

Динамика болотных экосистем таежной зоны и методы ее изучения

О.Л. Кузнецов
Институт биологии КарНЦ РАН



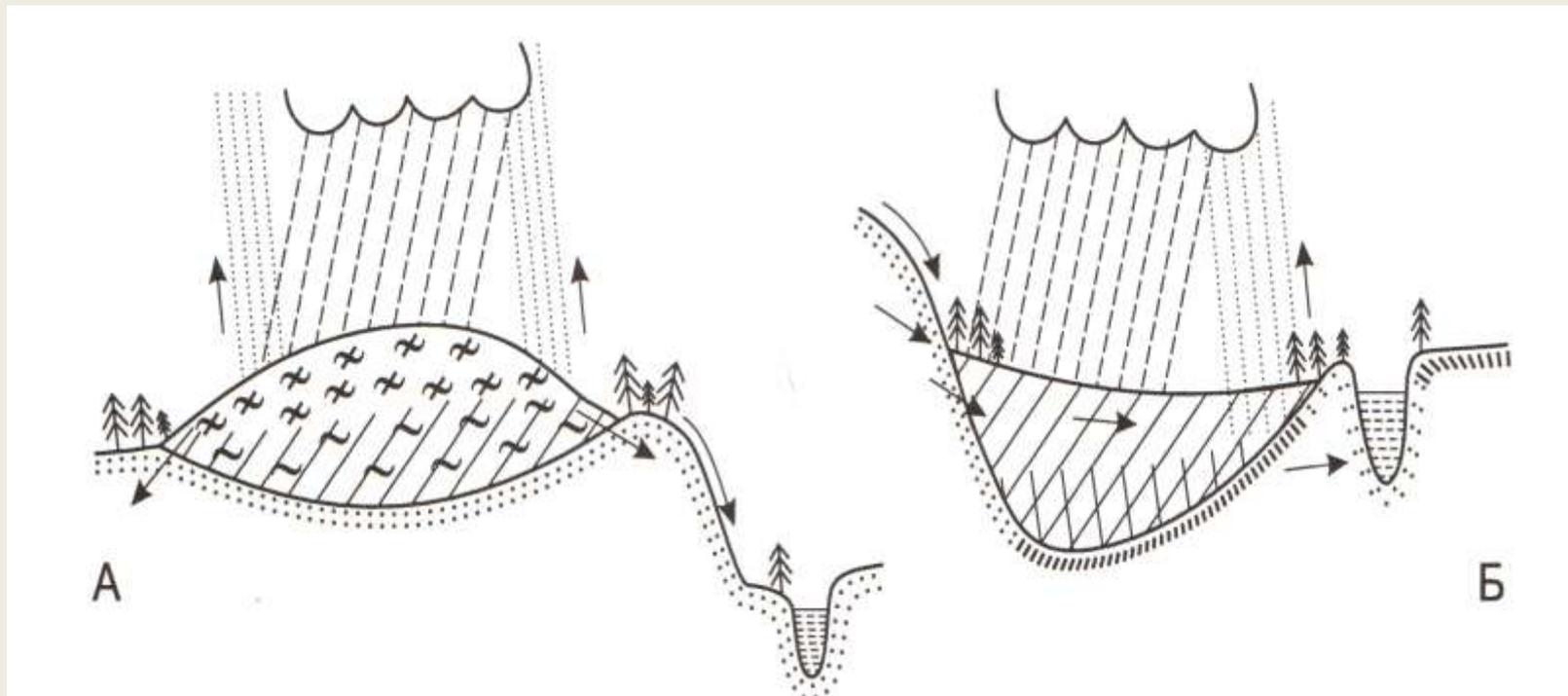
БОЛОТО – участок земной поверхности, занятый группой взаимосвязанных биогеоценозов, характеризующийся постоянным или длительным обильным увлажнением, специфической влаголюбивой растительностью и торфообразованием (Юрковская, 1986)

- **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

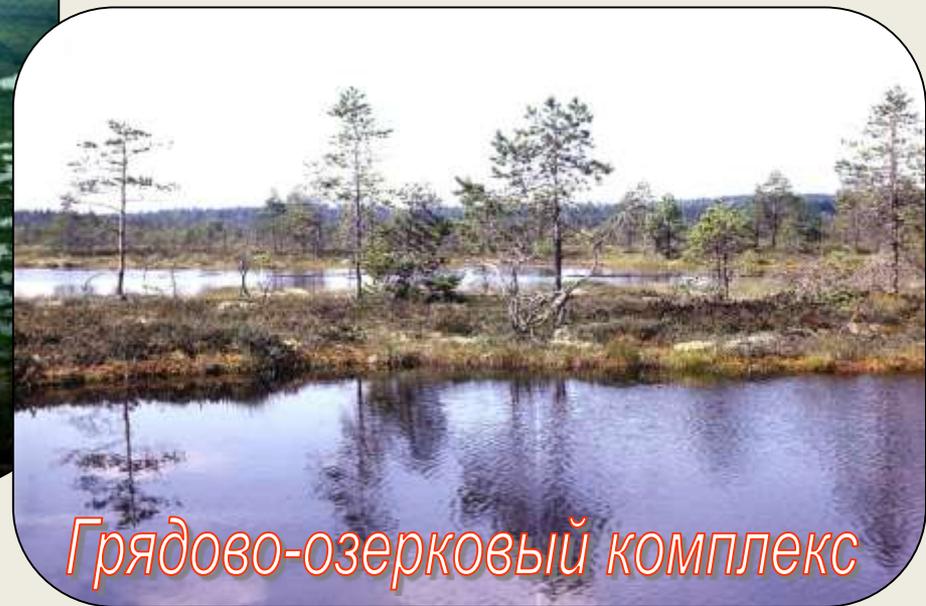
По минеральному питанию (Вебер, Пьявченко и др.)	По котловинам, геоморфологическая (Галкина, Тюремнов)	По растительному покрову (Цинзерлинг, Юрковская и др.)
<p>Верховые (олиготрофные или омбротрофные) О</p> <p>Переходные (мезотрофные) М</p> <p>Низинные (евтрофные) Е</p>	<p>Бессточных котловин</p> <p>Сточных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



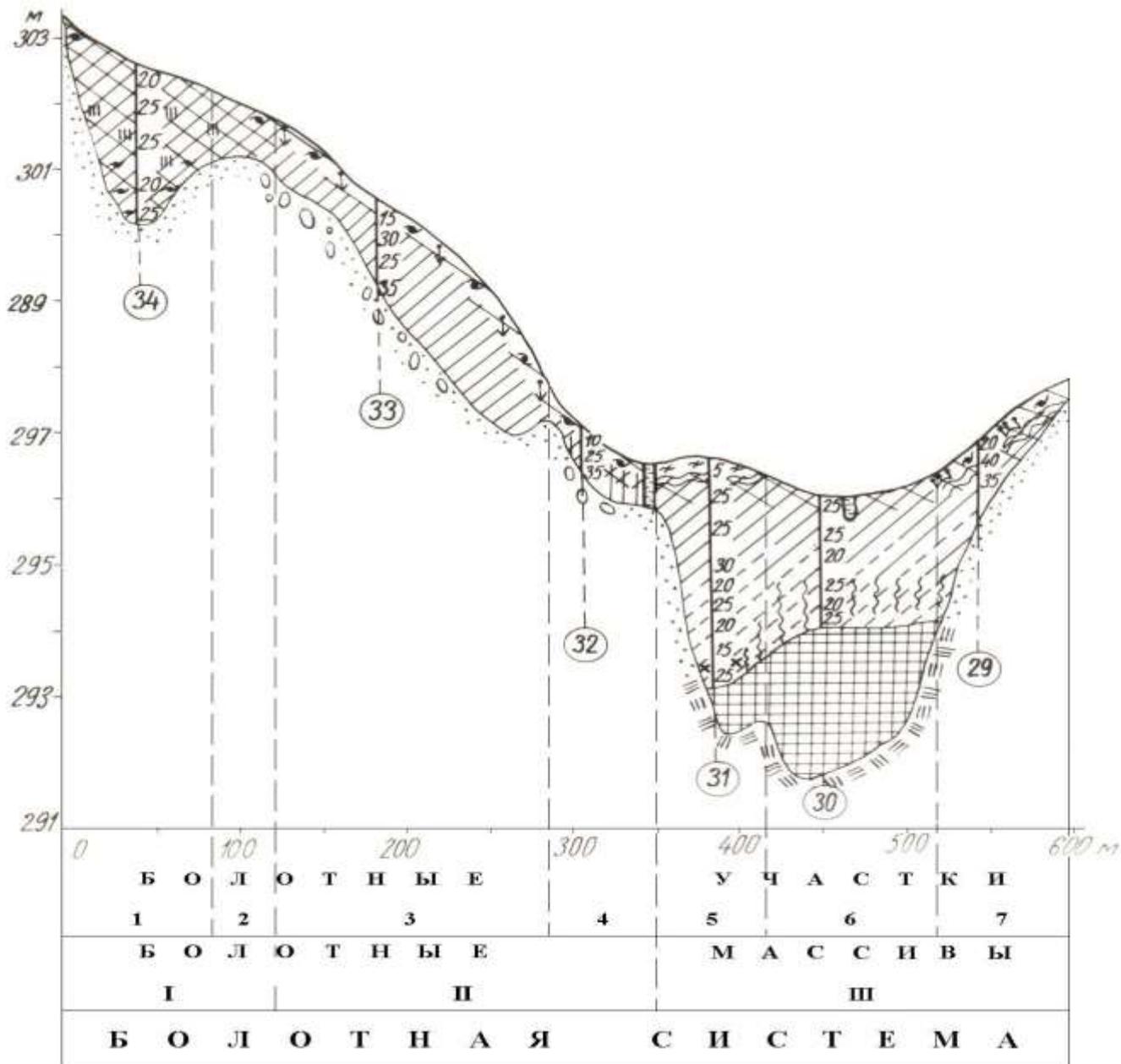
Лесные болота



Болотный массив аапа типа (вид с вертолета)



