

# Динамика болотных экосистем таежной зоны и методы ее изучения

О.Л. Кузнецов  
Институт биологии КарНЦ РАН



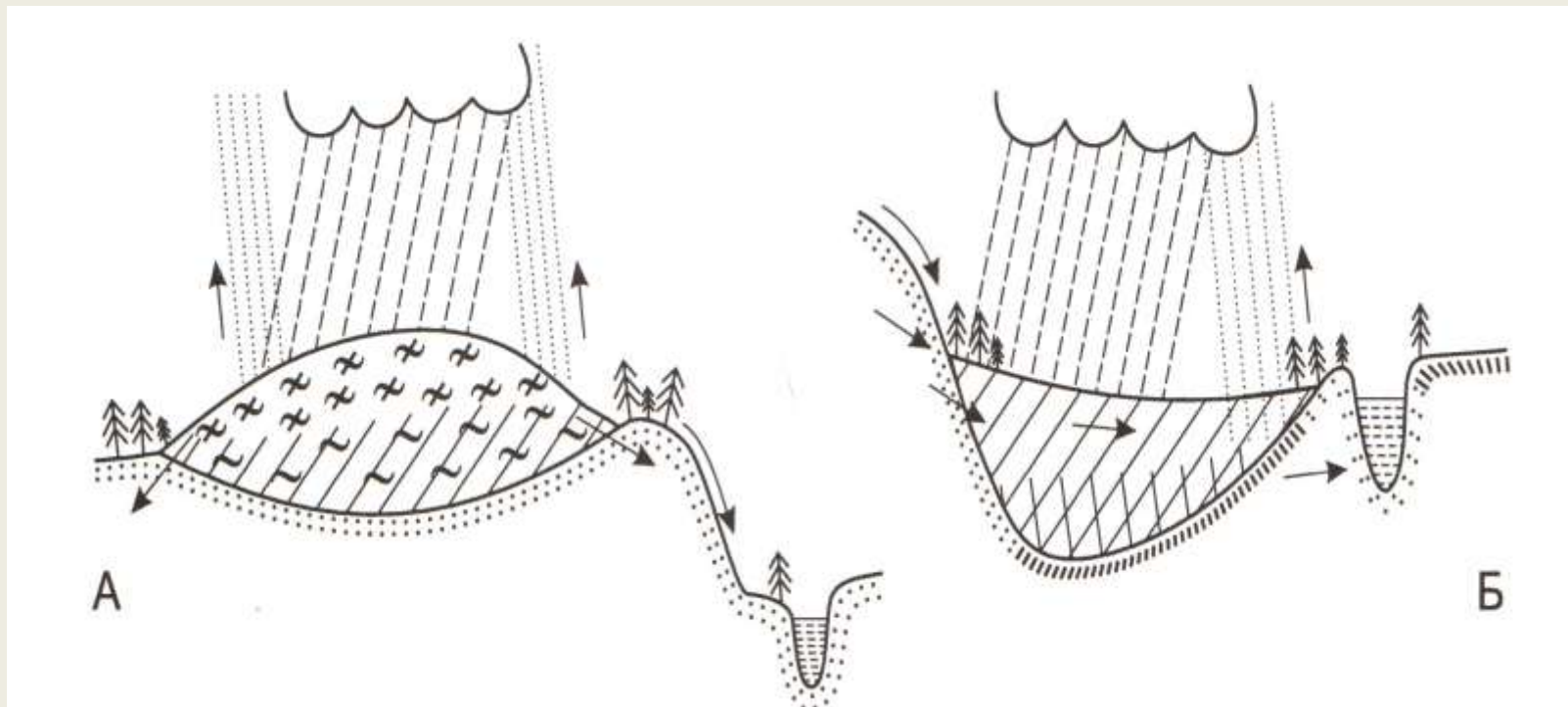
*БОЛОТО – участок земной поверхности, занятый группой взаимосвязанных биогеоценозов, характеризующийся постоянным или длительным обильным увлажнением, специфической влаголюбивой растительностью и торфообразованием (Юрковская, 1986)*

- **Болото**, участок земной поверхности с обильным увлажнением, влаголюбивой растительностью и торфяной почвой (залежью).

- Для **болота** характерно неполное разложение растительных остатков и накопление их в виде *торфа*, обусловленное слабой аэрацией и низкими температурами болотных почв.

- **Болота** образуются как путем заболачивания слабодренированных минеральных земель, так и зарастания мелководных водоемов в различных природных зонах – от тундр до тропиков.

# Особенности водного режима на верховых (А) и низинных (Б) болотах



## Классификация болотных массивов (типы болот) по различным признакам

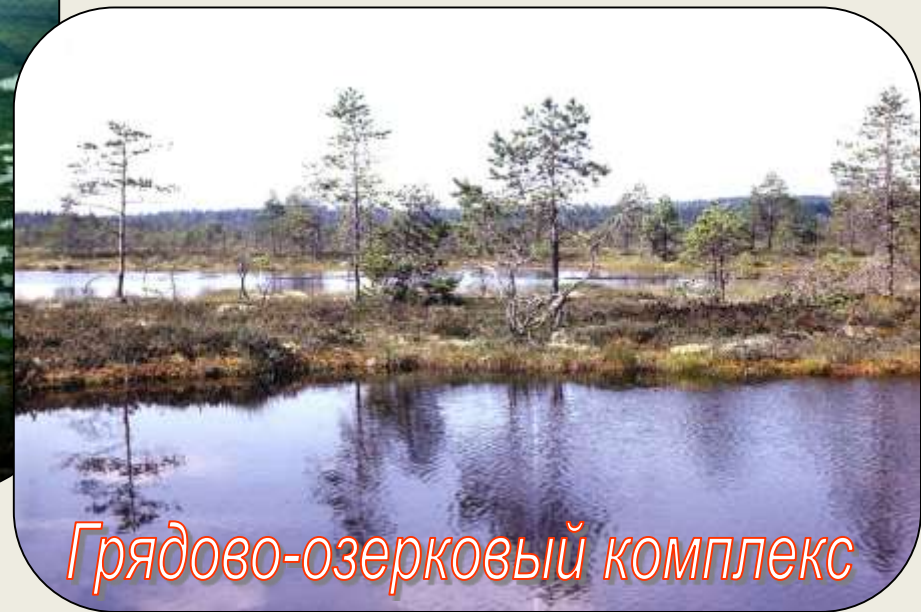
По минеральному питанию (Вебер, Пьявченко и др.)	По котловинам, геоморфологическая (Галкина, Тюремнов)	По растительному покрову (Цинзерлинг, Юрковская и др.)
<p>Верховые (олиготрофные или омбротрофные) <b>О</b></p> <p>Переходные (мезотрофные) <b>М</b></p> <p>Низинные (евтрофные) <b>Е</b></p>	<p>Бессточных котловин</p> <p>Сточных котловин</p> <p>Логов</p> <p>Приозерные</p> <p>Склоновые</p> <p>Пойменные и т. д.</p> <hr/> <p>Затем указывается их стадия развития: <b>О, М, Е.</b></p>	<p>Сфагновые <b>О, М</b></p> <p>Травяно-моховые <b>М, Е</b></p> <p>Травяные <b>М, Е</b></p> <p>Древесно-травяно-моховые <b>М, Е</b></p> <p>Древесно-моховые <b>О, М</b></p> <hr/> <p>Выделяются географические типы массивов.</p>

# Верховое грядово-мочажинное болото



# Верховые дистрофные грядово-озерковые болота Прибеломорья

*Вид болотного массива с вертолета*



*Грядово-озерковый комплекс*

Фрагменты растительности гряды



## Травяное низинное болото Заонежья



# Лесные болота

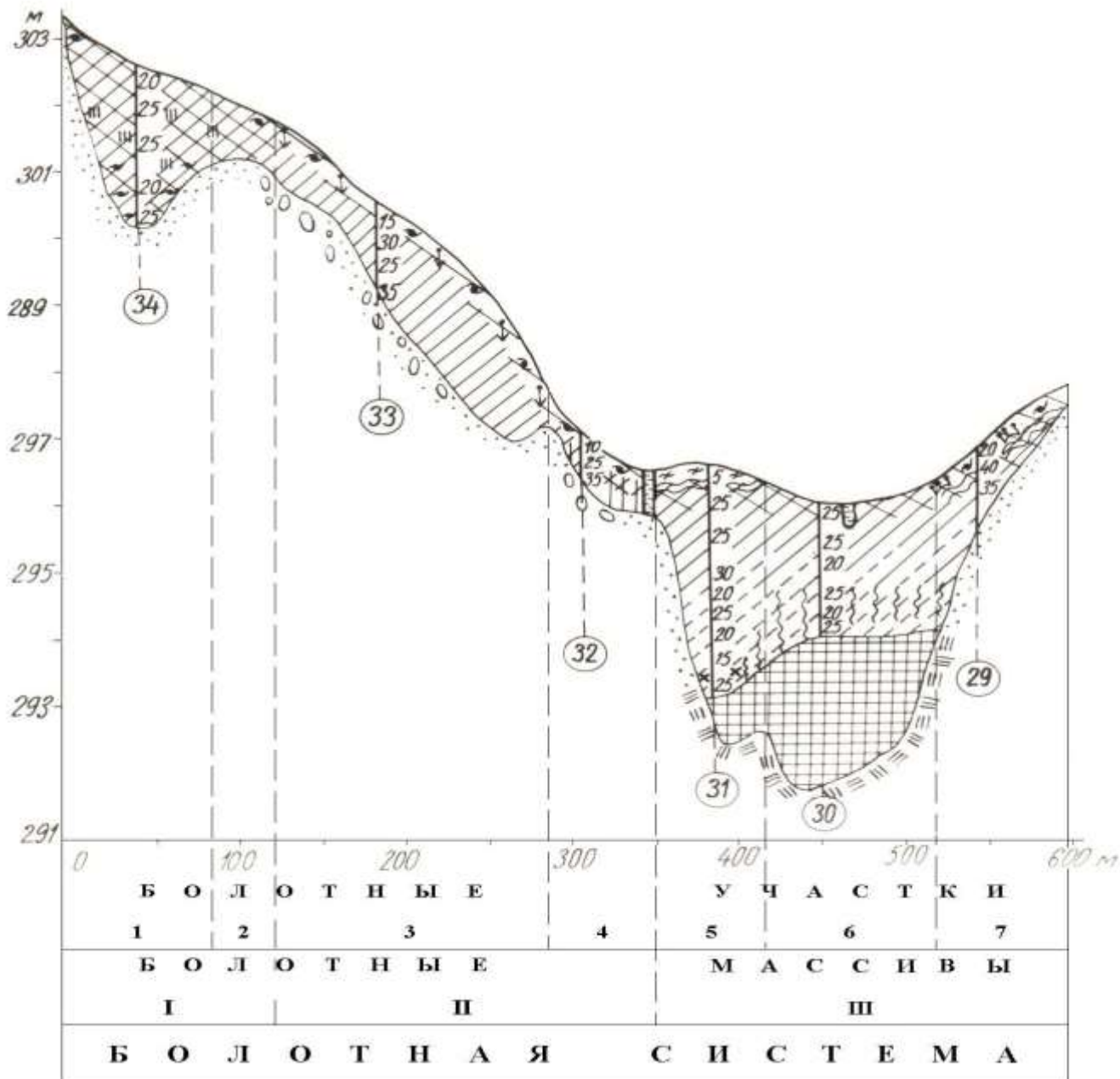




Болотный массив аапа типа (вид с вертолета)



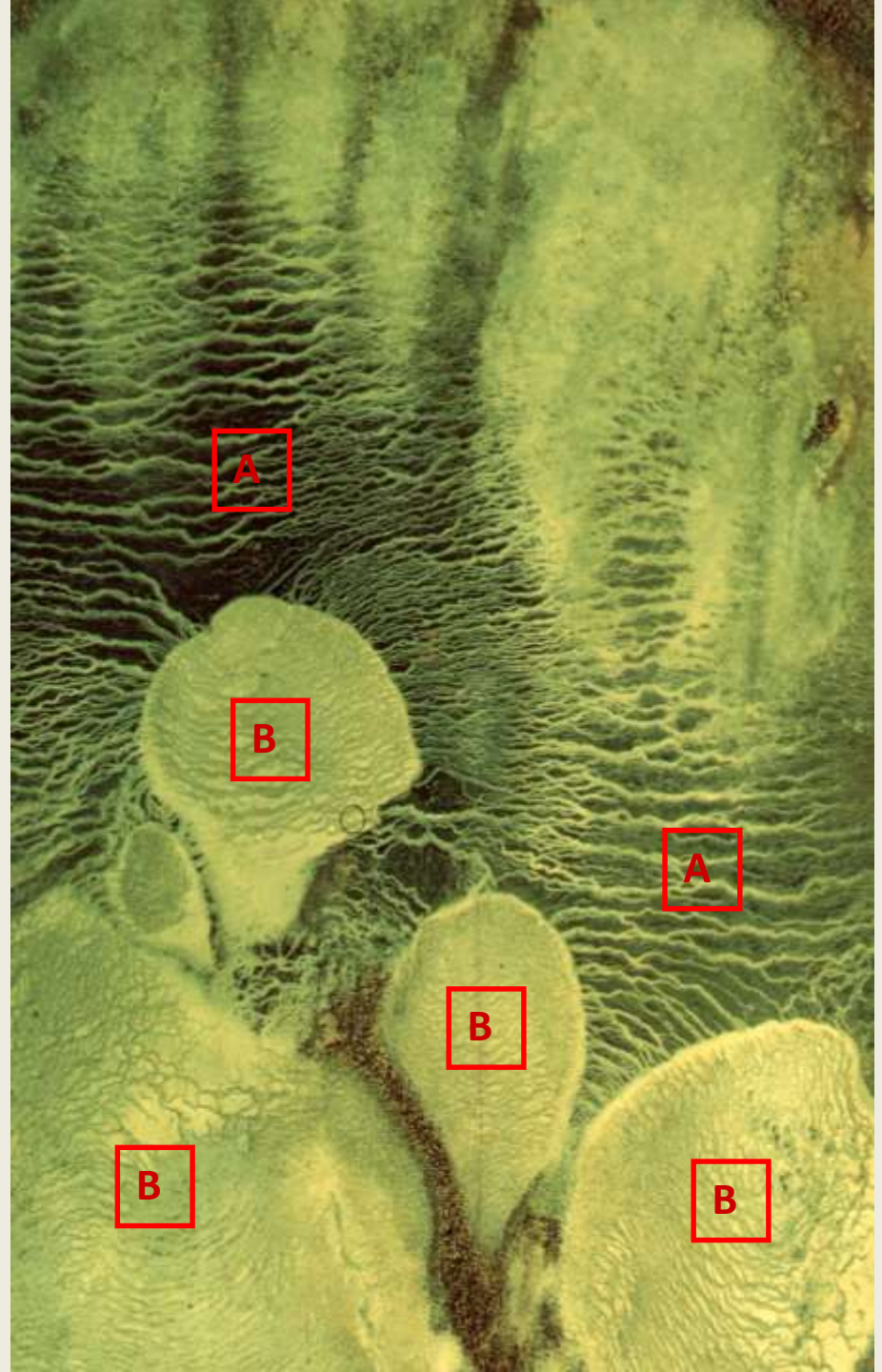
# Структура и стратиграфия болотной системы



