – ландшафтно обусловленные ТУМ, характеризующий геосистемные условия, определяющие направление развития насаждений.
3. Выявлена приуроченность лесных насаждений к ландшафтной структуре: ельники произрастают в моренных и камовых местообитаниях, сосняки в пределах местообитаний озовых гряд и озерно-водно-ледниковой равнины. Вторичные леса встречаются повсеместно.
4. На основе долгосрочного прогнозирования развития древостоя по контрастным сценариям лесопользования разработаны схема и рекомендации ландшафтного планирования лесопользования.