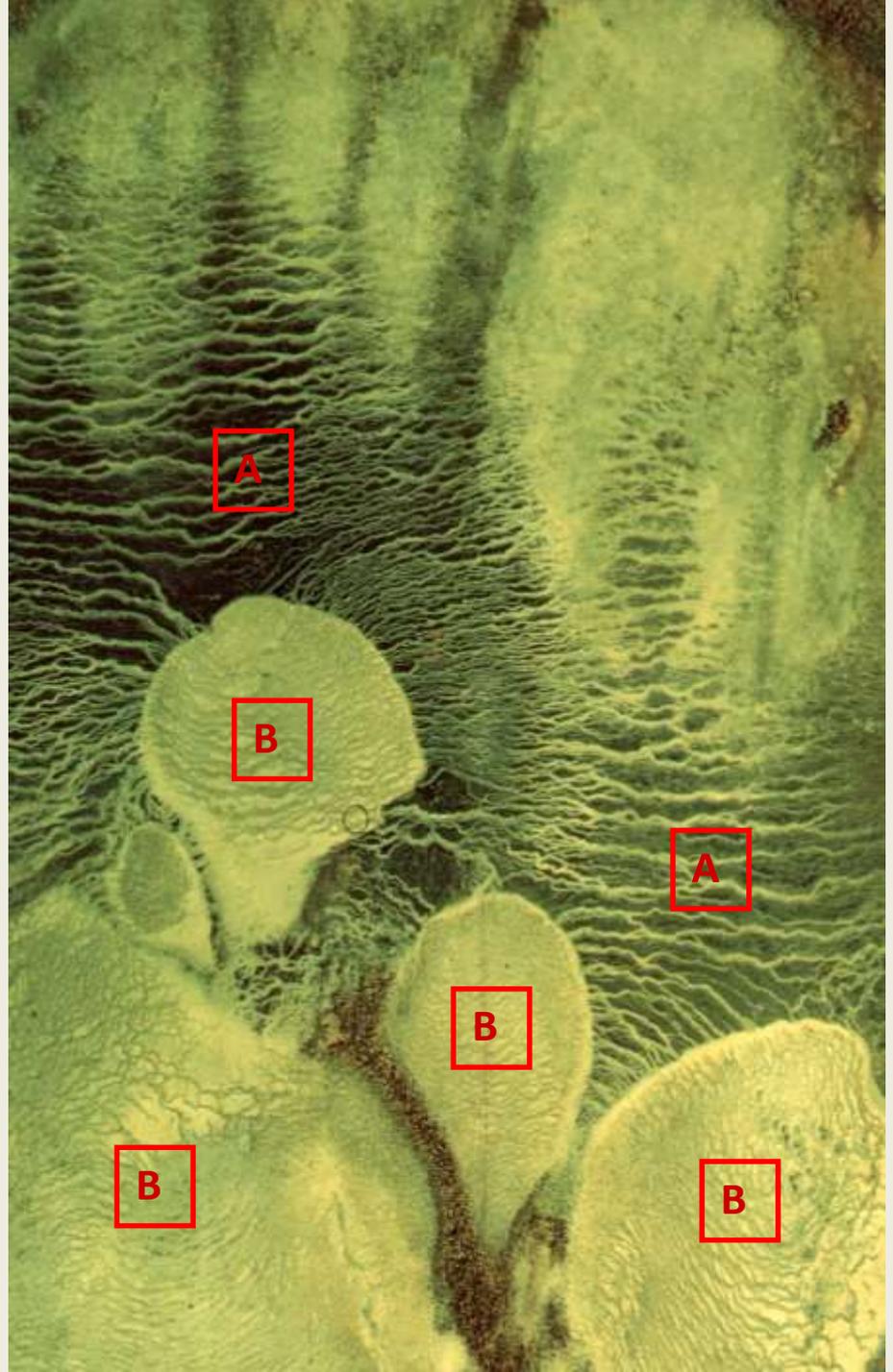
Структура и стратиграфия болотной системы



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

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

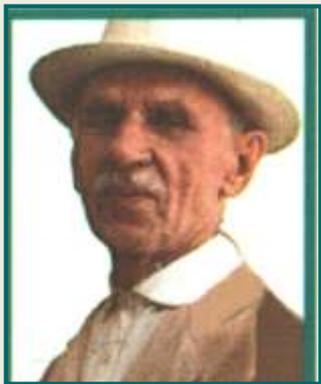
Растительность болот занимает в СССР огромные площади (в Европейской части около 20 млн. га) в лесной и лесотундровой (и южной части тундровой) зонах, причем в некоторых районах площадь, ею занятая, больше площади, занятой растительностью на минеральных почвах.

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

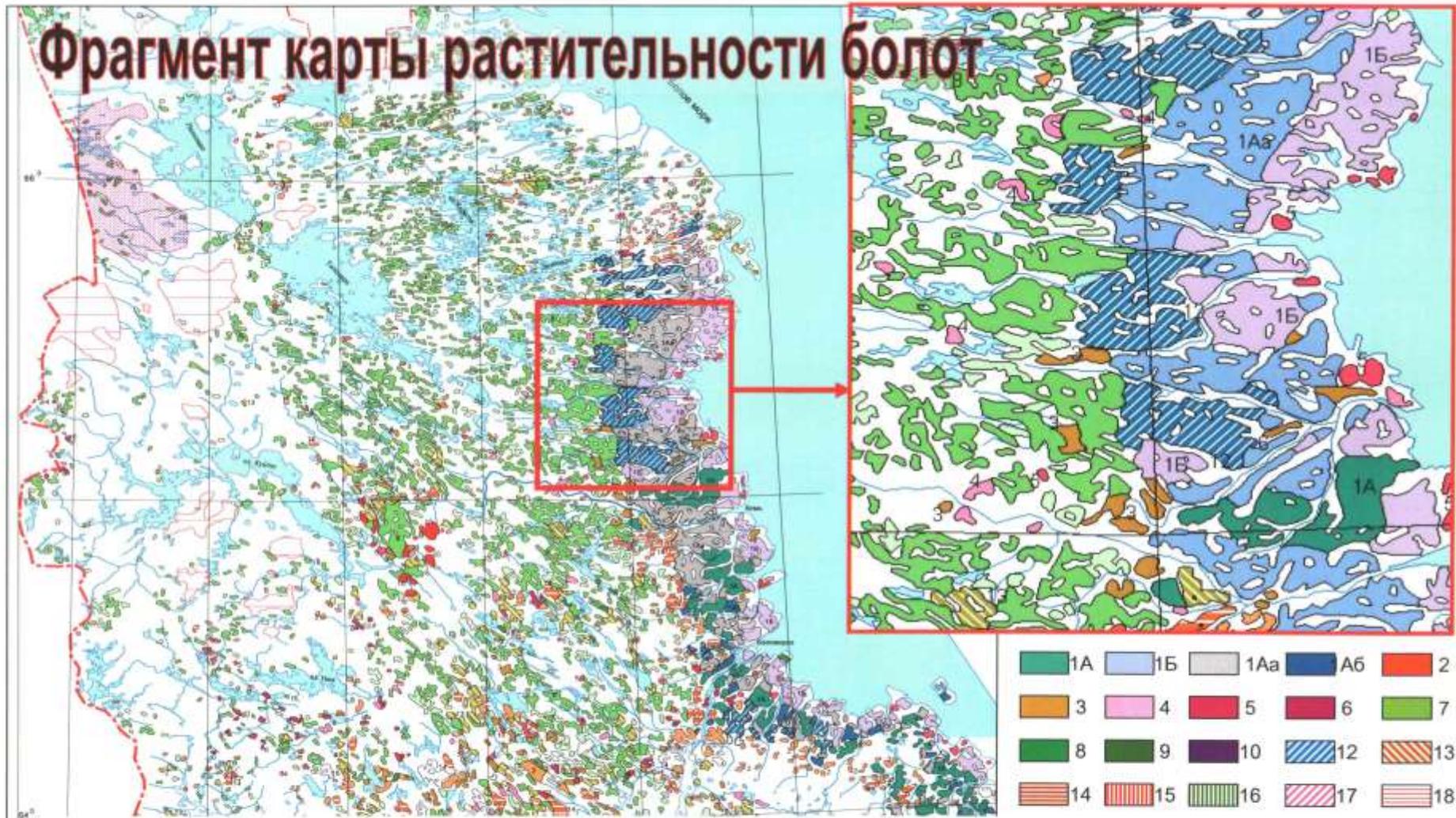
Районирование болот Европы (по: Н.Я. Кац, 1971)



Николай
Яковлевич Кац
(1894-1984)