**Уровни изучения структуры растительного покрова болотных экосистем (по: Мазинг, 1974, с дополнениями автора)**  
**Levels of studying mire ecosystems (Masing, 1974)**

<b>Уровень исследований</b> <i>Level of studying</i>	<b>Масштаб на карте</b> <i>Scale</i>	<b>Объекты исследования</b> <i>Objects of studying</i>	<b>Единицы классификации</b> <i>Units of classification</i>	<b>Уровни биотопов</b> <i>Types of biotopes</i>
<b>ЦЕНОТИЧЕСКИЙ</b> Cenotic	1:10– 1:100	<b>Болотные фитоценозы</b> Mire phytocenoses	<b>Социация-ассоциация</b> Sociation-association	-
<b>МИКРОСТРУКТУРНЫЙ</b> Microstructure	1:100– 1:1000	<b>Кочки, мочажины</b> Hummocks, hollows	<b>Тип микроформы</b> Type of microform	<b>Микробиотоп</b> Microbiotop
<b>ФАЦИАЛЬНЫЙ</b> Faciel	1:1000– 1:10 000	<b>Болотные фации</b> <b>болотные участки</b> Mire sites	<b>Тип фации (тип участка)</b> Mire type	<b>Биотоп</b> Biotop
<b>МЕЗОСТРУКТУРНЫЙ</b> Mesostructure	1:10 000– 1:100 000	<b>Болотные массивы</b> Mire complexes (massives)	<b>Тип болотного массива</b> Type mire complex	<b>Комплекс биотопов</b> Complex of biotopes
<b>ЛАНДШАФТНЫЙ</b> Landscapes	1:10 000– 1:1 000 000	<b>Болотные системы</b> Mire systems	<b>Тип болотной системы</b> Type mire systems	
<b>РЕГИОНАЛЬНЫЙ</b> Regional	1:1000000– 1:10000000	<b>Болотные районы</b> Mire regions	<b>Типология заменяется районированием</b> Typology >> regionality	-

Болотная система из болотных массивов  
аапа (А)  
и верхового грядово-мочажинного (В)  
типов



*Современная и краткосрочная (около 100 лет) динамика*

**Стационарные или периодические наблюдения и исследования:**

- 1. Флористические и фитоценотические:** выявляются межгодовые флуктуации и тренды сукцессий, как естественных, так и вследствие антропогенных воздействий;
- 2. Гидрологические, гидрохимические и климатические:** гидрологический режим, состав воды и водный баланс, изменения климатических параметров;
- 3. Биоценотические:** оценка продукционных процессов и круговорота элементов, включая эмиссию парниковых газов;
- 4. Анализ дистанционных материалов разных лет:** выявляются изменения структуры болотных экосистем и ландшафтов на обширных территориях.

# *Многовековая динамика*

## **Стратиграфические исследования торфяных залежей комплексом методов:**

- А. Ботанический состав торфа и степень его разложения;**
- Б. Карпологический анализ;**
- В. Спорово-пыльцевой анализ;**
- Г. Диатомовый анализ;**
- Д. Комплекс палеозоологических анализов: структура фауны панцирных клещей (орибатид), раковинных амеб, некоторых групп насекомых;**
- Е. Радиоуглеродные датировки;**
- Ж. Химические анализы на содержание различных компонентов: зольность и минеральный состав (макро и микроэлементы), органические вещества (гуминовые и фульвокислоты, пигменты, смолы и другие);**
- И. Геофизические методы.**

## **Моделирование динамики болотных экосистем**



## Анализ флоры

Объединенная парциальная флора  
высших растений болот: **433 вида**

*флора сосудистых растений: 300 видов, 147 родов,  
64 семейства (32% аборигенной флоры Карелии)*

*бриофлора (листочечельные мхи):  
133 вида, 46 родов, 19 семейств  
(30% региональной бриофлоры)*



# РАСТИТЕЛЬНОСТЬ СССР

Том I

Составили:

А. С. Берг, Б. Н. Городков, Б. А. Келлер, Е. М. Лавренко,  
В. Н. Сукачев, И. В. Тюрина, Ю. Д. Цинзерлинг,  
А. П. Шенников, С. А. Яковлев

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР  
МОСКВА · 1938 · ЛЕНИНГРАД

Ю. Д. ЦИНЗЕРЛИНГ

## РАСТИТЕЛЬНОСТЬ БОЛОТ

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Болотами мы называем ландшафты, характеризующиеся: 1) постоянным избыточным увлажнением (но без постоянного слоя свободной воды на поверхности или с очень мелким, в несколько, не более 20, сантиметров, постоянным слоем) и 2) отложенными значительными массами неполно разложившегося органического вещества в виде торфа, причем последний является субстратом для растительности этих ландшафтов.

Таким образом болото — это понятие ландшафтное, географическое; понятие же «торфяник», т. е. отложение торфа значительной мощности (условно — более 0.5 м), есть понятие геологическое.

Растительность болот занимает в СССР огромные площади (в Европейской части около 20 млн. га) в лесной и лесотундровой (и южной части тундровой) зонах, причем в некоторых районах площадь, ею занятая, больше площади, занятой растительностью на минеральных почвах.

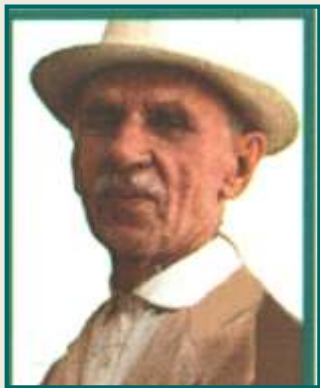
Еще совсем недавно болота, за небольшими в общем исключениями, являлись (в недостаточно хозяйственно освоенных областях являются и теперь) бросовыми землями, к тому же увеличивающимися за счет ценных хозяйственных территорий, занятых лесами, лугами и культурными землями. Сбором растущих на болотах ягод, да на некоторых типах болот обычно малоурожайными и низкокачественными покосами почти ограничивалось их хозяйственное использование. Но растущая потребность в новых площадях для сельского хозяйства, особенно в площадях кормовых, и удачные результаты опытов использования для этой цели занятых растительностью болот торфяных почв повлекли за собой развитие этого вида хозяйственного освоения болот. У нас сельскохозяйственная мелиорация болот началась с конца XVIII столетия, сперва в виде единичных случаев, но постепенно захватывала все большие площади. Особенно сильный размах этот процесс получил в последние годы, когда социалистические формы хозяйства создали возможность крупных капитальных затрат государством и применения в широких размерах механизации при мелиорации и последующей обработке болот для сельскохозяйственного использования. Именно



## Тополого-экологическая классификация растительности болот Карелии

КЛАСС Class	Группа ассоциаций Group of associations	Кол-во ассоц. Number of ass.
ОМБРОТРОФНЫЙ Ombrotrophic	Древесно-сфагновая Treed-Sphagnum	2
	Кочковая Hummocks	3
	Ковровая Carpets	1
	Мочажинная Hollows	5
	минеротрофные	
ОЛИГОТРОФНЫЙ Oligotrophic	Древесно-сфагновая Treed-Sphagnum	2
	Кочковая Hummocks	1
	Ковровая Carpets	2
	Мочажинная Flarks	3
МЕЗОТРОФНЫЙ Mesotrophic	Древесно-травяная Treed-grasses	4
	Ковровая Carpets	1
	Мочажинная Flarks	8
	Топяная аллювиальная Flooded	8
ЕВТРОФНЫЙ Eutrophic	Древесно-моховая Treed-mosses	3
	Кочковая Hummocks	3
	Ковровая Carpets	3
	Топяная Flarks	3
	Глинистая илмовая Sedges	3
ВСЕГО Total	17	55

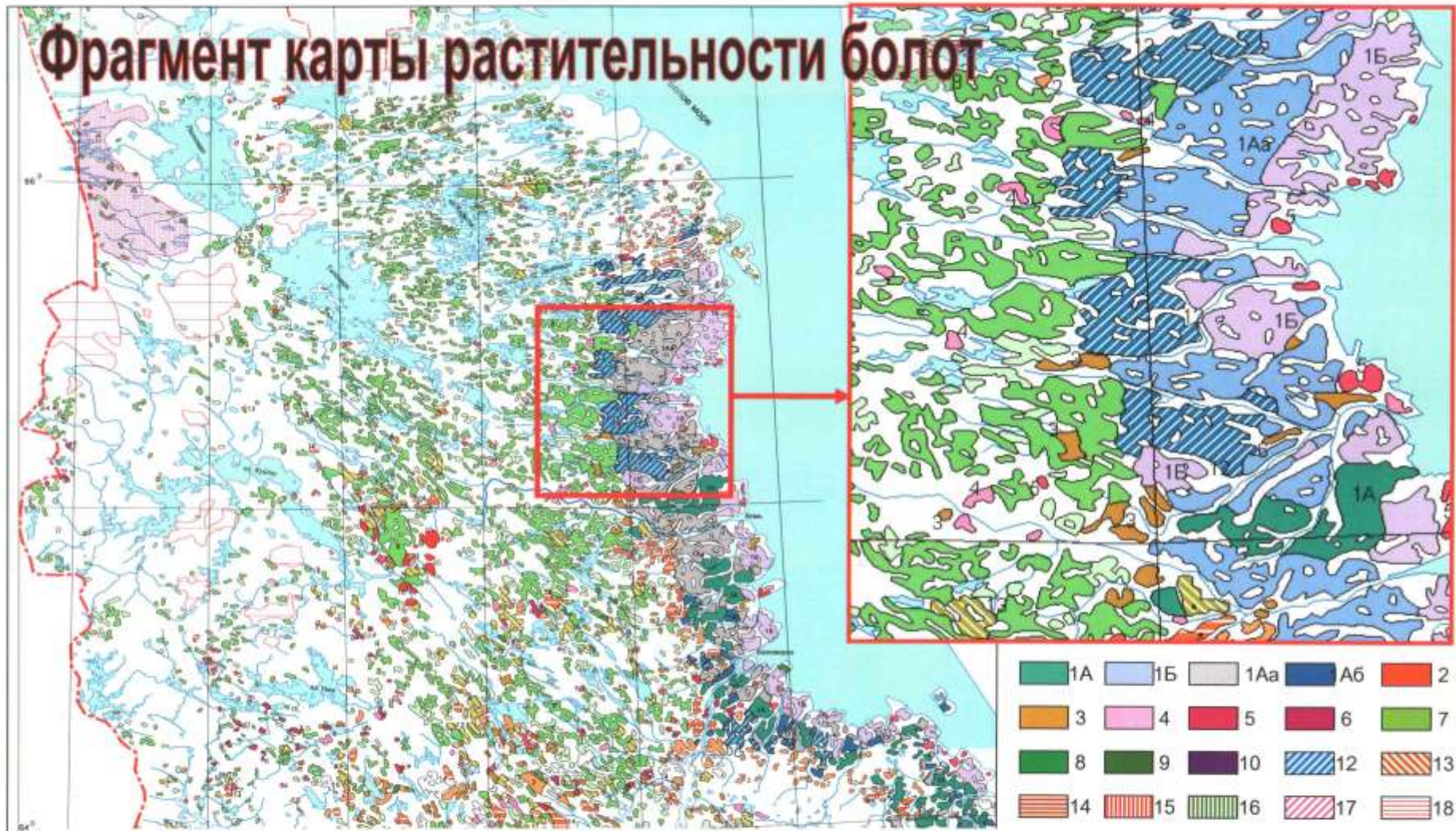
# Районирование болот Европы (по: Н.Я. Кац, 1971)



Николай  
Яковлевич Кац  
(1894-1984)



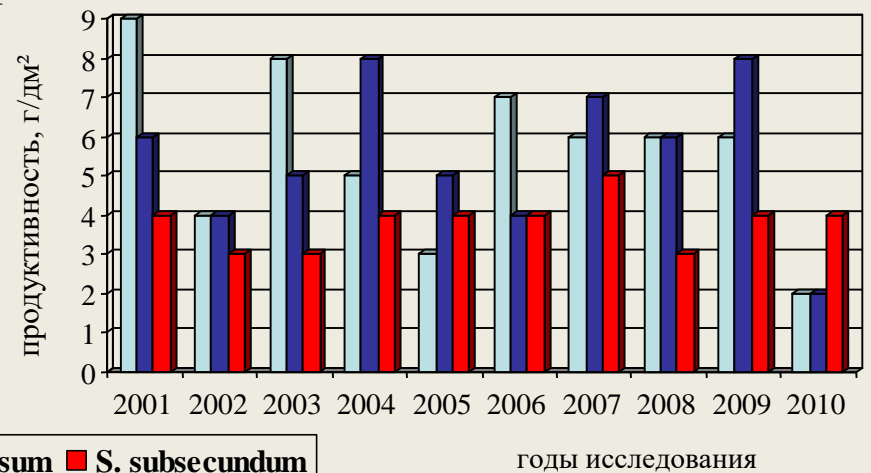
# Фрагмент карты растительности болот



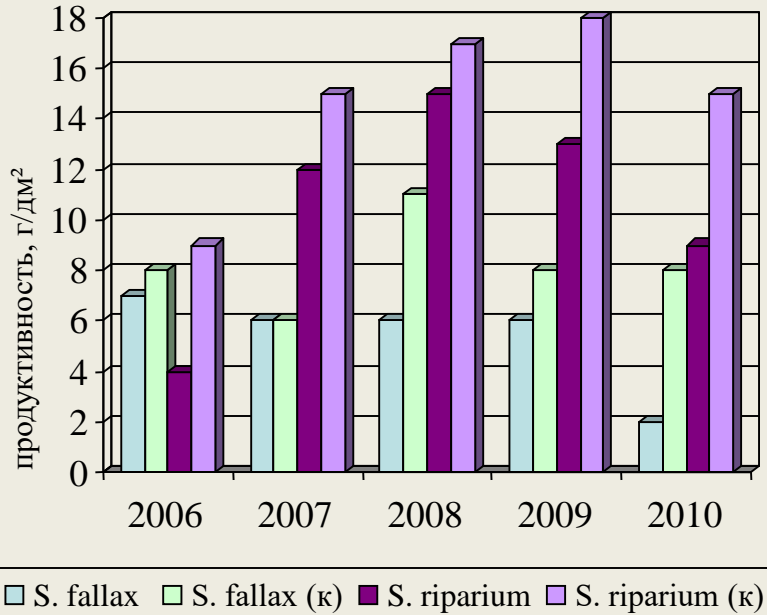
Многочисленные экспедиционные маршруты и камеральное сплошное дешифрирование аэрофотоснимков послужили основой для создания карты растительности болот масштаба 1:600 000 (1967). Автор легенды и северного листа карты – **Т.К. Юрковская**. Работа по актуализации карты (в программе MapInfo) и созданию базы данных осуществлена **Г.А. Елиной** в 2002-2003 гг.

# Сфагновые мхи- индикаторы климатических условий

## Линейный прирост и продуктивность сфагновых мхов на естественном болоте



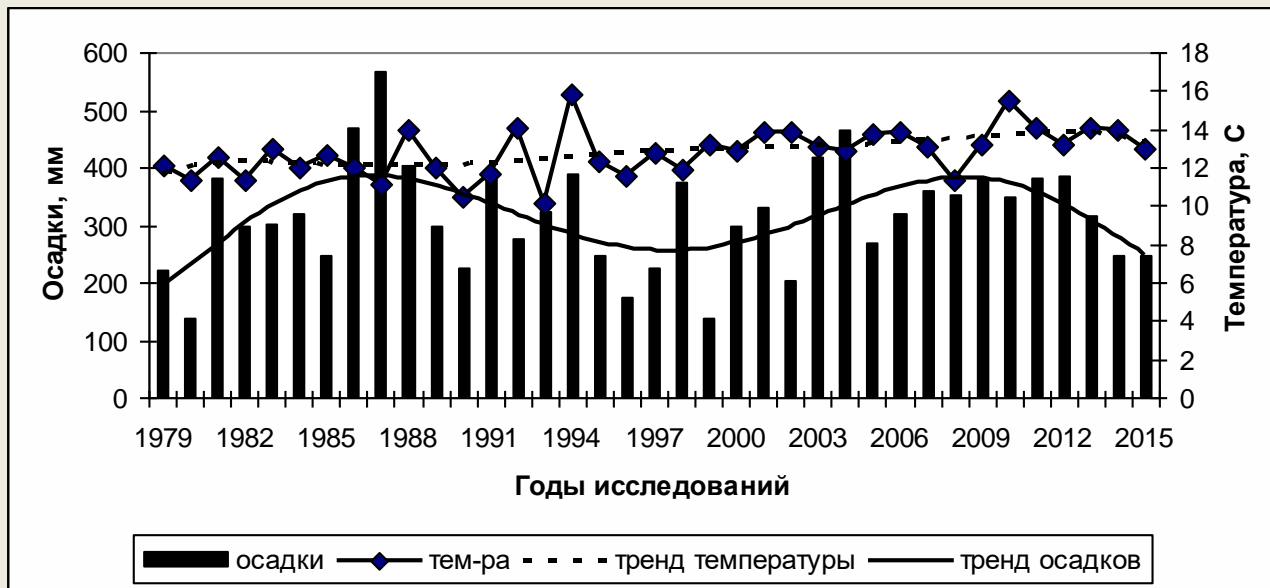
## на осушенном болоте



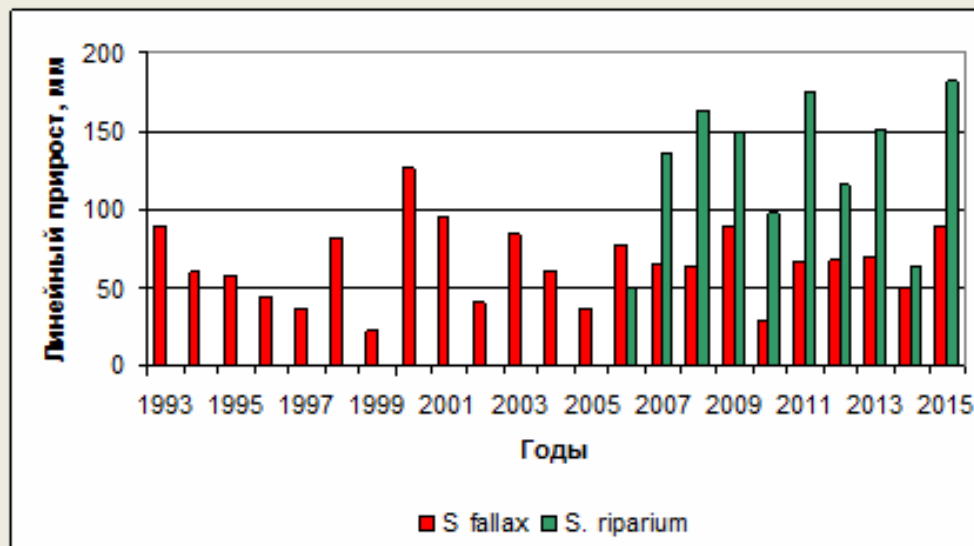
Регенерация  
МХОВ



# Функционирование ценопопуляций сфагновых мхов на естественных и трансформированных болотах



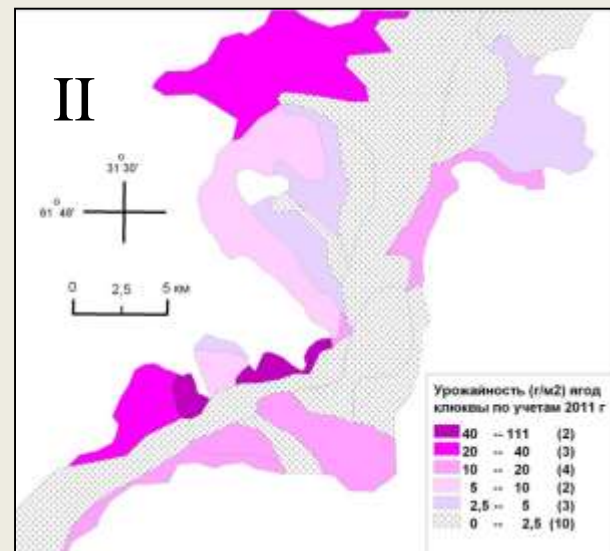
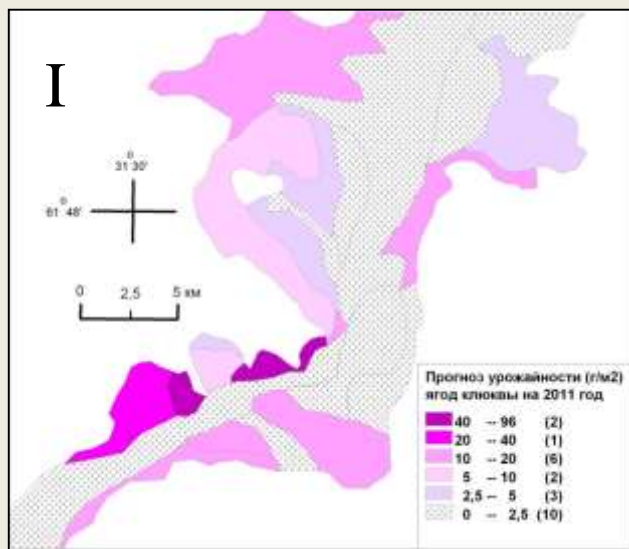
Динамика и тренды температуры воздуха и атмосферных осадков за вегетационные периоды 1979 – 2015 гг.



Линейный прирост мхов на естественном болоте

# Картирование ресурсов клюквы

Цифровые карты прогнозной (I) и биологической (II) урожайности ягод клюквы, 2011 год



УЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ЦВЕТКОВ КЛЮКВЫ  
НА ПРОБНОЙ ПЛОЩАДКЕ



УЧЕТ УРОЖАЙНОСТИ ЯГОД КЛЮКВЫ  
В КРУГЕ РАУНКИЕРА

РОДНЫЙ КОМИССАРИАТ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ РСФСР  
PEOPLE'S COMMISSARIAT FOR AGRICULTURE OF THE RSFSR

ТРУДЫ  
ЦЕНТРАЛЬНОЙ ТОРФЯНОЙ  
ИЗЫСЫВАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ  
(ЦТОС)  
Том V

TRANSACTIONS  
OF THE CENTRAL  
PEAT-EXPERIMENTAL STATION  
(ZTOS)  
Vol. V

# МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ БОЛОТ

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ  
ПОЛЕВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ М. И. НЕЙШТАДТ

METHODS OF PEAT-BOG INVESTIGATION

PART I  
FIELD INVESTIGATION

EDITOR M. I. NEUSTADT

МОСКВА

1939

MOSCOW

ЧАСТЬ ВТОРАЯ  
ЛАБОРАТОРНЫЕ И КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ М. И. НЕЙШТАДТ

METHODS OF PEAT-BOG INVESTIGATION

PART II  
LABORATORY AND CALCULATIVE WORK

EDITOR M. I. NEUSTADT

Н. Я. КАЦ, С. В. КАЦ, Е. И. СКОБЕЕВА

# АТЛАС растительных остатков в торфах



Москва «Недра» 1977



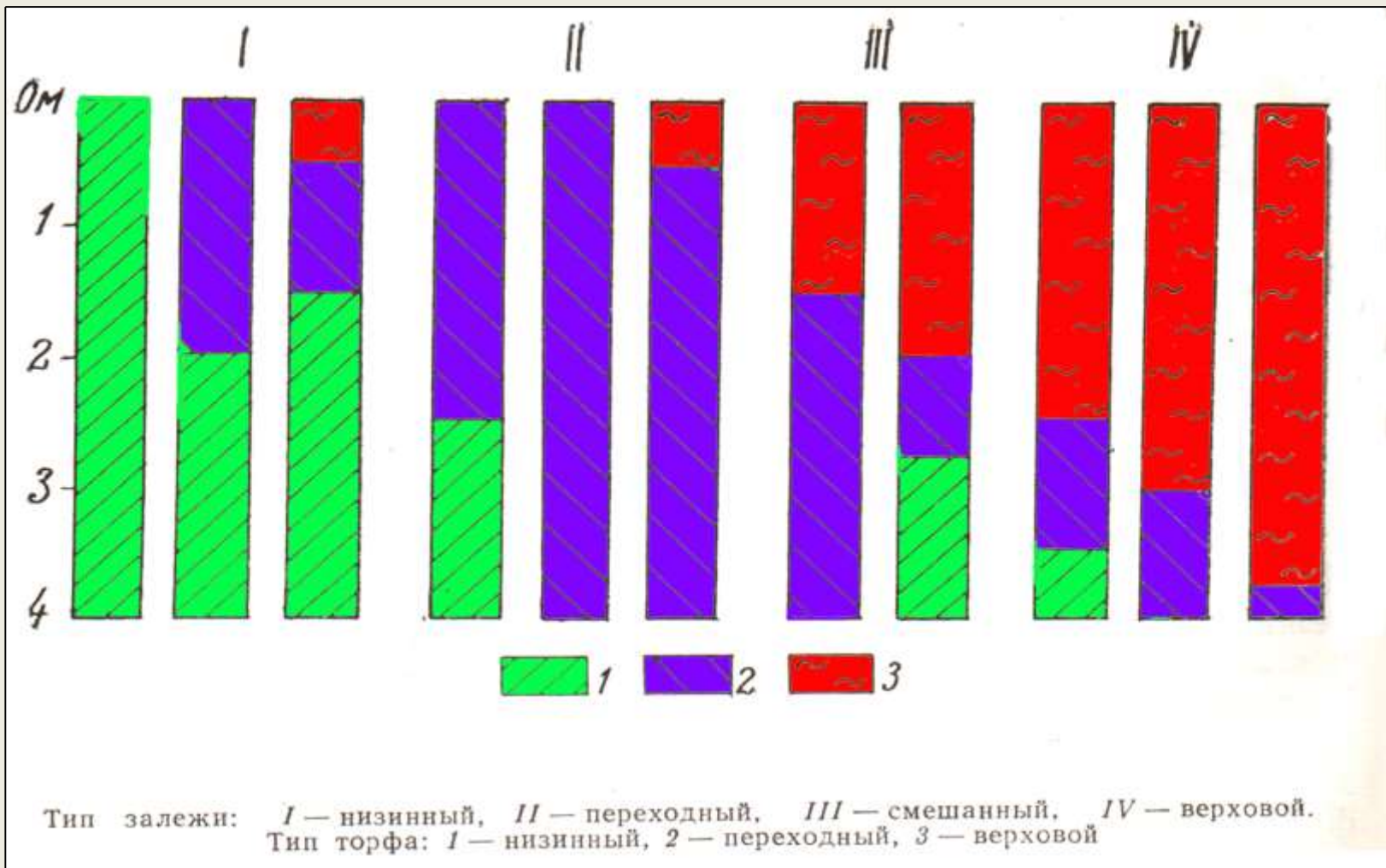
Торф – органическая горная порода, образующаяся в результате биохимического процесса разложения (отмирания и неполного распада) болотных растений при повышенной влажности и недостатке кислорода; в ней содержится не более 50% минеральных компонентов на сухое вещество



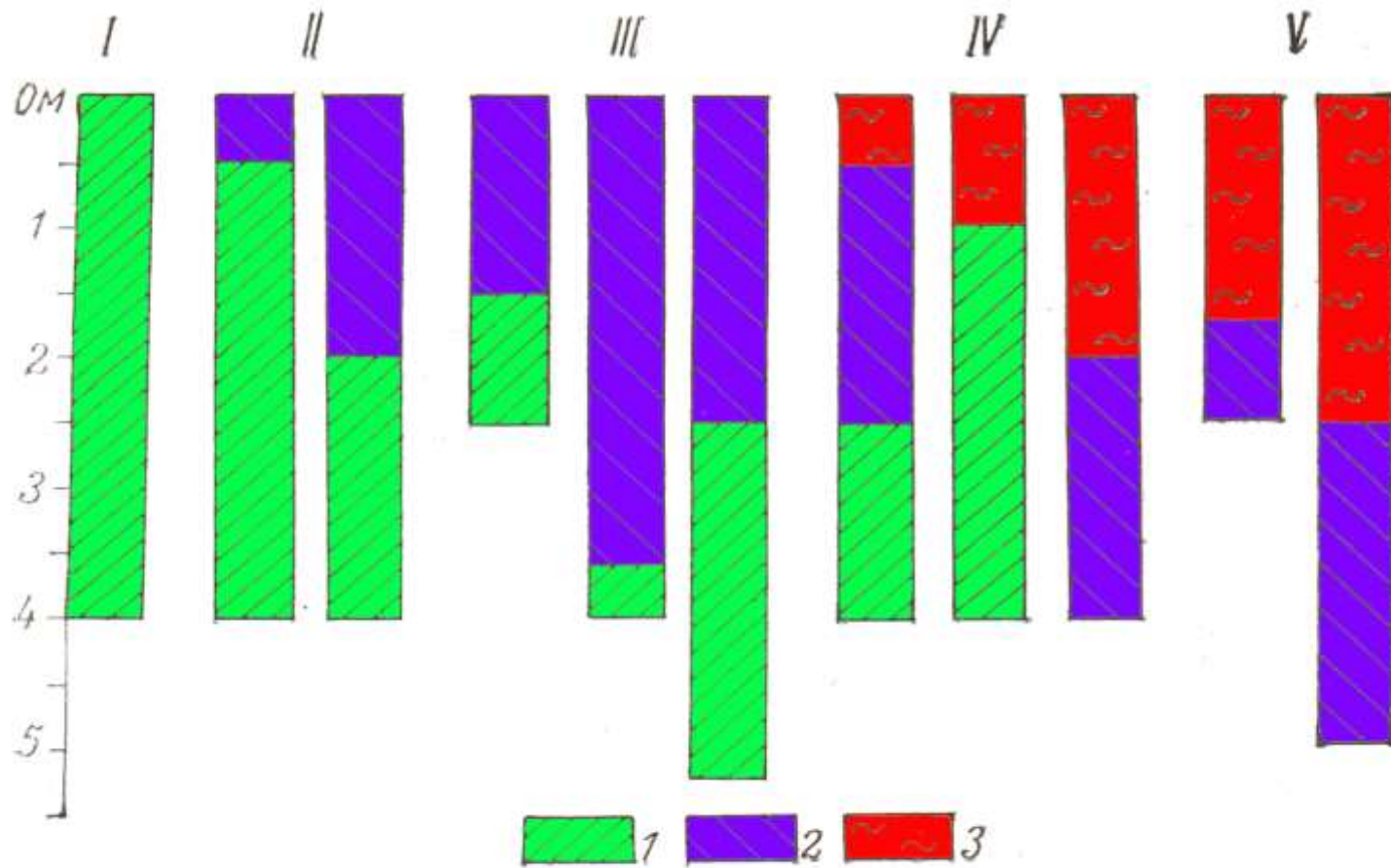
# Содержание (%) остатков растений в группах торфов и примеры видов торфов