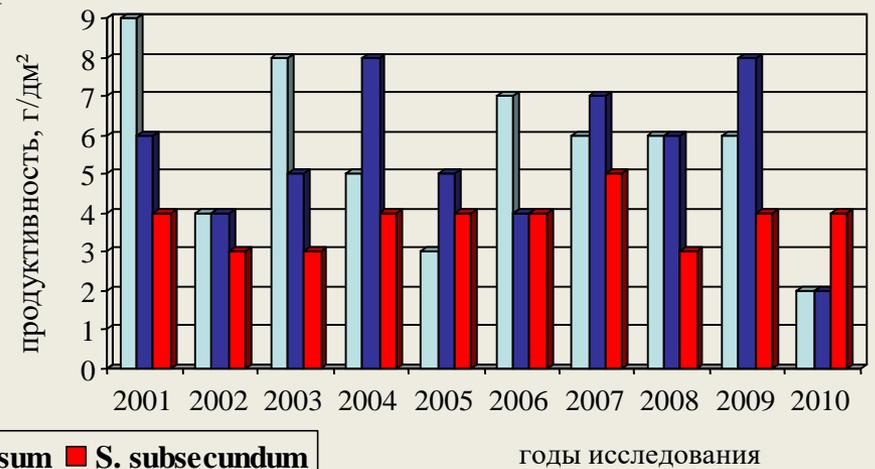
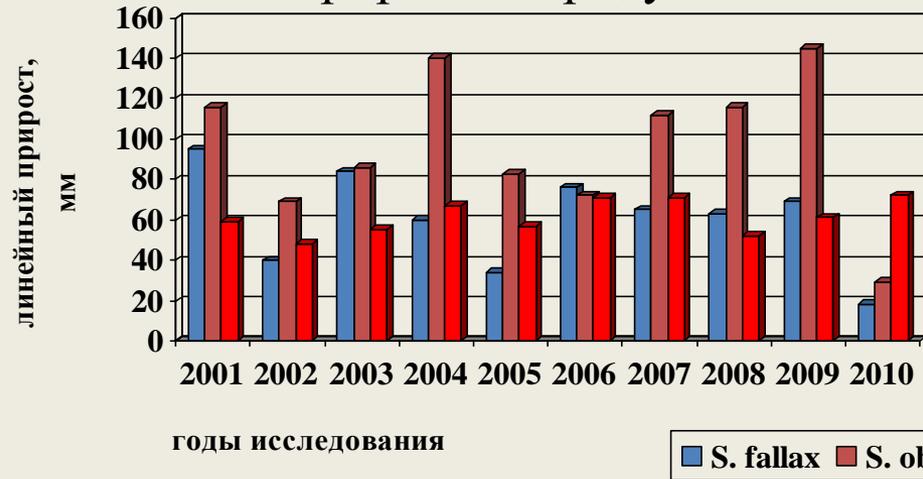
Фрагмент карты растительности болот



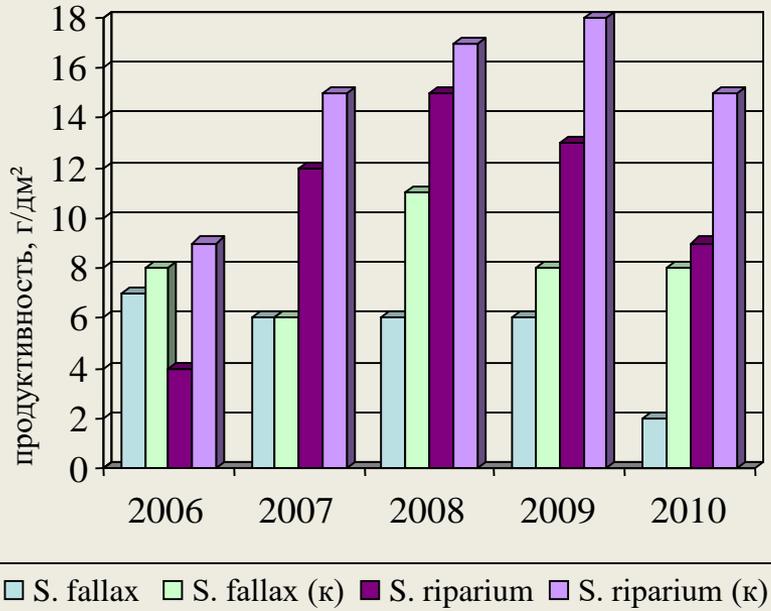
Многочисленные экспедиционные маршруты и камеральное сплошное дешифрирование аэрофотоснимков послужили основой для создания карты растительности болот масштаба 1:600 000 (1967). Автор легенды и северного листа карты – **Т.К. Юрковская**. Работа по актуализации карты (в программе MapInfo) и созданию базы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



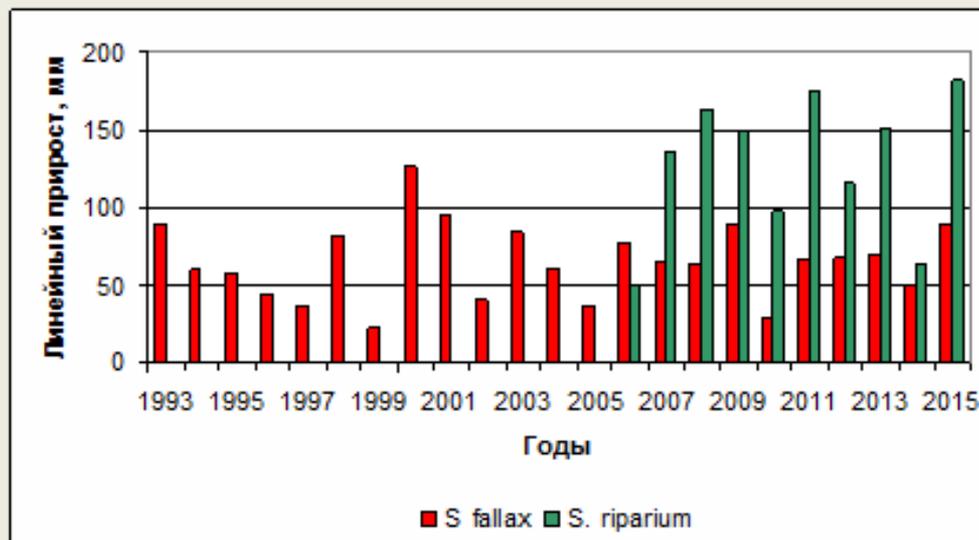
Регенерация
МХОВ



Функционирование ценопопуляций сфагновых мхов на естественных и трансформированных болотах



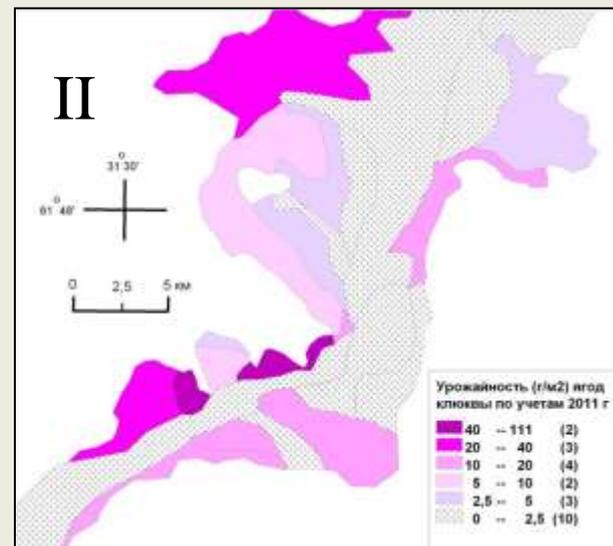
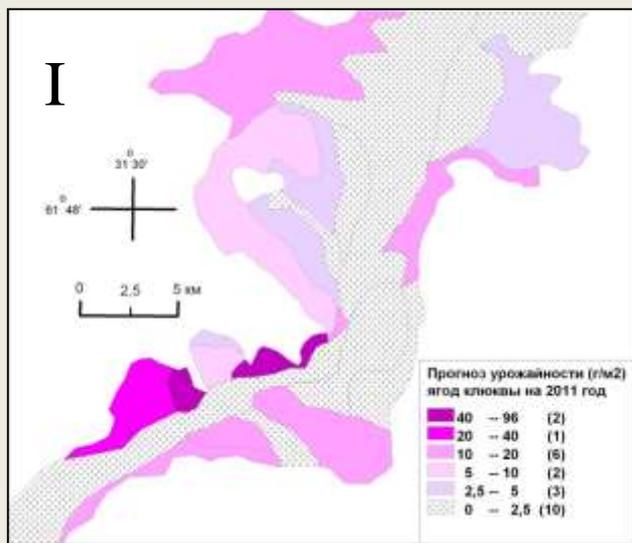
Динамика и тренды температуры воздуха и атмосферных осадков за вегетационные периоды 1979 – 2015 гг.



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
ИЗЫСНАТЕЛЬНОЙ 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