остатки	группы (виды) торфов					
	древесный	древесно- травяной	Древесно- моховой	травяной	травяно- моховой	моховой
древесные	>40	15-40	15-40	<15	<15	<15
травяные	+	>35	>50	>50	25 и больше	5-30
моховые	+	<35	<35	<35	35 и больше	>50
ТИП	примеры видов торфов					
низинный	<i>березовый</i>	<i>древесно- тростник.</i>	<i>древесно- гипновый</i>	<i>тростни- ковый</i>	<i>осоково- гипновый</i>	<i>гипновый</i>
переходный	<i>березовый</i>	<i>древесно- осоковый</i>	<i>древесно- сфагновый</i>	<i>осоковый</i>	<i>осоково- сфагновый</i>	<i>сфагновый</i>
верховой	<i>сосновый</i>	<i>сосново- пушицевый</i>	<i>сосново- сфагновый</i>	<i>шейхцерие- вый</i>	<i>пушицево- сфагновый</i>	<i>фускум</i>

# Основные варианты строения типов торфяных залежей в «Классификации МТИ» (1951)

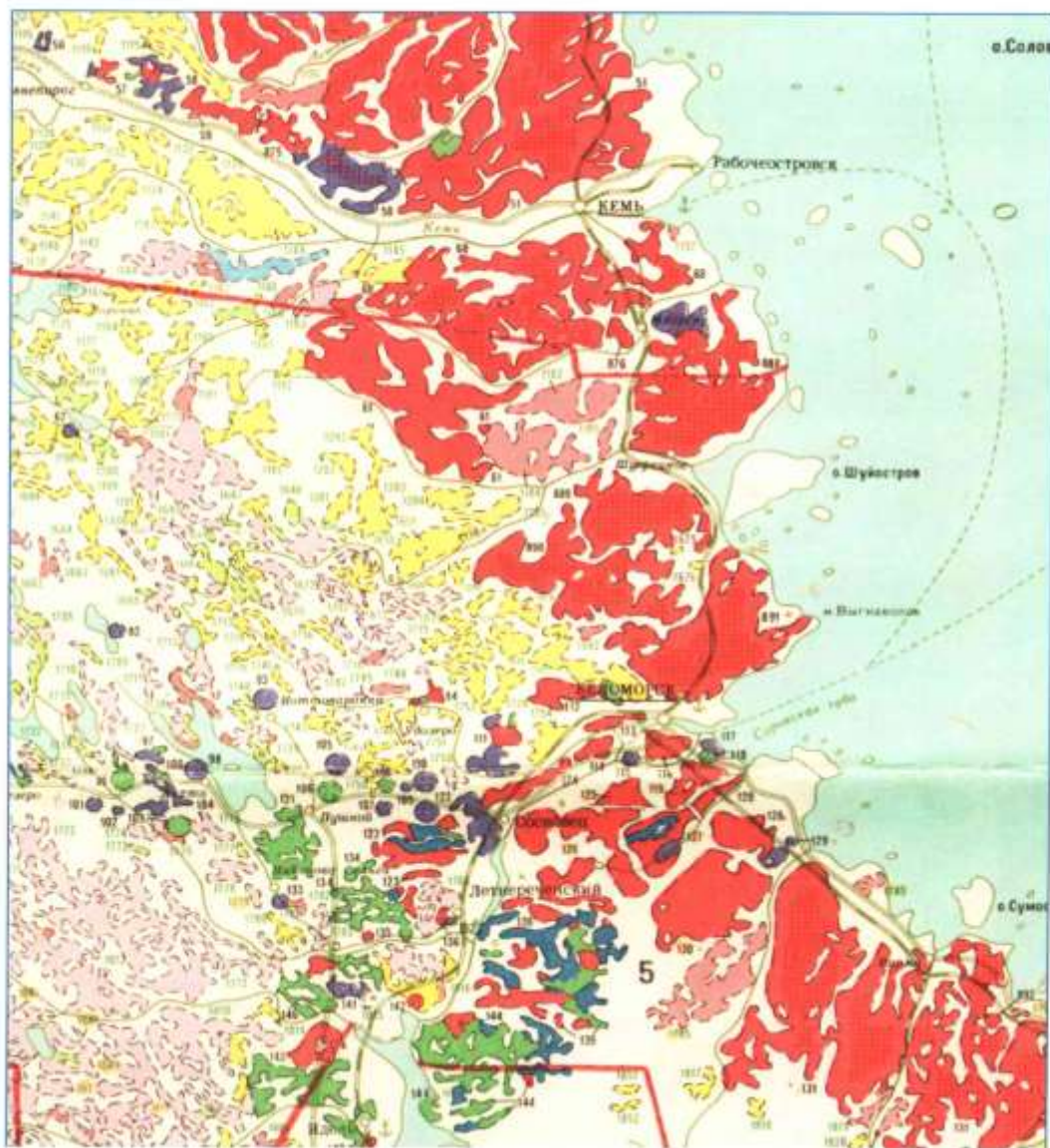


# Основные варианты строения типов торфяных залежей Карелии (Кузнецов, 1988)



I – низинный, II – низинно-переходный, III – переходный,  
IV – переходно-верховой, V – верховой

# Фрагмент карты торфяного фонда



**В 1957 г.** был издан кадастр и карта торфяного фонда. Впервые были учтены все известные торфяные болота Карелии, площадью 2,4 млн.га. Но только 12% из них исследованы наземно. Созданием кадастра руководил канд. геол. наук, известный торфевед Л.Я. Лепин. Какое-то участие принимали молодые, тогда, специалисты Н.В. Лебедева, Р.П. Тихонова, Т.К. Юрковская Т.К. и Г.А.Елина

**В 1979 г.** был переиздан кадастр и карта торфяных месторождений. Изученность торфяного фонда увеличилась до 18%.

Таким образом, из 3.6 млн га на картах показаны 72%, поскольку выпали болота, площадью менее 100 га.

1946г.

Е. А. ГАЛКИНА

**БОЛОТНЫЕ ЛАНДШАФТЫ КАРЕЛИИ И ПРИНЦИПЫ  
ИХ КЛАССИФИКАЦИИ**

**ВВЕДЕНИЕ**

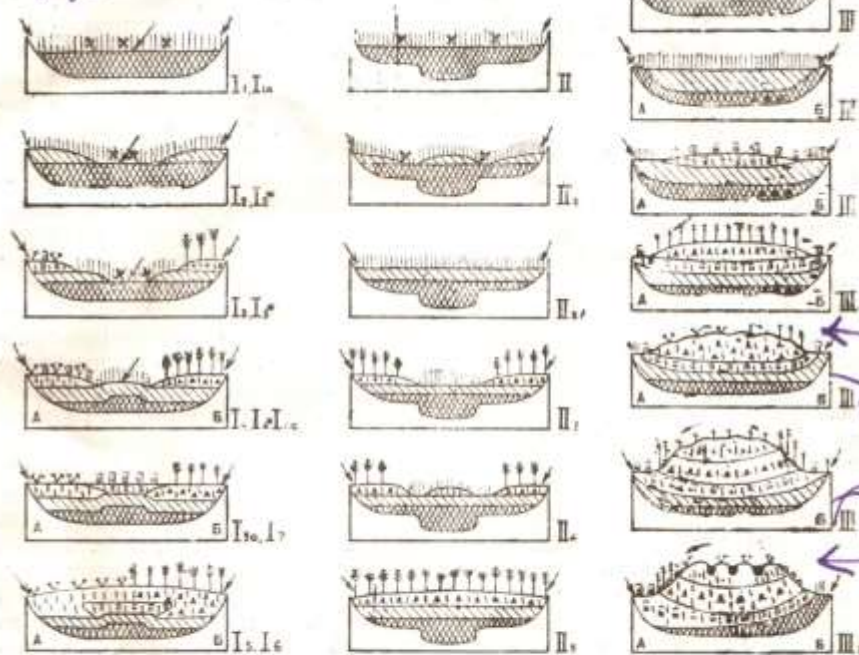
Приступая к исследованию и инвентаризации болотных мелиоративных фондов Карелии, коллектив сотрудников сектора болотоведения и мелиорации Карельского филиала АН СССР понимал, что болота представляют для экономического развития республики весьма разнообразный интерес. Обширные пространства болот травяных и сфагново-осоковых являются сельскохозяйственным, а лесных и сфагново-облесенных моховых — лесным мелиоративным фондом значимости, некоторые же болотные массивы перспективными и для торфодобычи. От типов и сети болот зависят характер будущей осушки мелких карельских рек, а следовательно, почвы влияют на стоимость и трудоемкость и эксплуатацию дорог (особенно узкоколейных, шоссейных и проселочных, а также зимних) оказывают и затопленные торфяники на естественную растительность болот (осоки) являясь важным фондом для молочного скота Карелии. Болотные растения имеют и в пищевой промышленности значение. Все перечисленное показывает, насколько важными должны быть наши знания о болотах. Вопрос, как надо подходить к их изучению?

Если для инвентаризации и определения ценности болотных массивов достаточно обследовать их современный растительный покров верхних горизонтов торфяной толщи, то для планирования и дорожного дела надо знать строение и жизнь от поверхности до дна торфяников. Знание питания болотных массивов, типов и режимов их необходимо для всех перечисленных видов работ.

Выяснение разнообразных качеств болотных массивов возможно лишь в том случае, когда исследователю ясны связи между элементами географической среды, в формировании массива, и закономерностями его развития. По этой причине, с нашей точки зрения, изучение болот любой страны должно проводиться с ландшафтно-ландшафтным подходом.



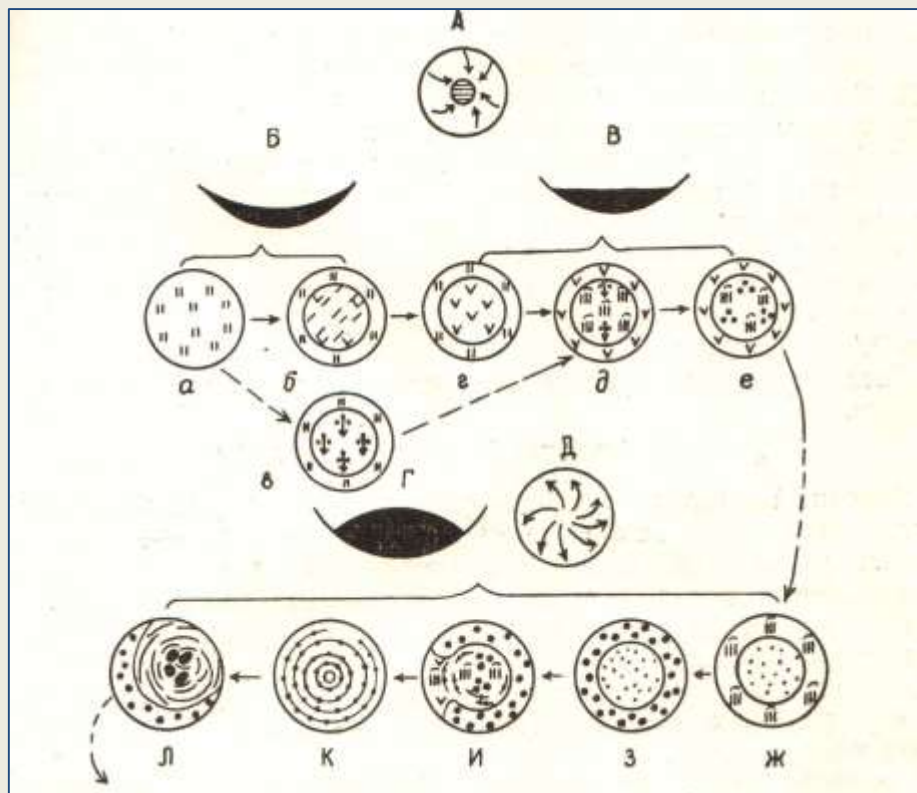
Иногда на грядах такого характера появляются кочки, образующиеся в результате сжатия торфа. Иногда на грядах такого характера появляются кочки, образующиеся в результате сжатия торфа.



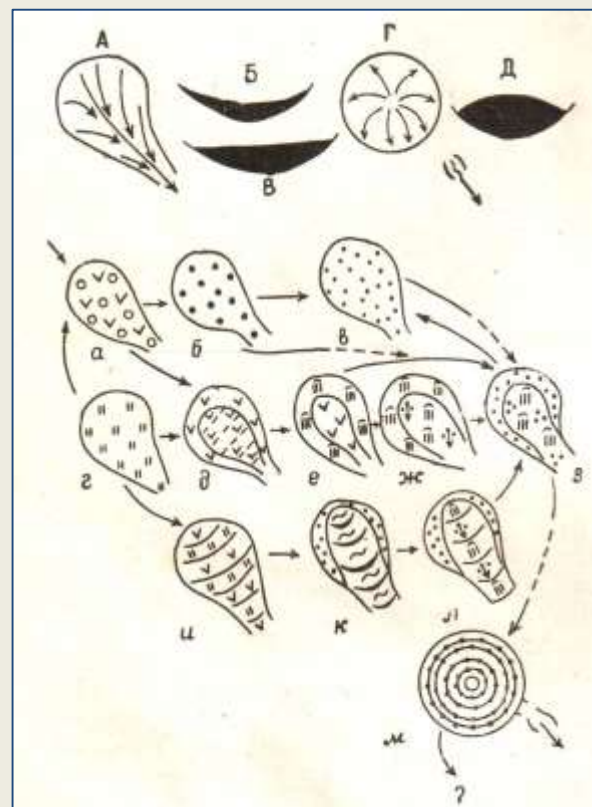
- 1) \* \* 2) III 3) III 4) V V 5) II 6) - -
- 7) [diagram] 8) [diagram] 9) [diagram] 10) [diagram] 11) [diagram] 12) [diagram] 13) [diagram] 14) [diagram]

3. Рис. Схема смен растительного покрова и построения торфяной залежи при различных ходах развития болотных мезоландшафтов

# Схемы смен типов болотных мезоландшафтов (массивов) некоторых классов (по: Галкина, 1959)

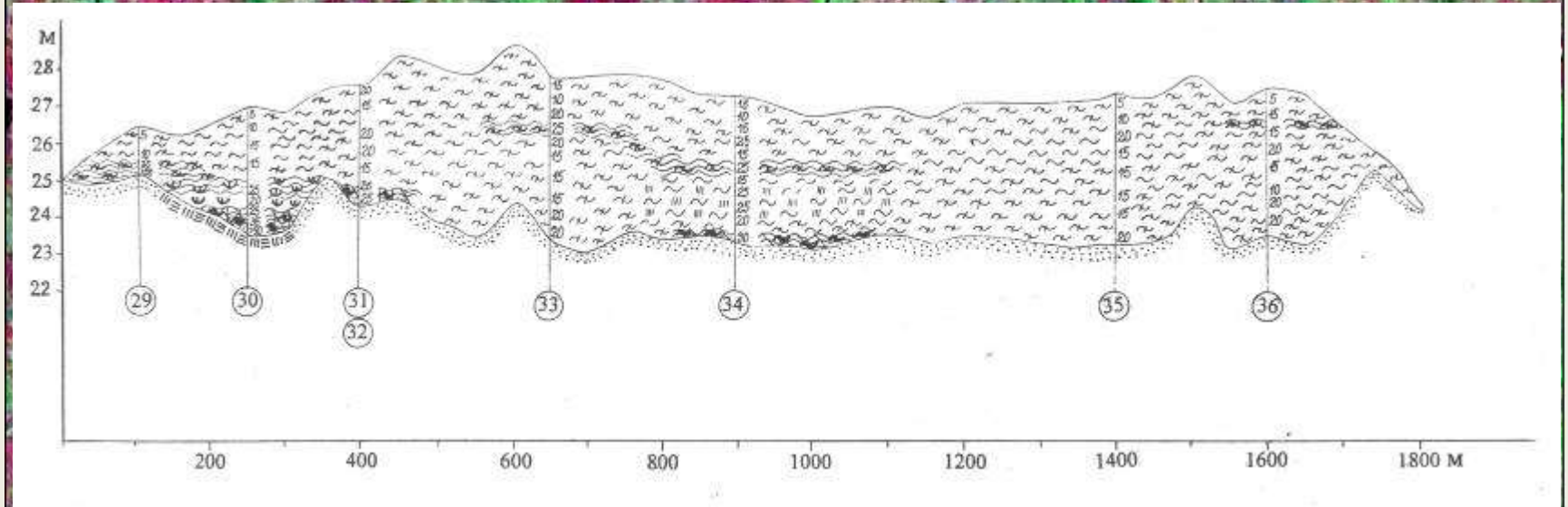
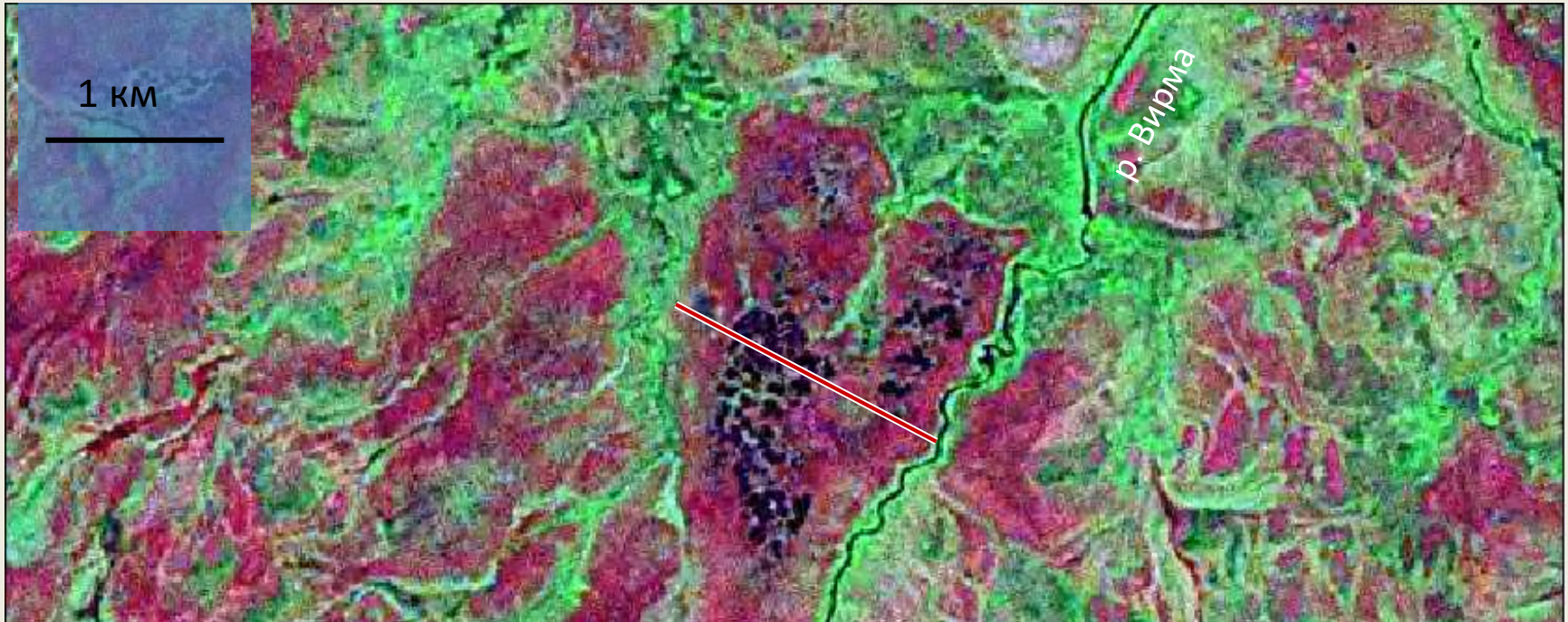


Замкнутые котловины

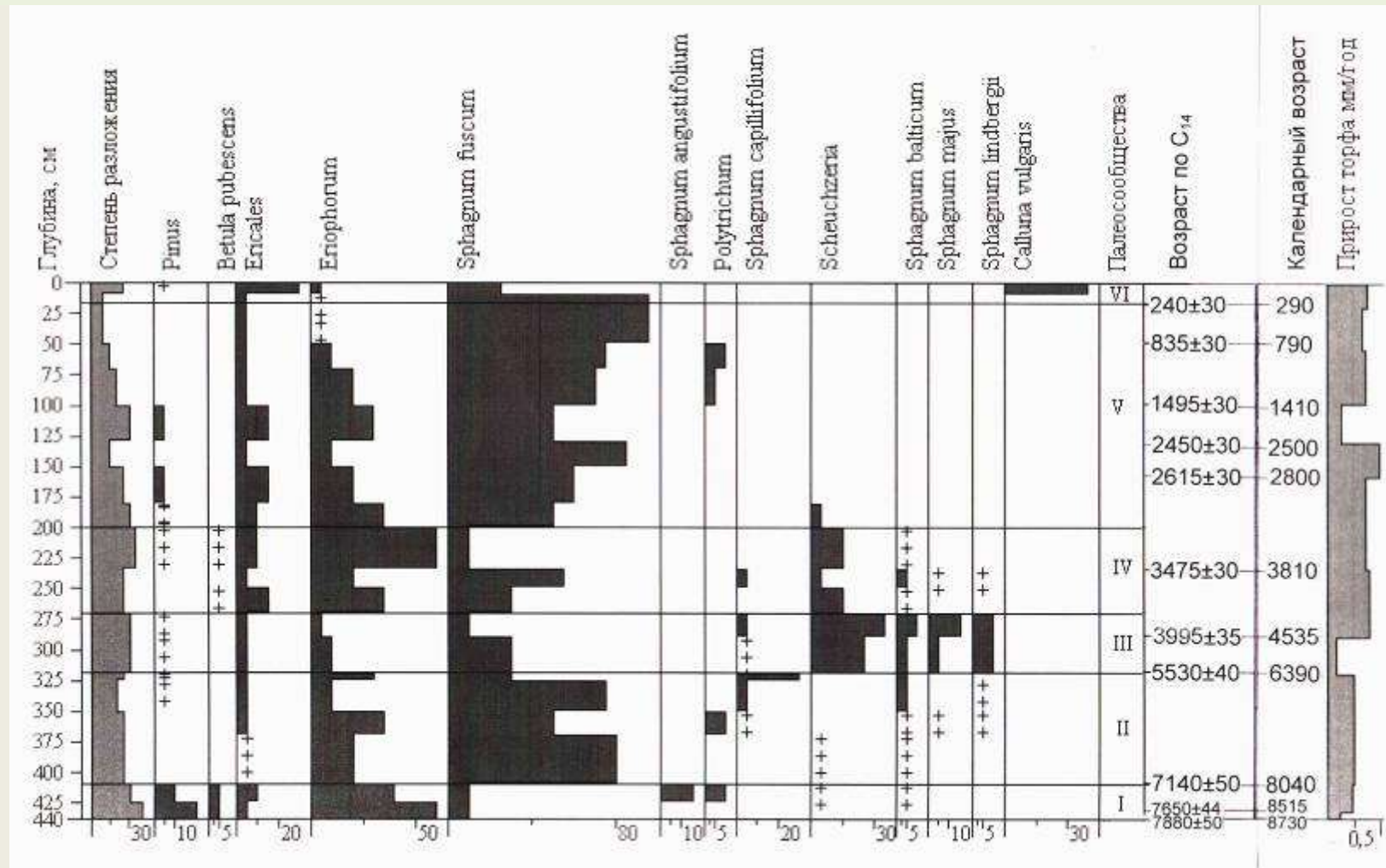


Сточные котловины

# Болотный массив "Вирма"



# Сукцессии растительности и скорость торфонакопления на болоте Вирменское (грда)



I Облесенное Pinus sylvestris – Eriophorum vaginatum – Sphagnum fuscum + S. angustifolium

II Гряда Eriophorum vaginatum – Sphagnum fuscum

III Мочажина Scheuchzeria palustris + Eriophorum vaginatum – Sphagnum sect. Cuspidata

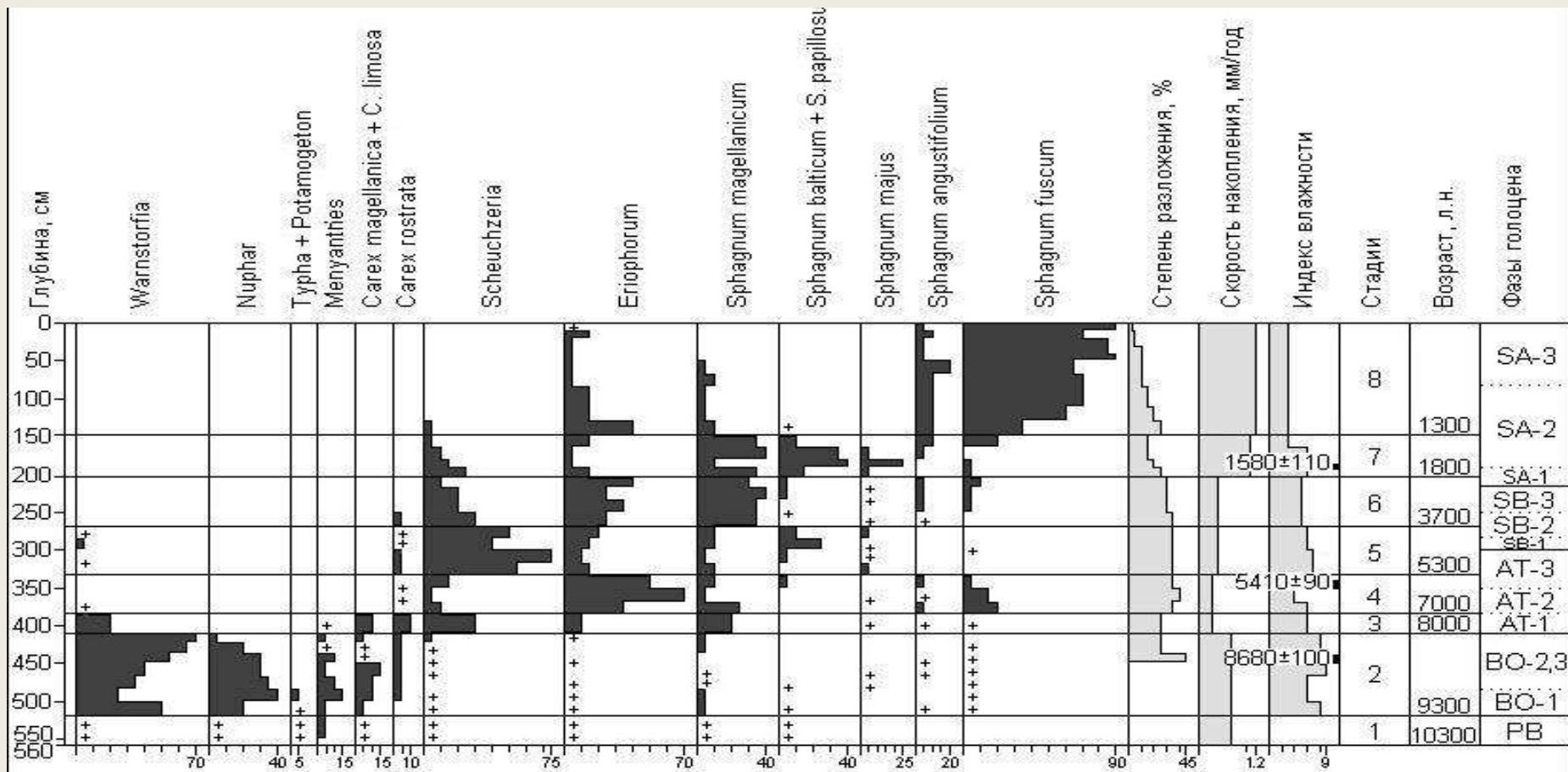
IV Ковер Eriophorum vaginatum + Scheuchzeria palustris – Sphagnum fuscum