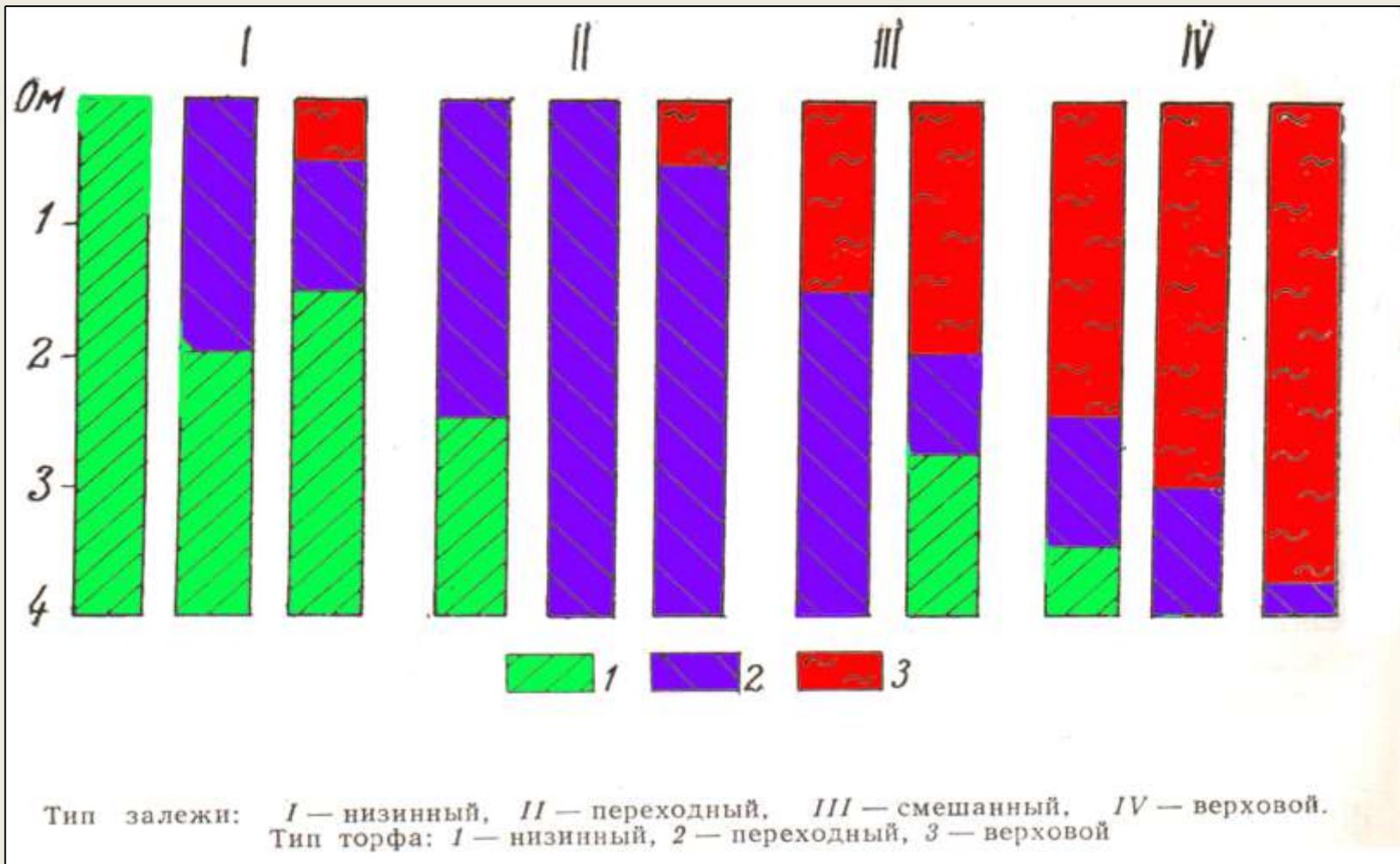


Торф – органическая горная порода, образующаяся в результате биохимического процесса разложения (отмирания и неполного распада) болотных растений при повышенной влажности и недостатке кислорода; в ней содержится не более 50% минеральных компонентов на сухое вещество

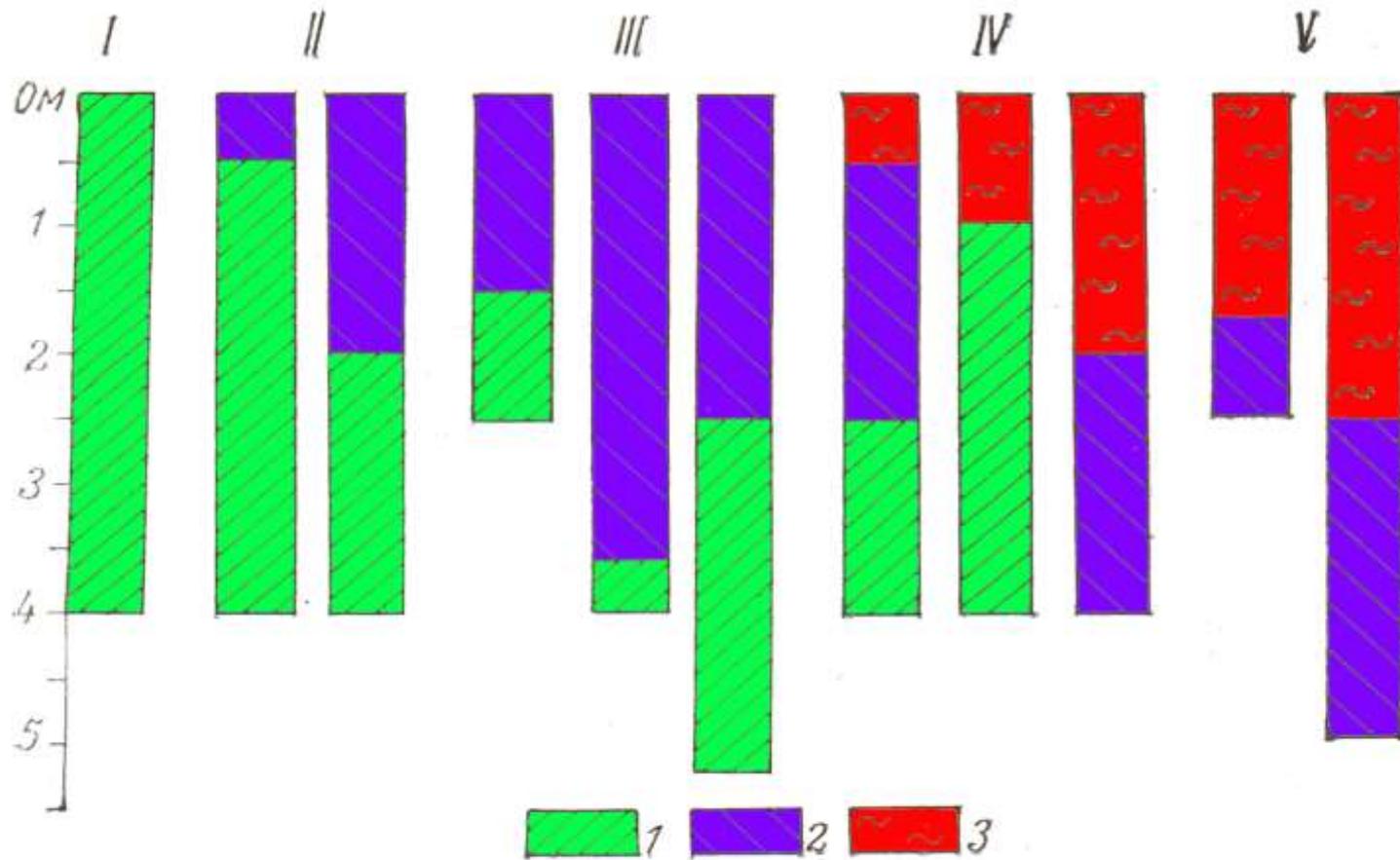
Содержание (%) остатков растений в группах торфов и примеры видов торфов

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)

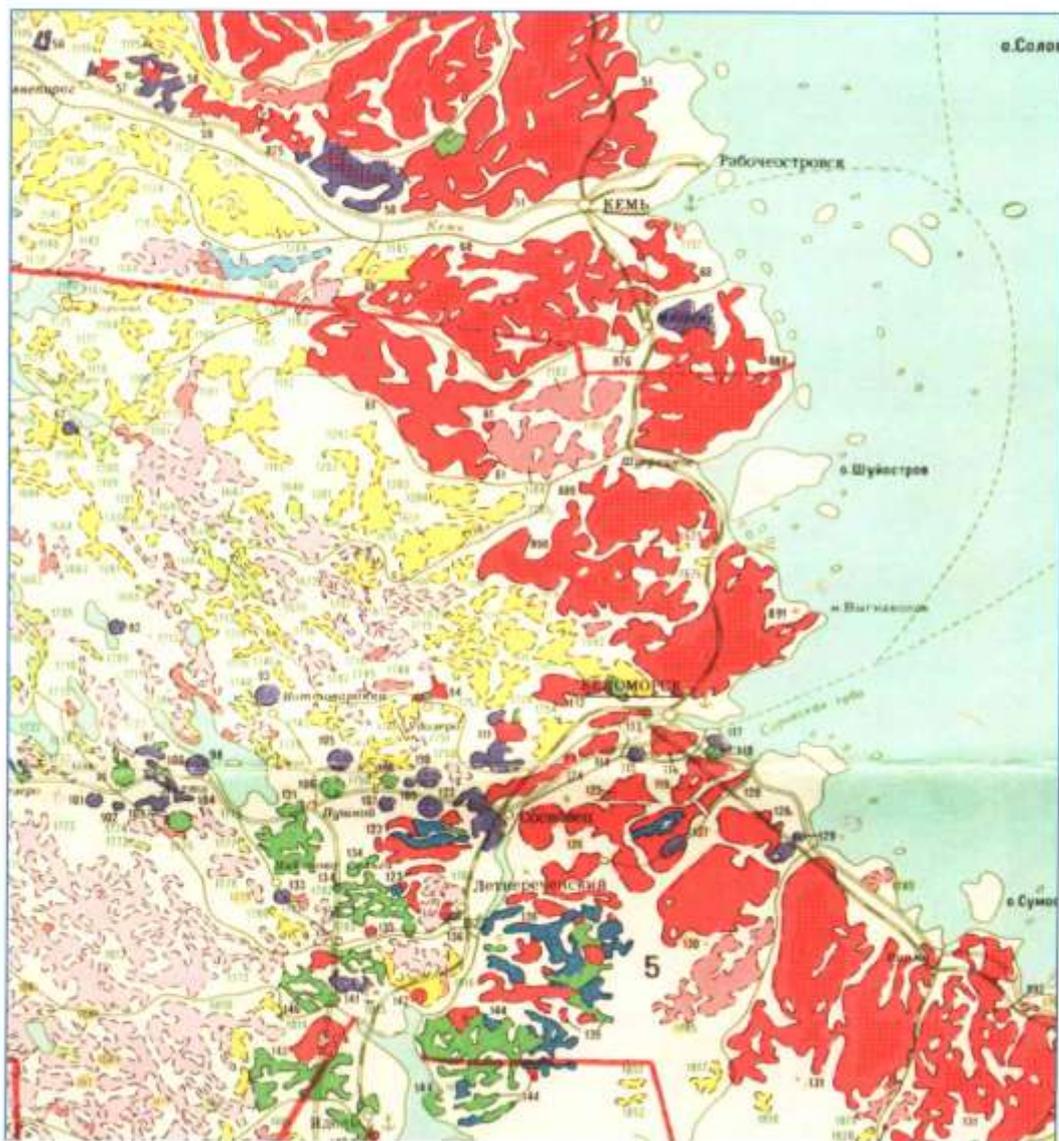


Основные варианты строения типов торфяных залежей Карелии (Кузнецов, 1988)



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 торфовец 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