V Гряда Eriophorum vaginatum – Sphagnum fuscum

VI Гряда Calluna vulgaris - Sphagnum fuscum - Cladina



# Разрез болота Скополиное

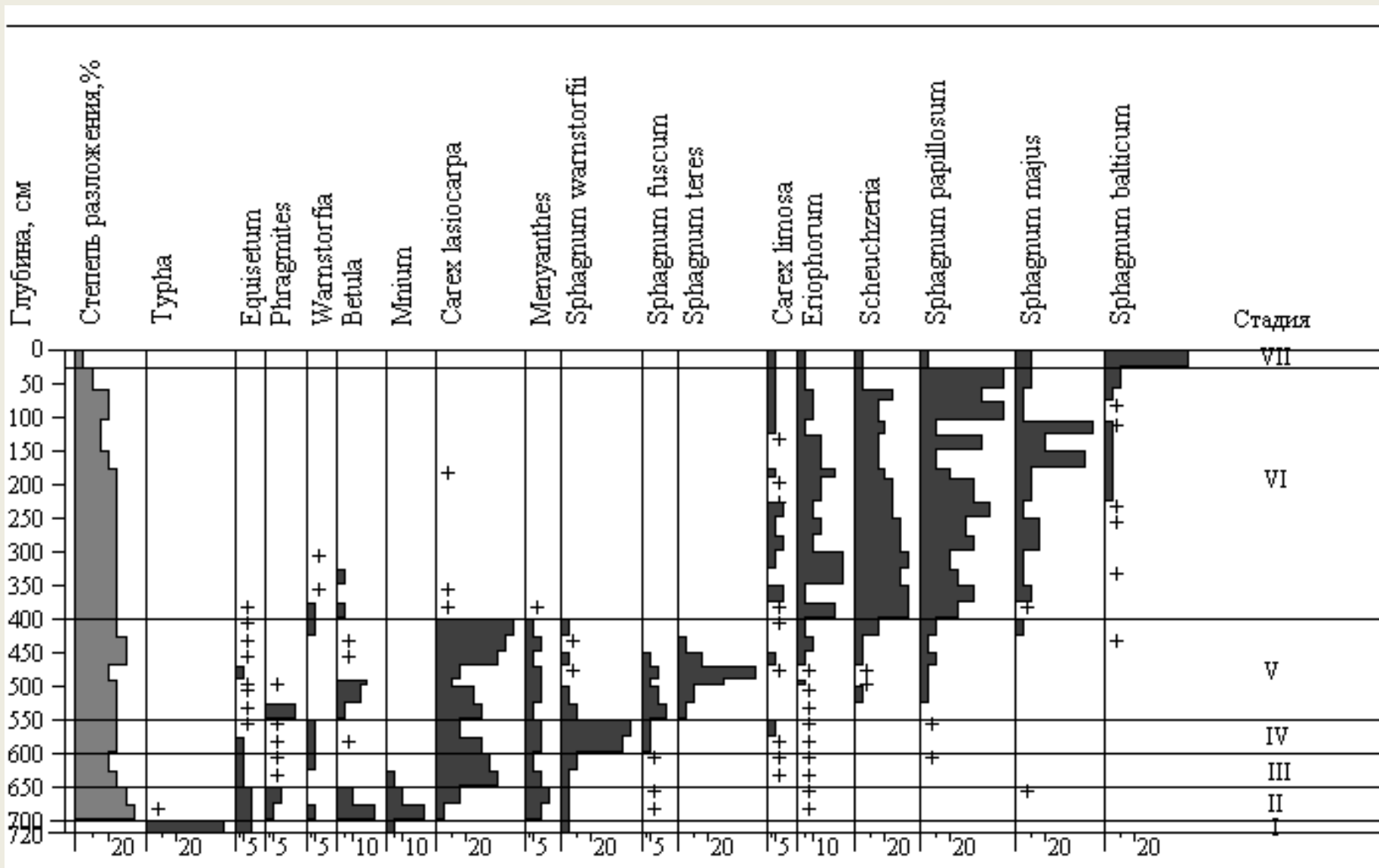


## Сукцессии водно-болотной растительности

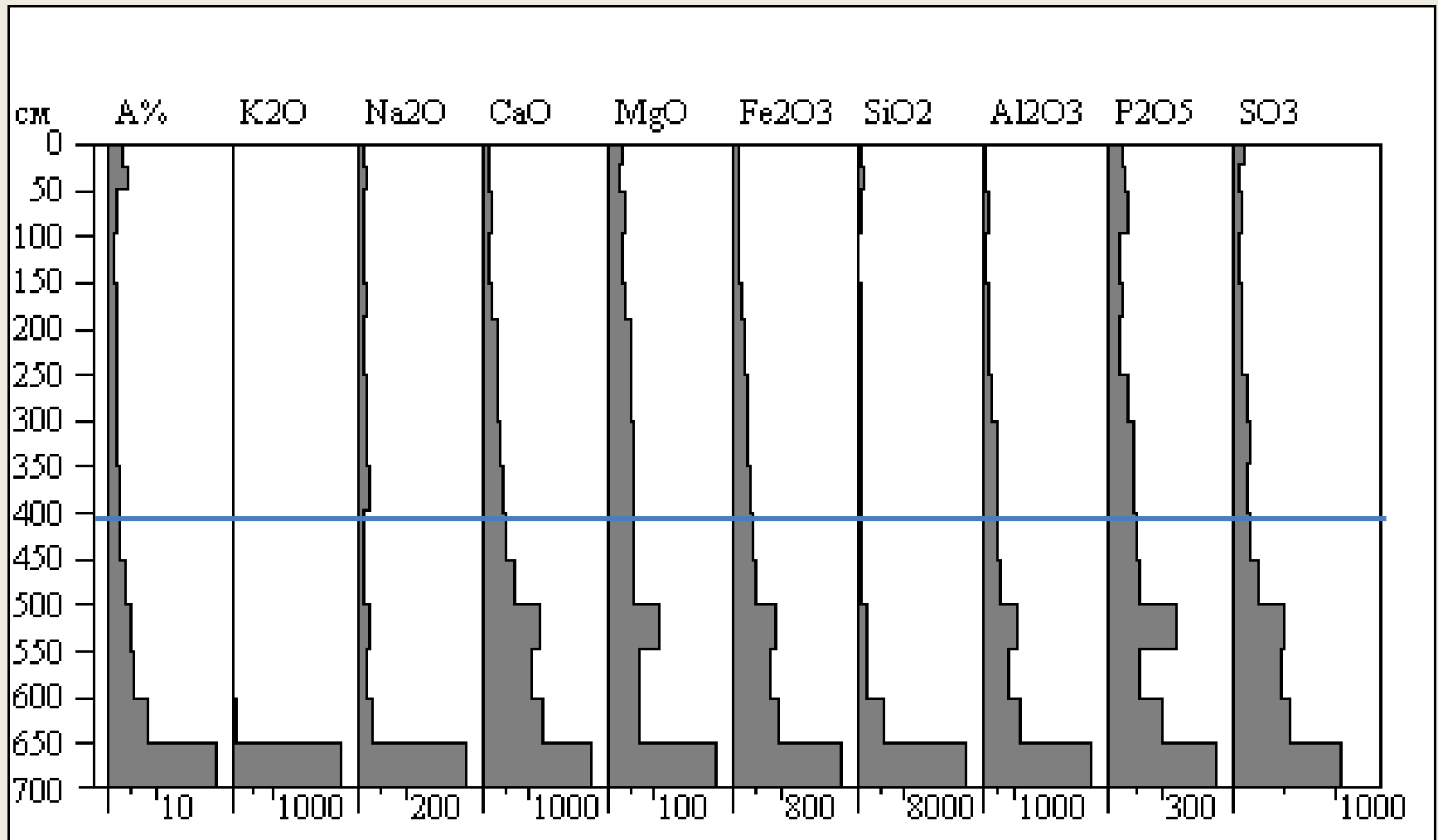
Hydrophytes (Nuphar, Typha, Potamogeton) – Warnstorfia [10300–9300 л.н.] → Nuphar + Typha – Menyanthes trifoliata + Carex (magellanica, rostrata) + Eriophorum vaginatum – Warnstorfia [9300–8000 л.н.] → Scheuchzeria palustris + Carex (rostrata, limosa) – Sphagnum magellanicum + Warnstorfia [8000–7000 л.н.] → Eriophorum vaginatum + Scheuchzeria palustris – Sphagnum (magellanicum, fuscum) [7000–5300 л.н.] → Scheuchzeria palustris + Eriophorum vaginatum – Sphagnum (magellanicum, papillosum, balticum) [5300–3700 л.н.] → Eriophorum vaginatum + Scheuchzeria palustris – Sphagnum magellanicum [3700–1800 л.н.] → Scheuchzeria palustris – Sphagnum (magellanicum, balticum, majus) [1800–1300 л.н.] → Eriophorum vaginatum – Sphagnum (fuscum, angustifolium) [1300 л.н. – настоящее время]

# Палеосообщества верхового болота Степашуо

(I – V – минеротрофные, VI – VII – омбротрофные)



# Содержание макроэлементов, мг/л (болото Степашуо)



Наиболее распространенные сочетания верховых и переходных видов торфа в контактных слоях торфяных залежей