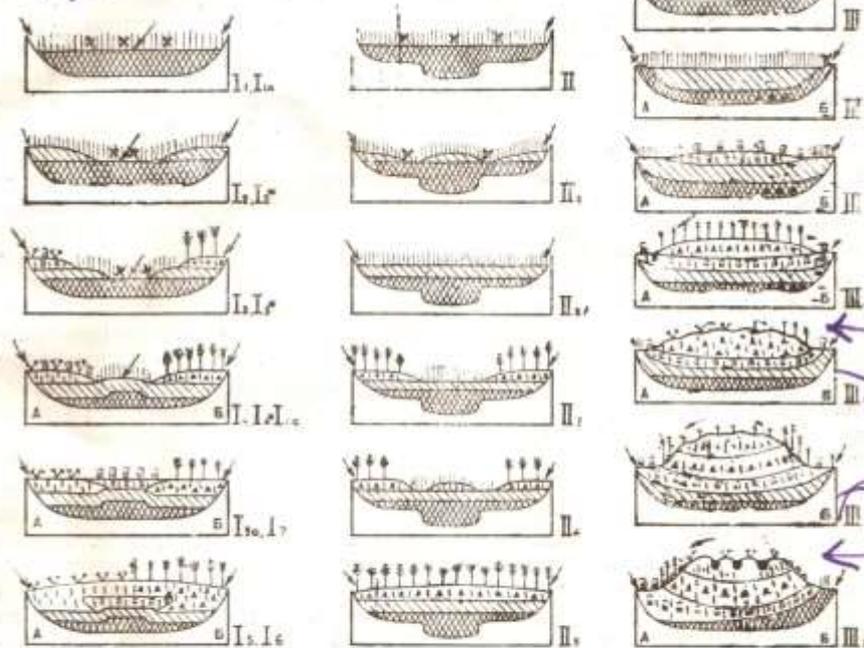
Приступая к исследованию и инвентаризации болотных мелиоративных фондов Карелии, коллектив сотрудников сектора болотоведения и мелиорации Карельского филиала АН СССР понимал, что болота представляют для экономического развития республики весьма разнообразный интерес. Обширные пространства болот травяных и сфагново-осоковых являются сельскохозяйственным, а лесным 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, грунты 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) явным фондом для молочного скота Карелии болотные растения имеют и в пищевой промышленности. Все перечисленное показывает, что необходимыми должны быть наши знания о болотном вопросе, как надо подходить к их изучению?

Если для инвентаризации и определения ценности болотных массивов достаточно собирать их современный растительный покров верхних горизонтов торфяной толщи, то для планирования и дорожного дела надо знать строение и жи от поверхности до дна торфяников. Знание питания болотных массивов, типов и режима 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.



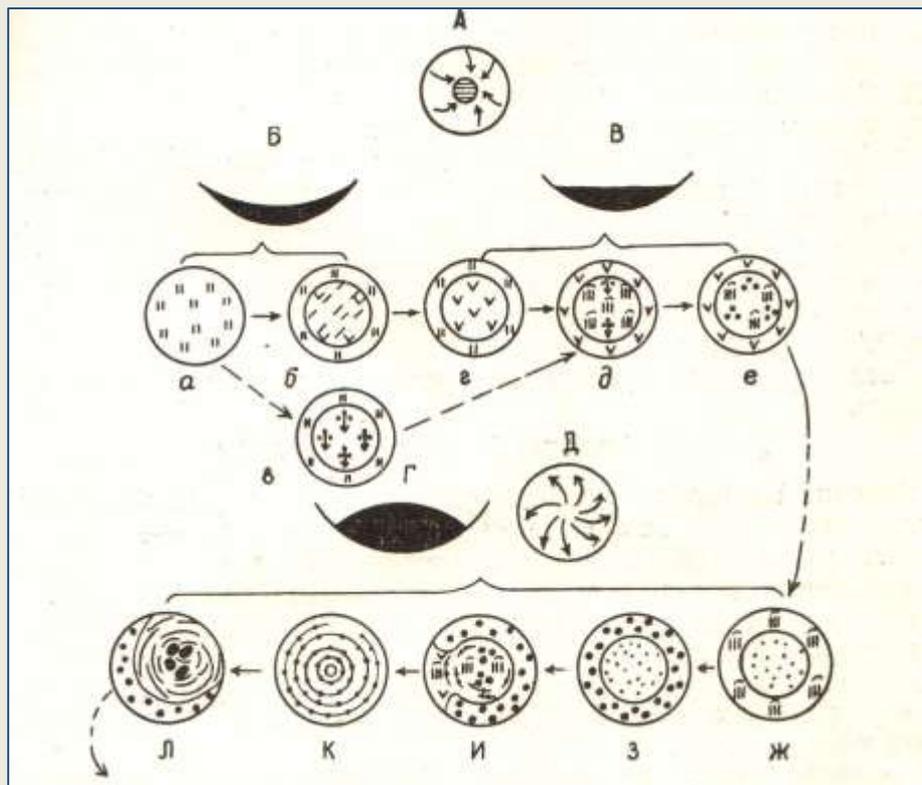
ности. Иногда на грядах такого характера появляются кочки, образующиеся в результате сжатия торфа.



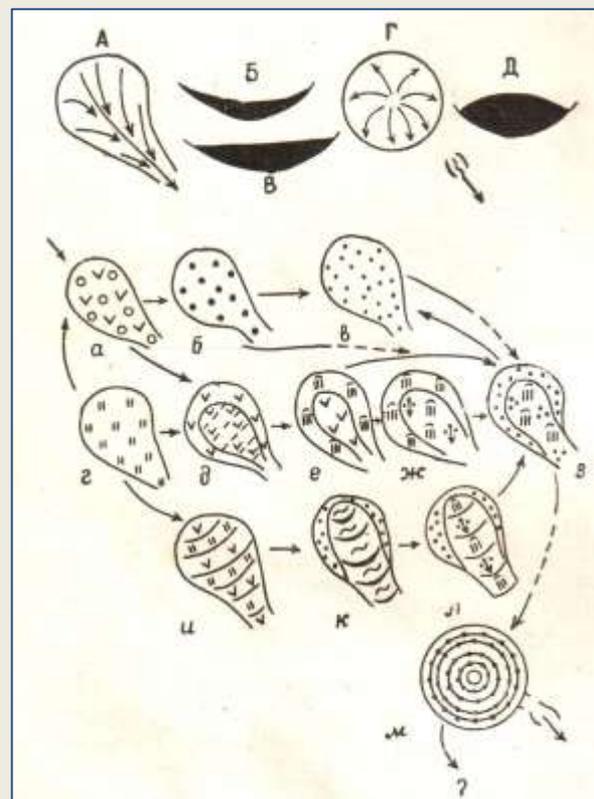
- 1) * * 2) III 3) III 4) V V 5) II 6) - -
- 7) [diagram] 8) [diagram] 9) [diagram] 10) [diagram] 11) [diagram] 12) [diagram] 13) [diagram] 14) [diagram]

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)

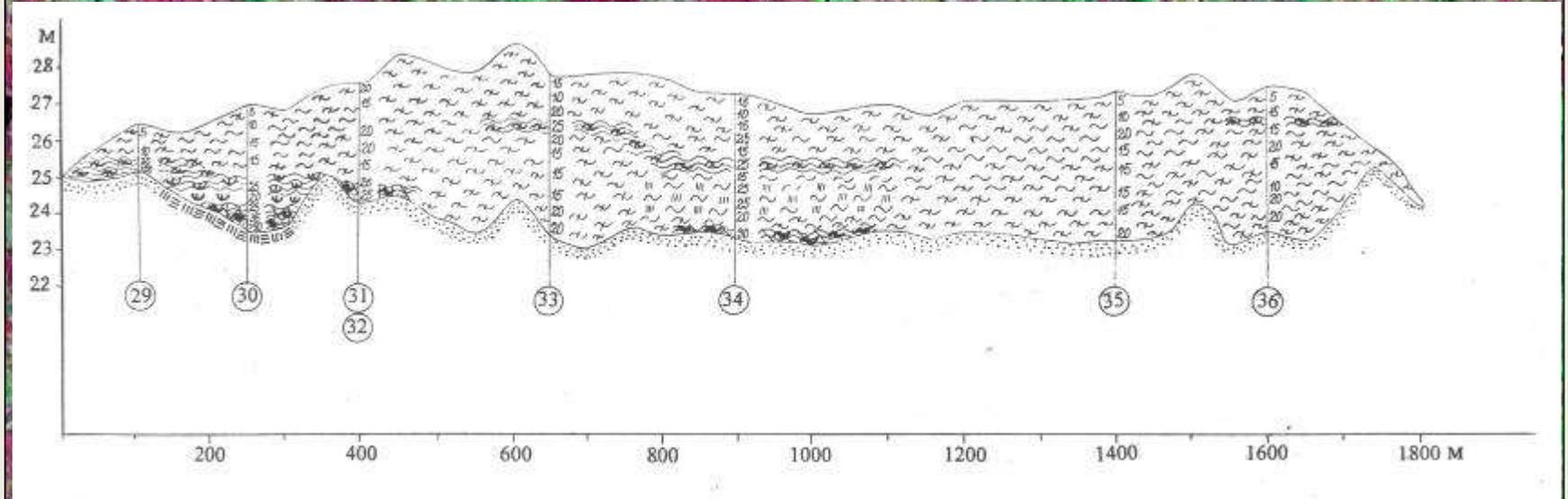
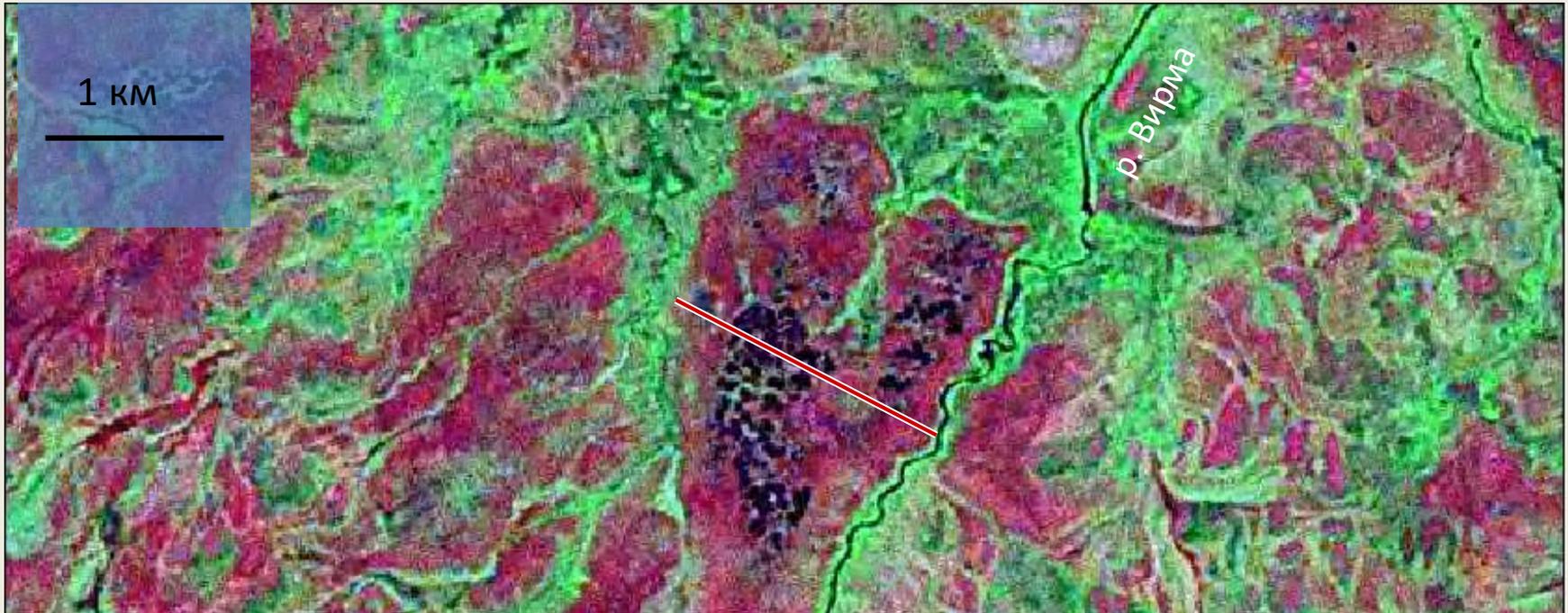