под кочковыми верховыми торфами

Верховые

Сосново-пушицевый

Фускум

Пушицевый

Пушицево-сфагновый

Древесно-пушицевый

Осоково-сфагновый

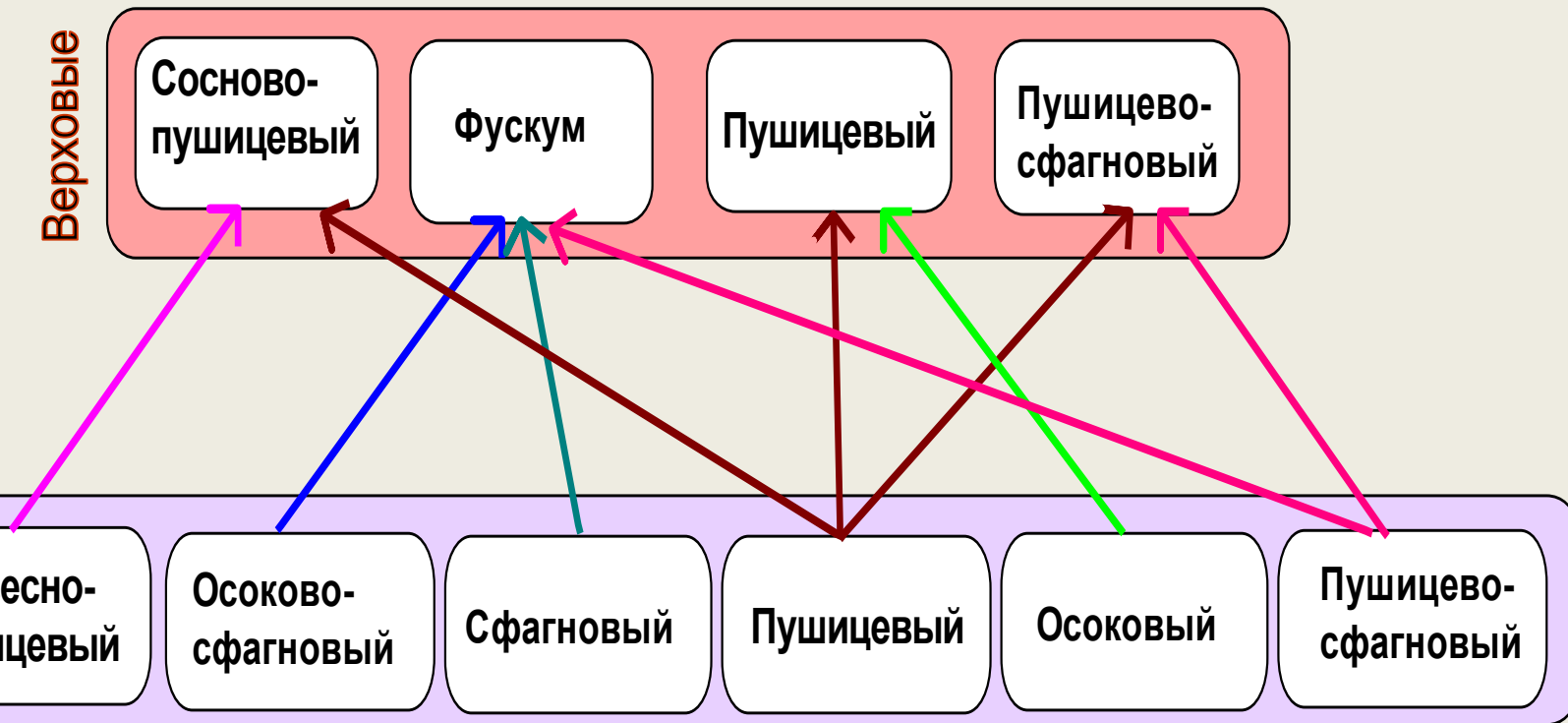
Сфагновый

Пушицевый

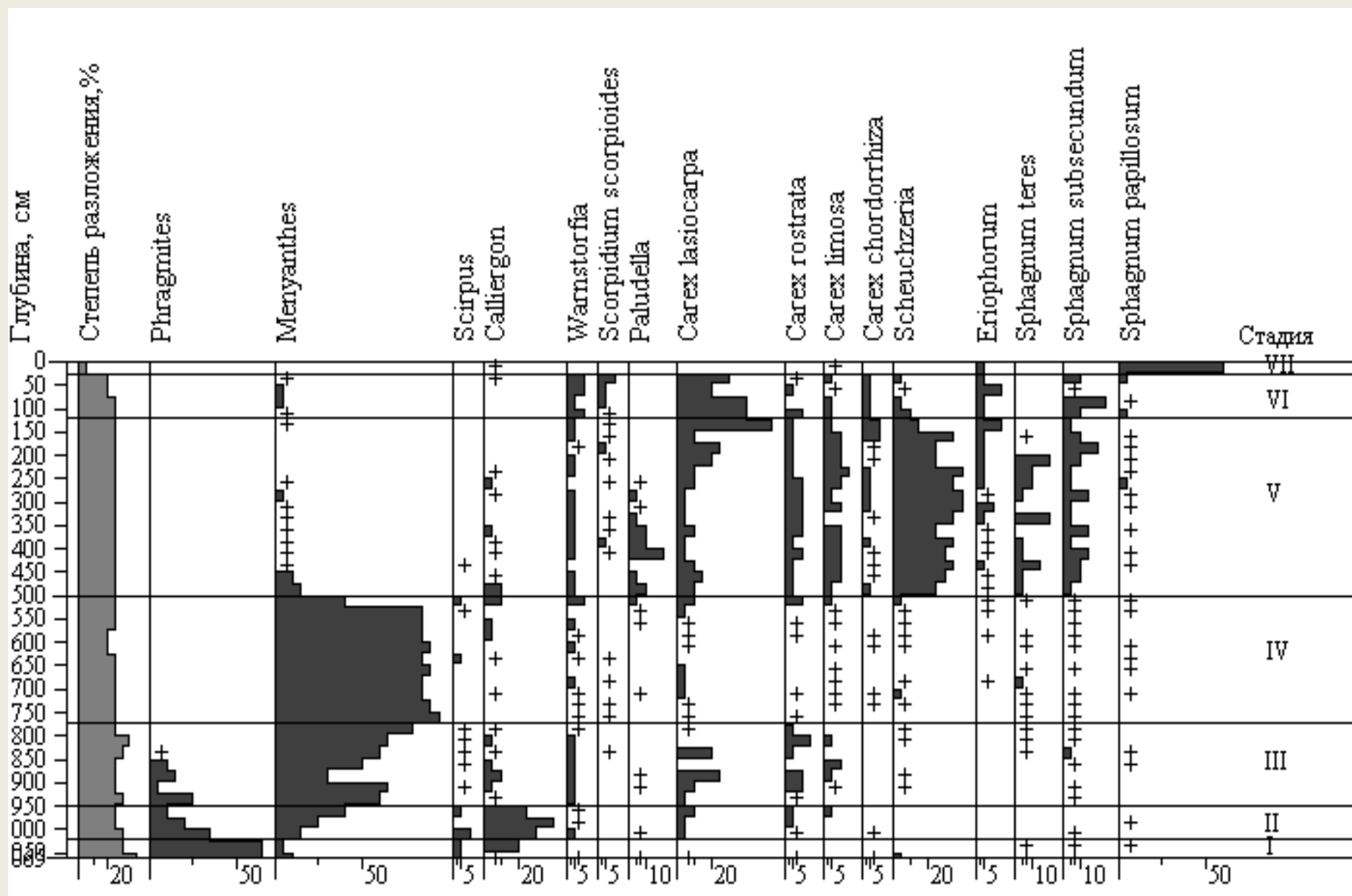
Осоковый

Пушицево-сфагновый

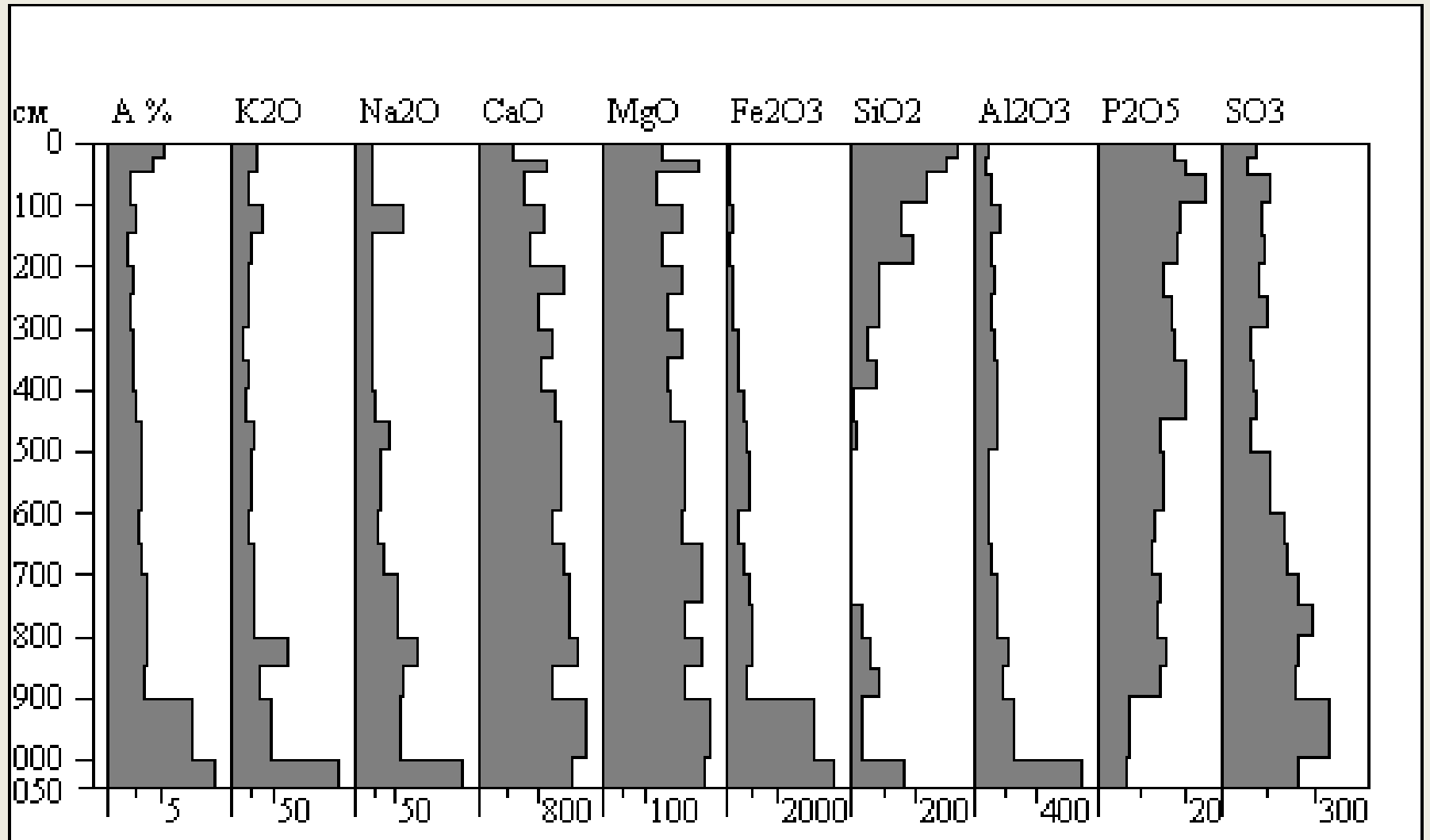
Переходные



# Палеосообщества аапа болота Узкое



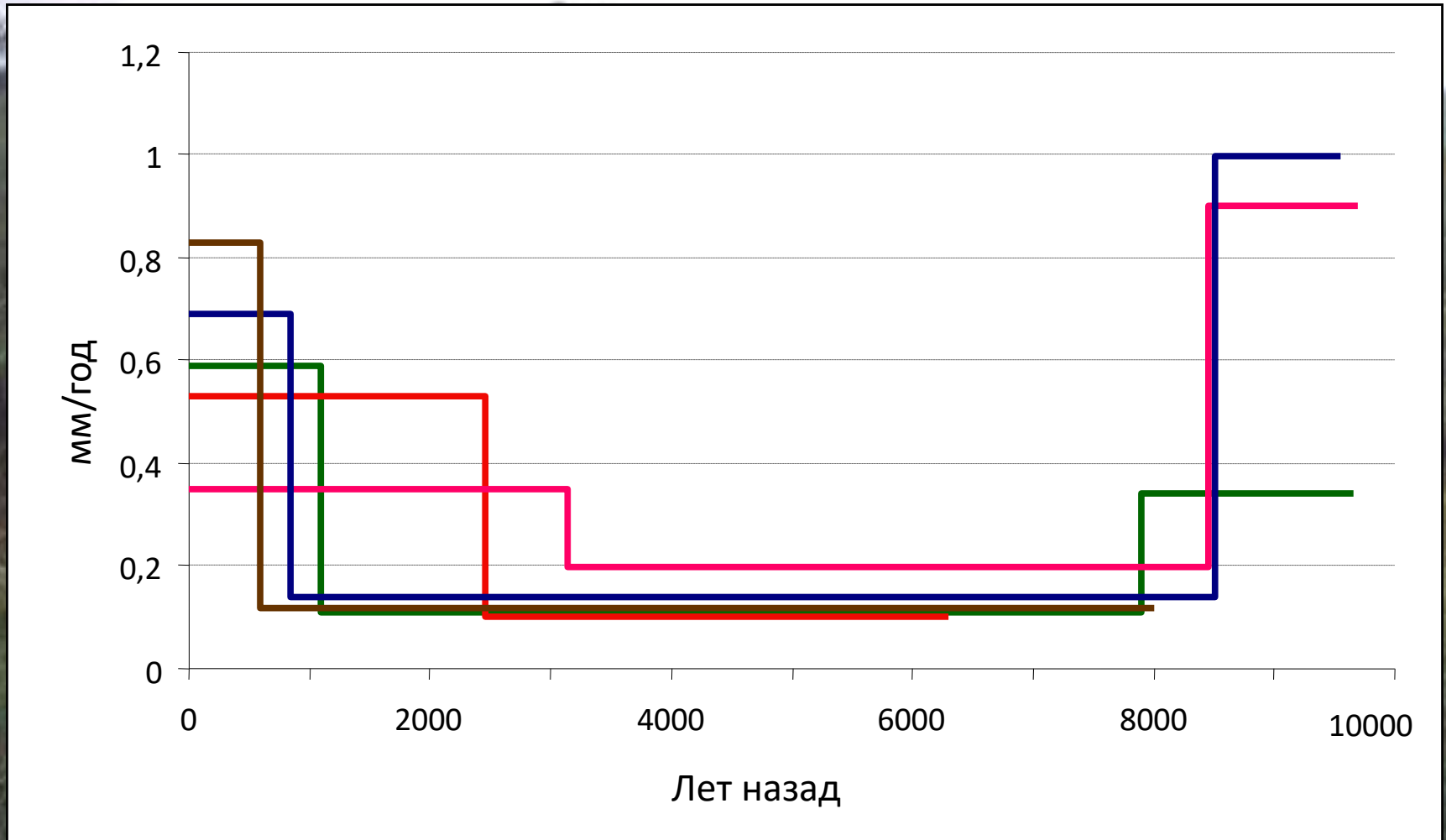
# Содержание макроэлементов в торфяной залежи аапа болота Узкое, мг/л



Болотная система Юпяжсуо площадью около 30 000 га  
включает массивы аапа и верхового типов

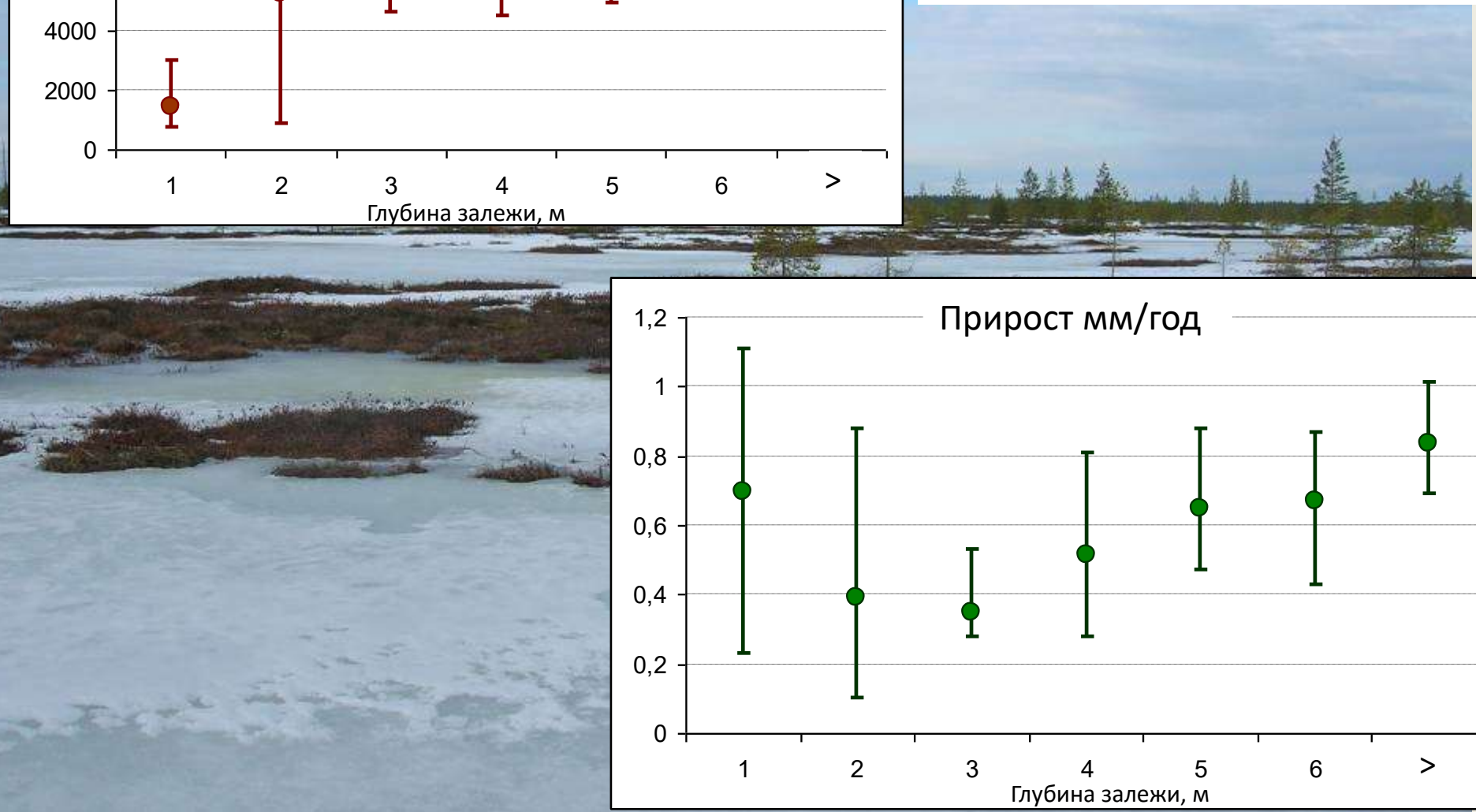
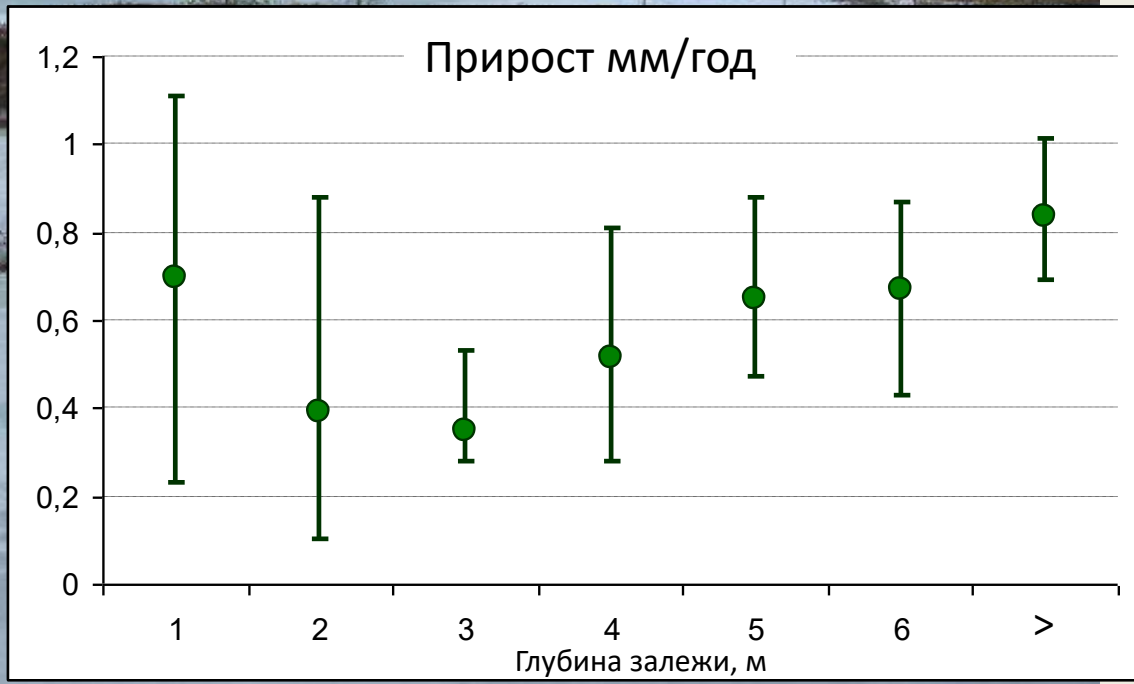
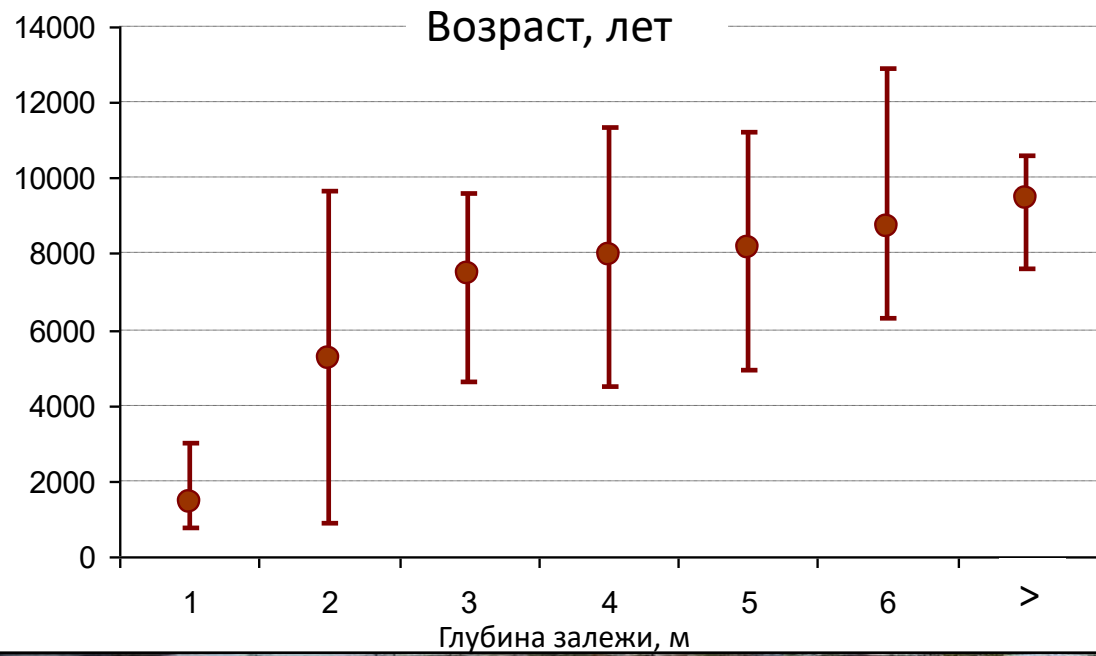