Замкнутые котловины

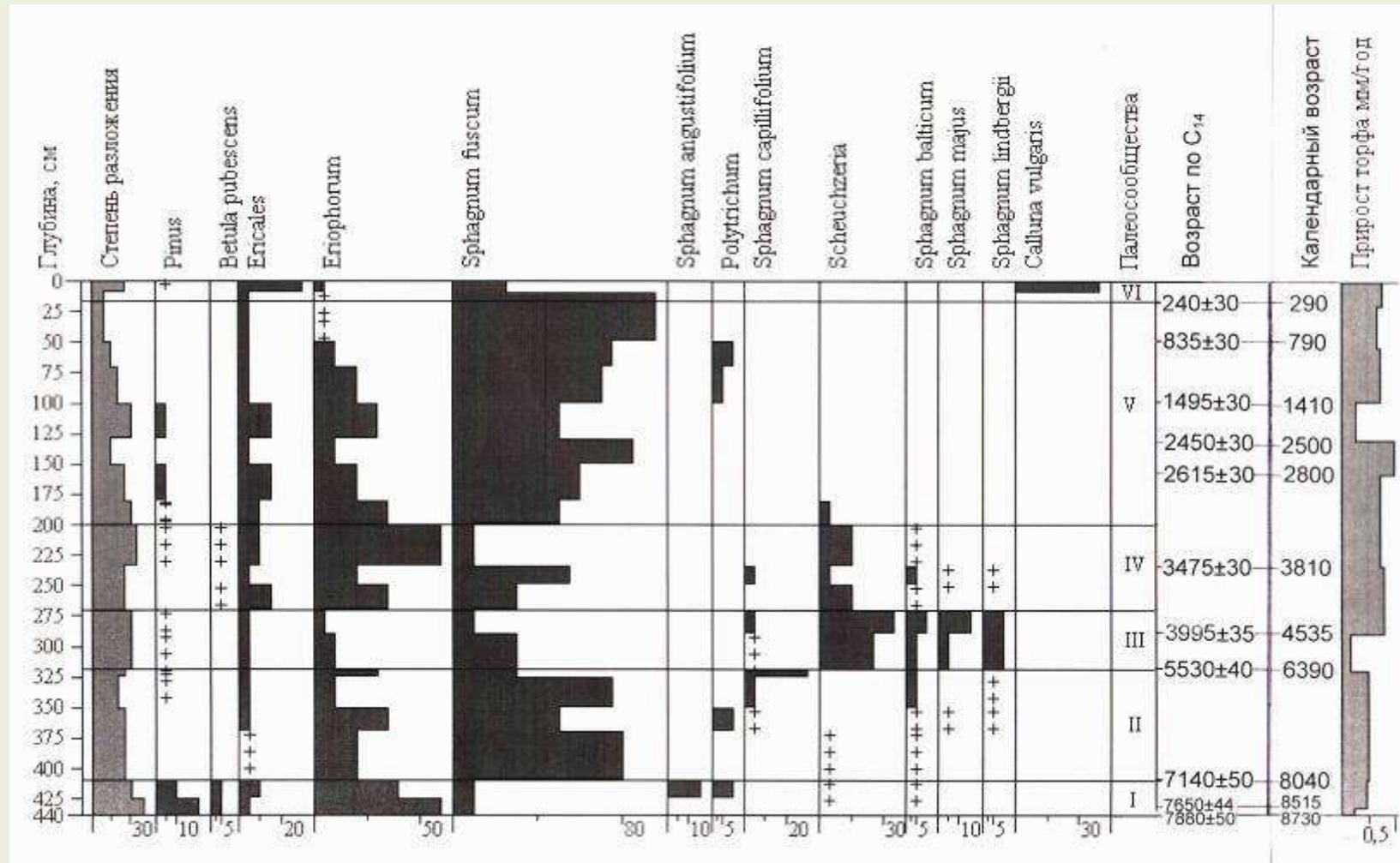


Сточные котловины

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

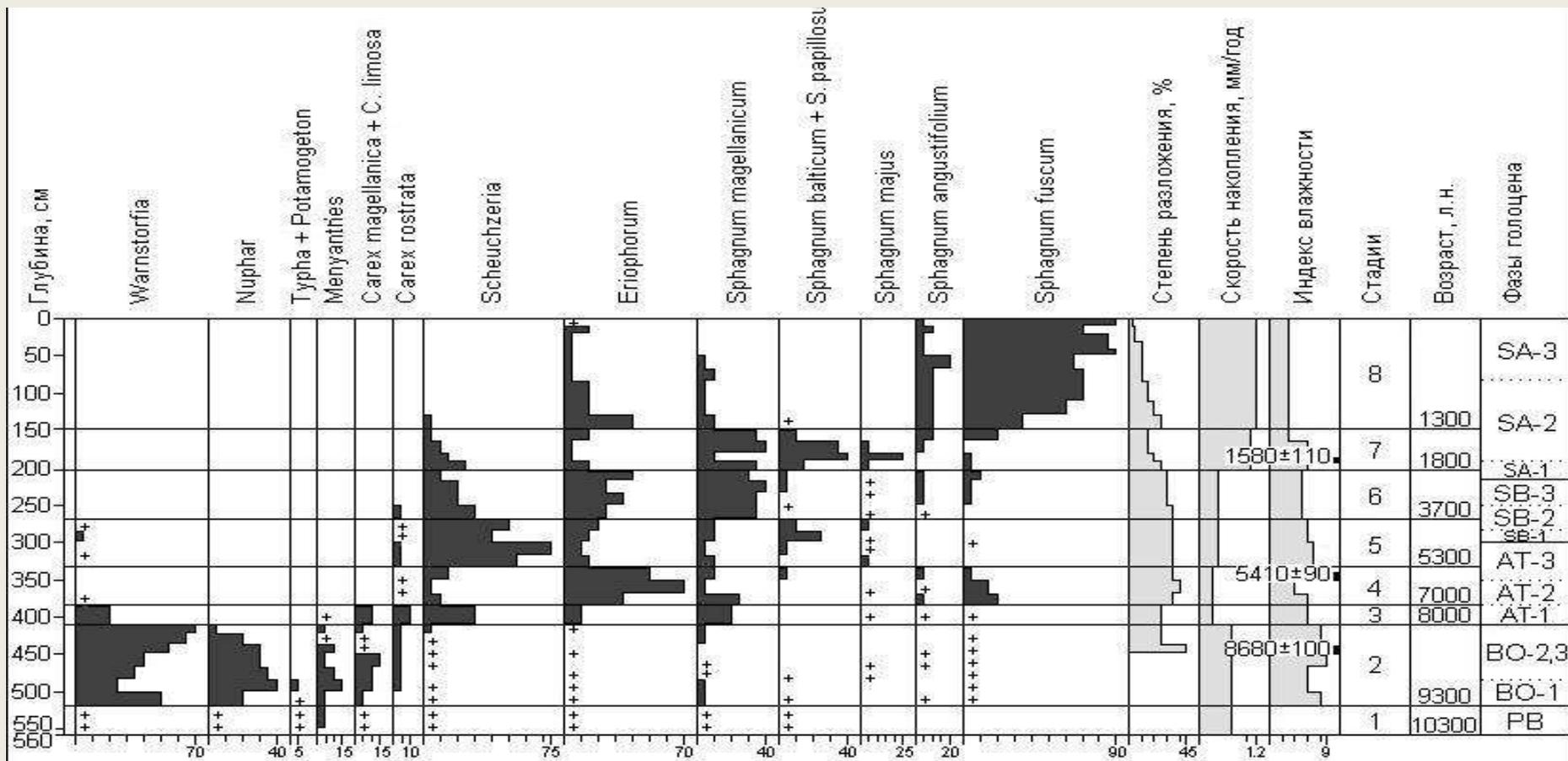
III Мочажина Scheuchzeria palustris + Eriophorum vaginatum – Sphagnum sect. Cuspidata

IV Ковер Eriophorum vaginatum + Scheuchzeria palustris – Sphagnum fuscum

V Гряда Eriophorum vaginatum – Sphagnum fuscum

VI Гряда Calluna vulgaris - Sphagnum fuscum - Cladina

Разрез болота Скополиное

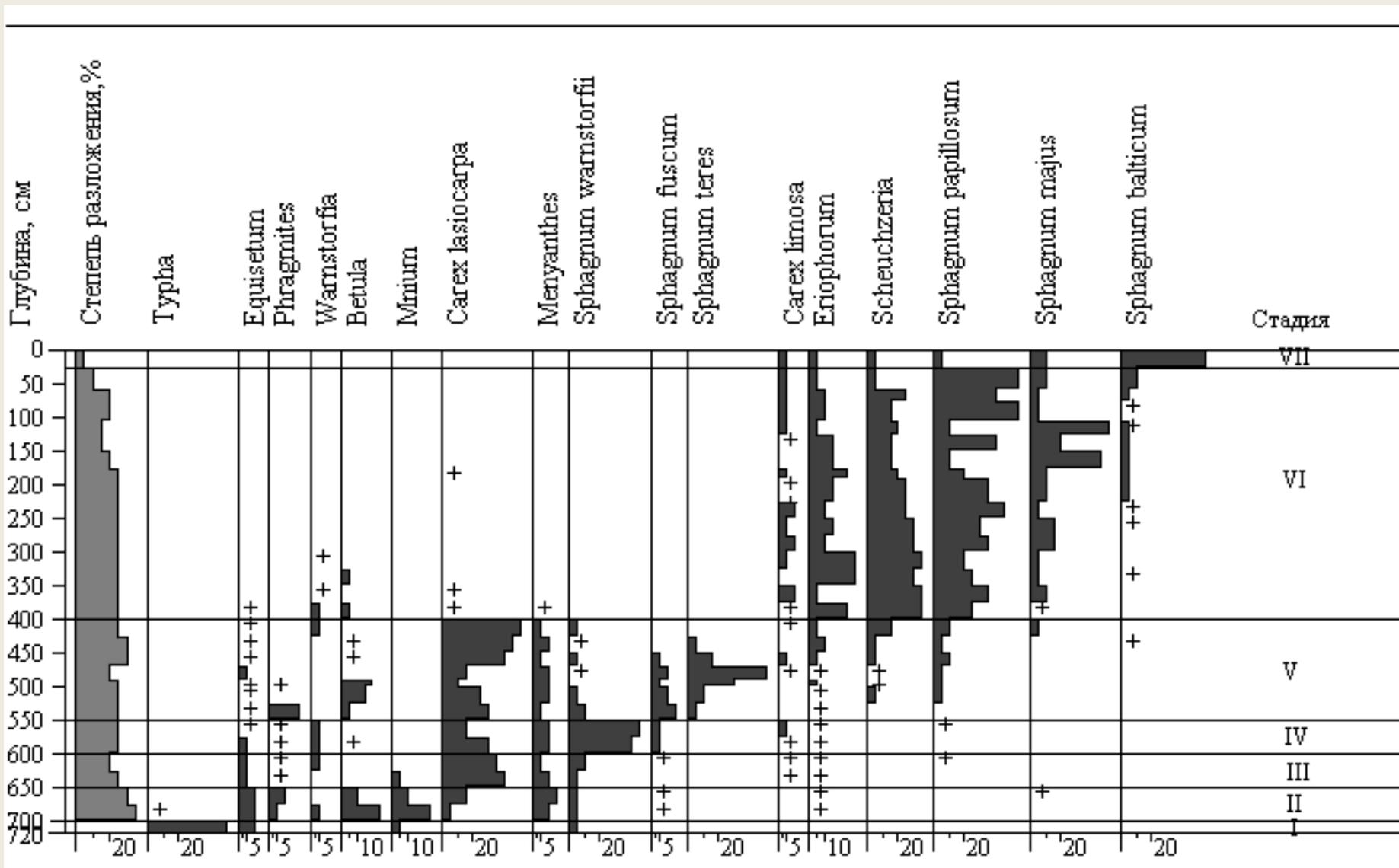


Сукцессии водно-болотной растительности

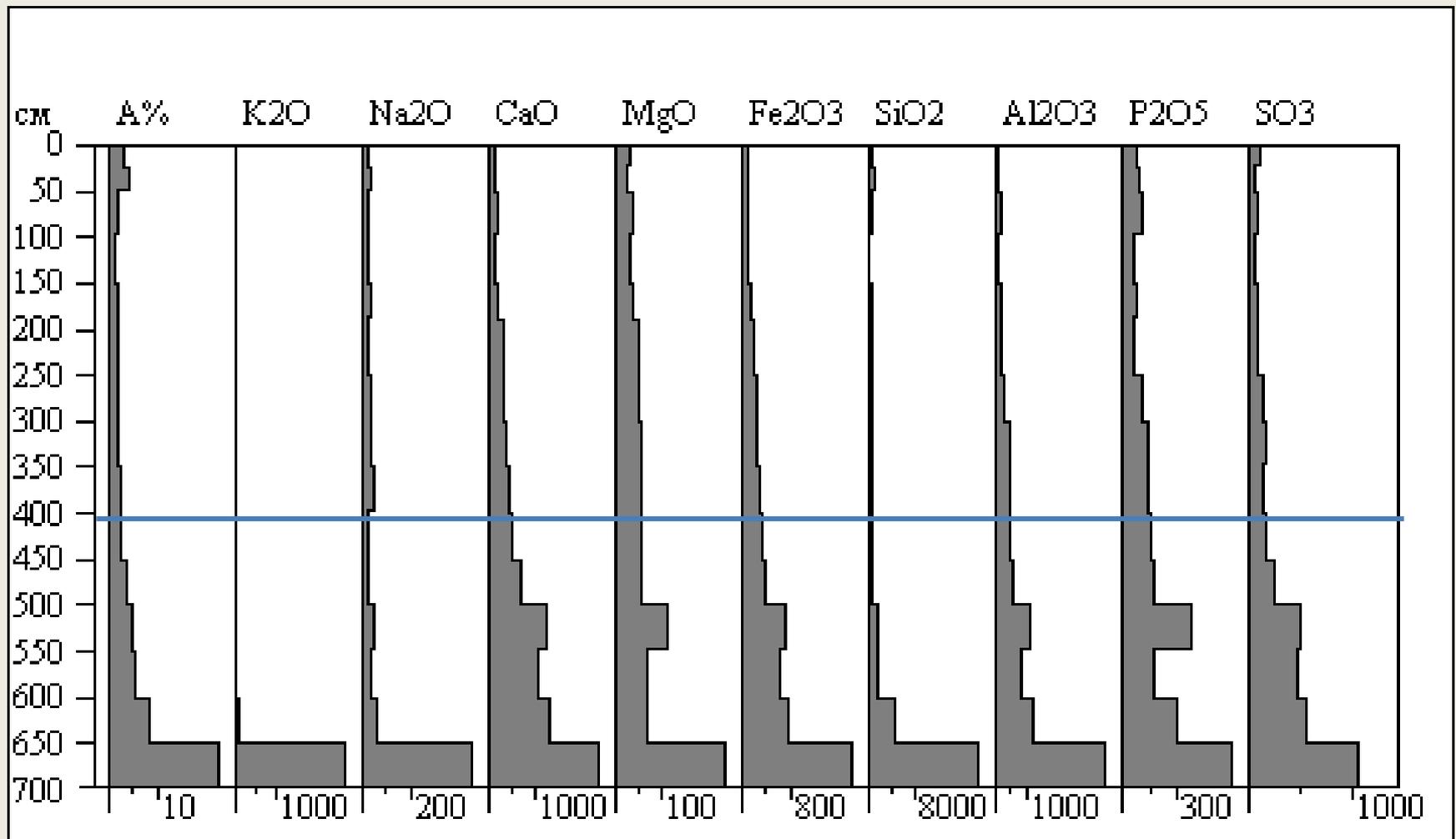
Hydrophytes (Nuphar, Typha, Potamogeton) – Warnstorfia [10300–9300 л.н.] → Nuphar + Typha – Menyanthes trifoliata + Carex (magellanica, rostrata) + Eriophorum vaginatum – Warnstorfia [9300–8000 л.н.] → Scheuchzeria palustris + Carex (rostrata, limosa) – Sphagnum magellanicum + Warnstorfia [8000–7000 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