# Прирост торфа мм/год на аапа болоте Юпяжсуо в Голоцене (по данным с 5 скважин)





# Зависимость возраста придонного слоя торфа и среднего прироста от глубины торфяной залежи





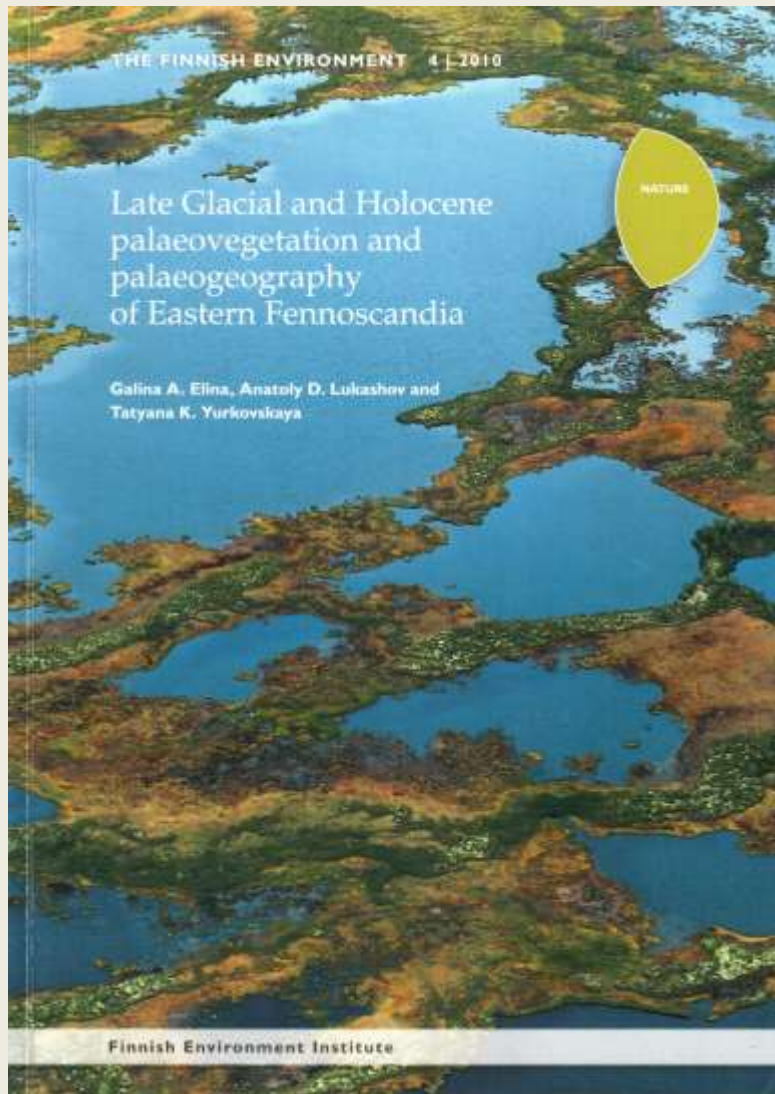
*Г.А. Елина*



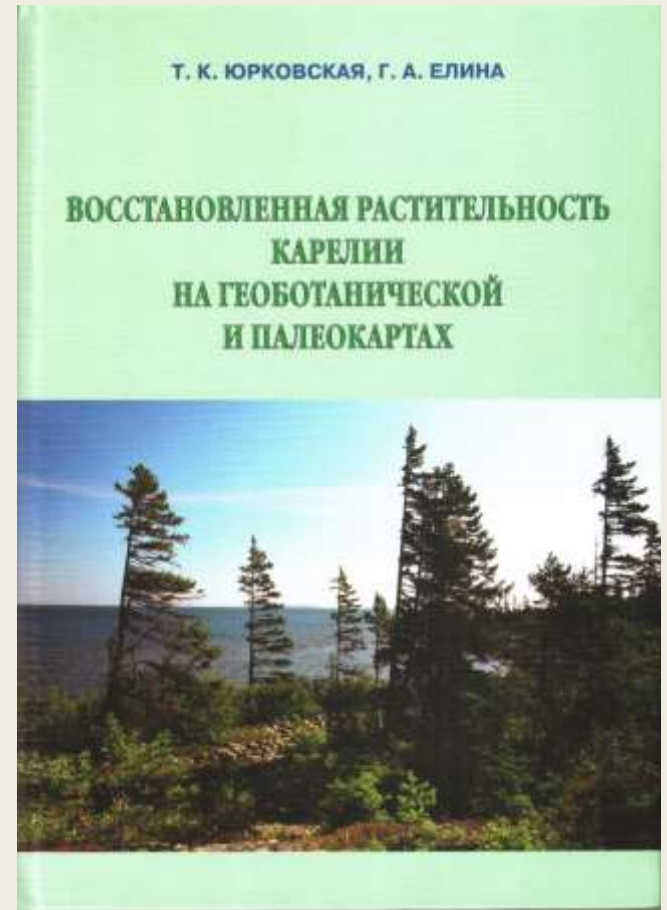
*А.Д. Лукашов*



*Т.К. Юрковская*

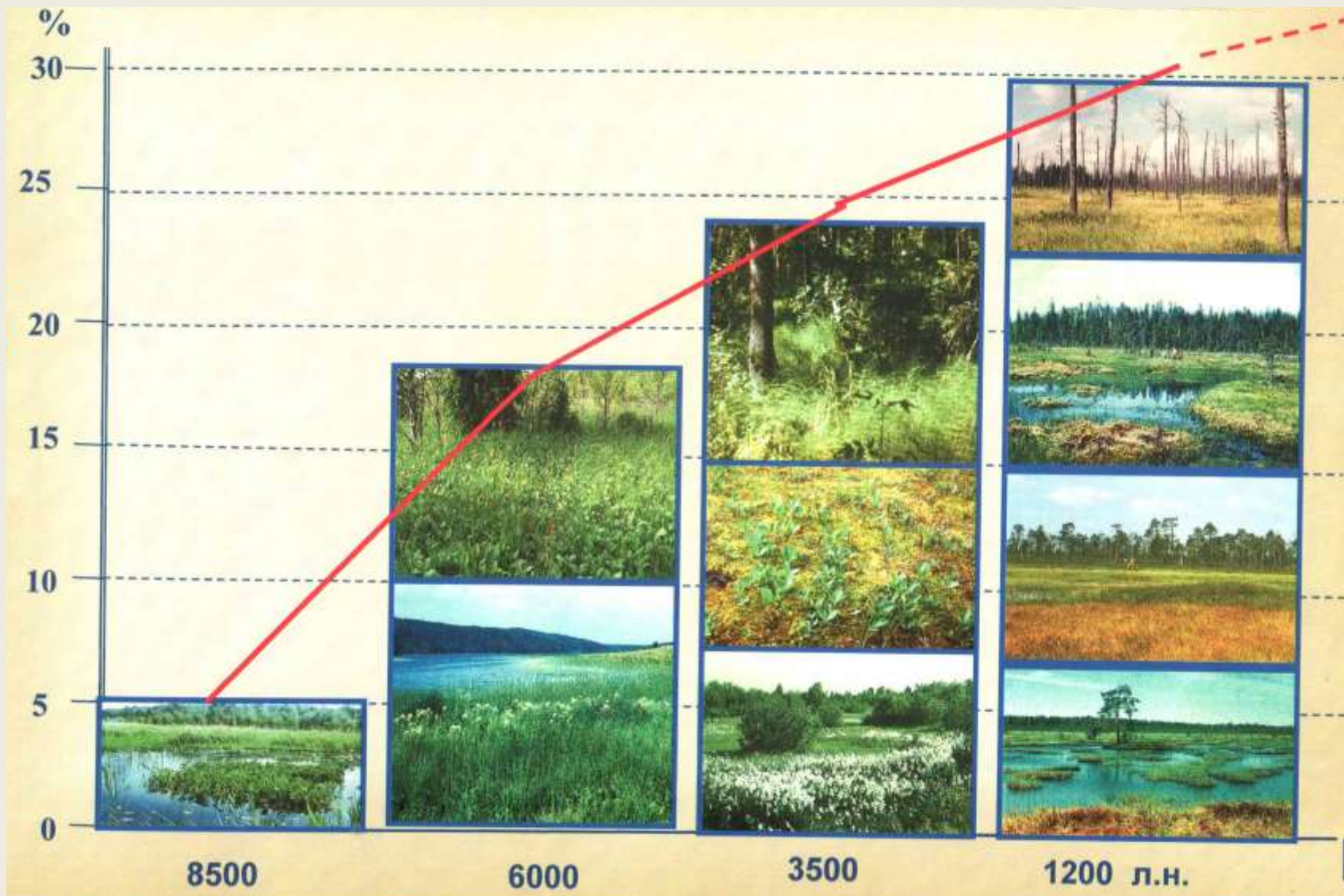


2010

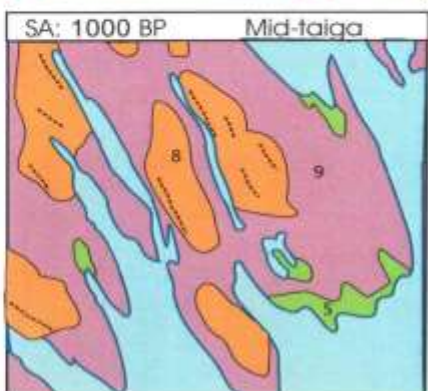
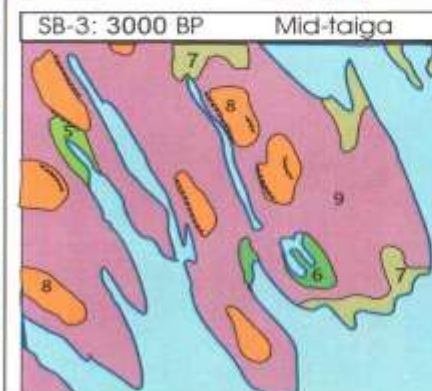
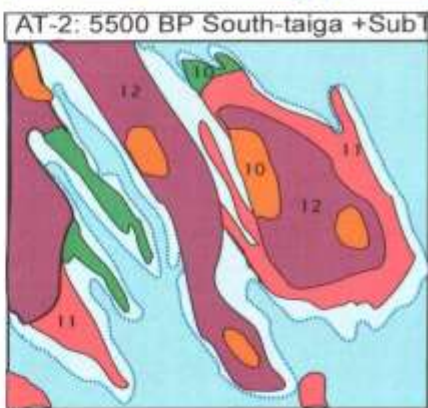
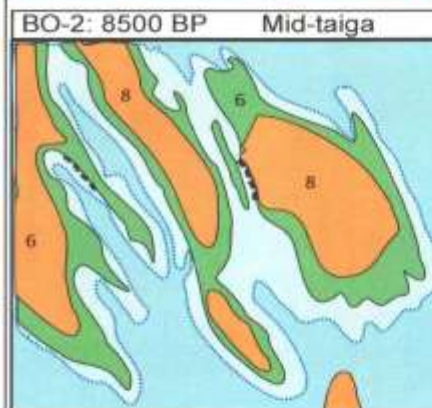
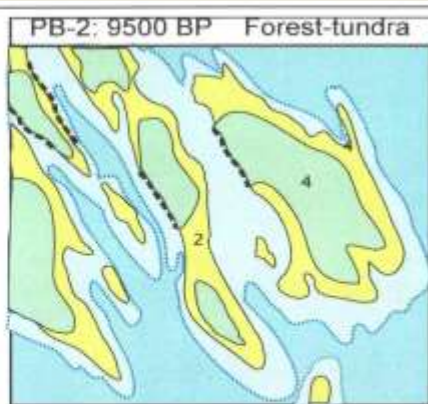
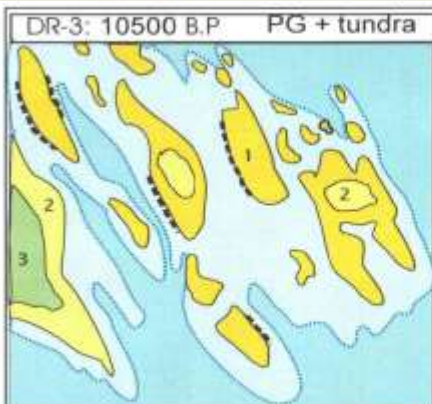


2009

# Динамика заболоченности и типов болот Карелии



# Динамика палеорастительности МТ «Заонежье»



**10500 л.н.** - большая часть МТ покрыта водой; на островах – полярно-маревые приледниковые палеосообщества (ПС). Среди них - тундровые ПС

**9500 л.н.** – озеро занимает значительную часть суши; лесотундровые ПС чередуются с приледниковыми

**8500 л.н.** – третья часть суши все еще находилась под водой. Доминируют среднетаежные сосновые, реже встречаются березовые леса

**5500 л.н.** – распространились южно-таежные еловые леса с подтаежными элементами (вяз, дуб, липа)

**3000 л.н.** – Господствуют среднетаежные ельники и частично – сосняки

**1200 л.н.** – Доминирующие еловые среднетаежные ельники постепенно уступают место сосновым лесам.

# На болоте Учебное



Спасибо за внимание!



БОЛОТНАЯ ЭКОСИСТЕМА – СУТЬ ТРИЕДИНСТВО РАСТЕНИЙ, ТОРФА И ВОДЫ  
И ПЛЮС ИЗУЧАЮЩИХ ВСЕ ЭТО БОЛОТОВЕДОВ