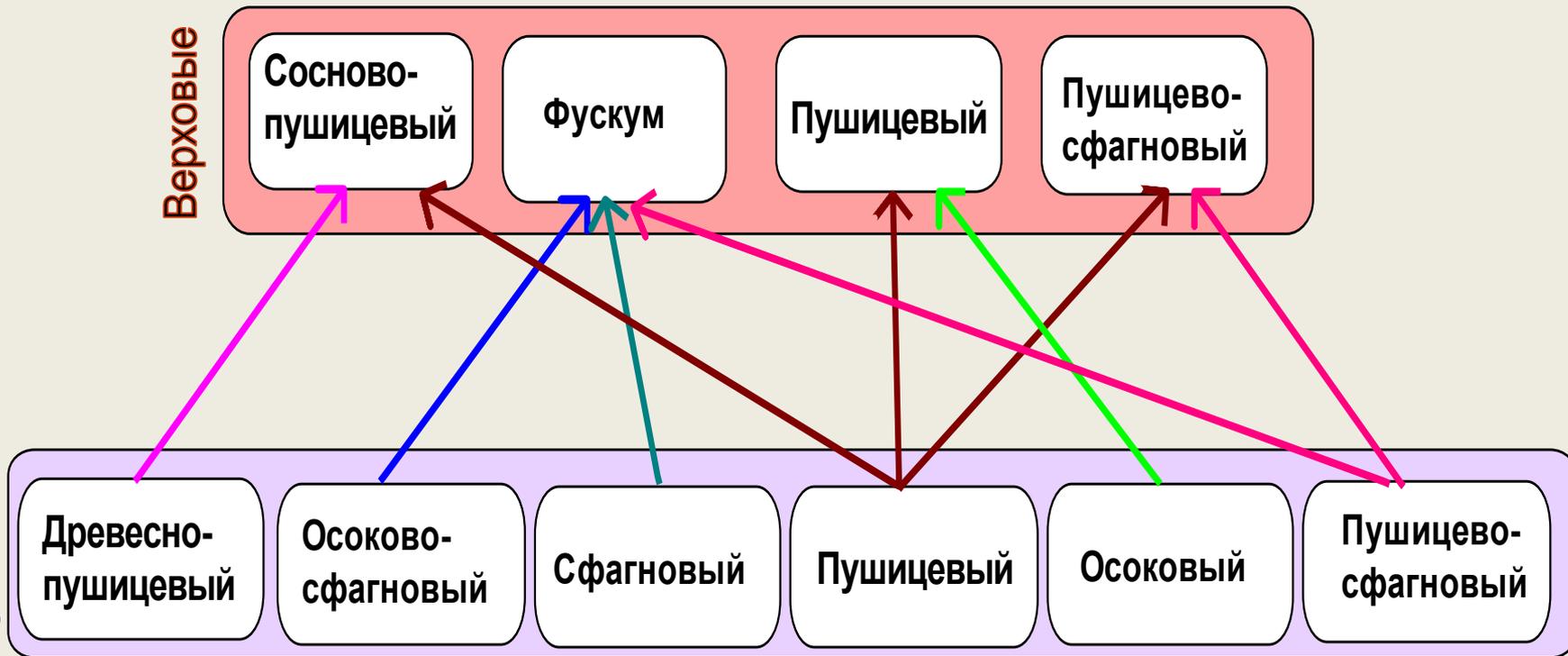
Сфагновый

Пушицевый

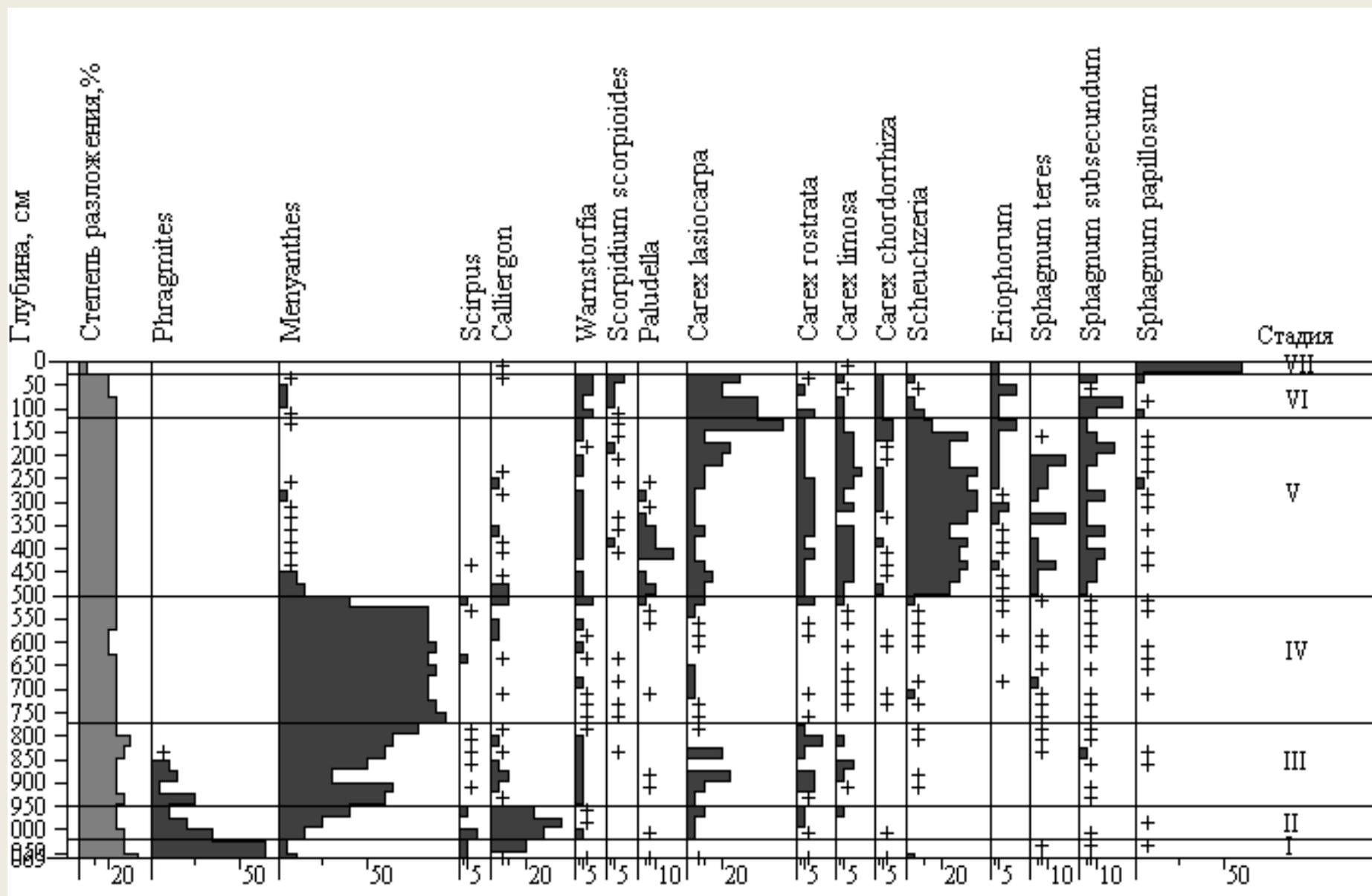
Осоковый

Пушицево-сфагновый

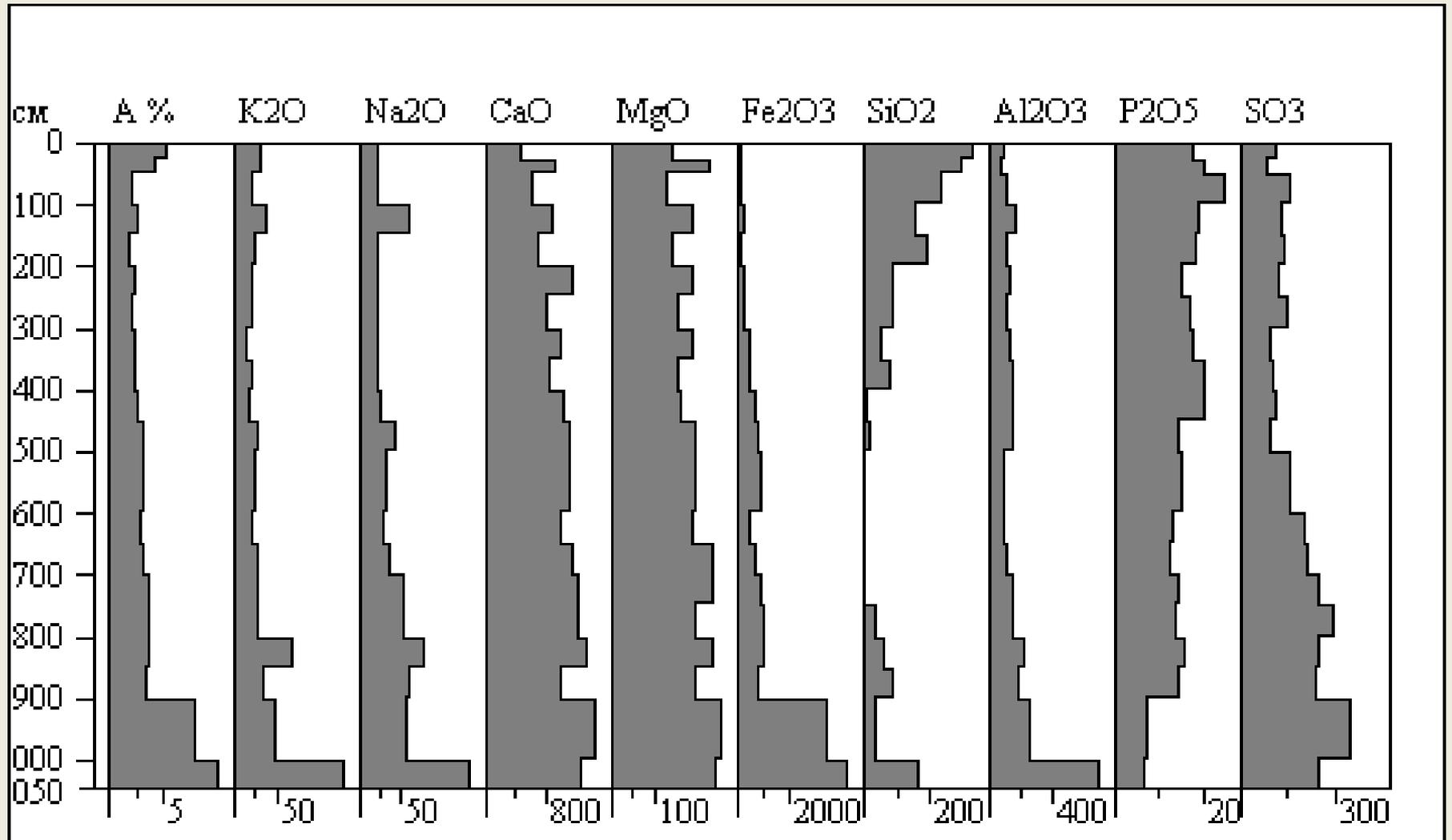
Переходные



Палеосообщества аапа болота Узкое



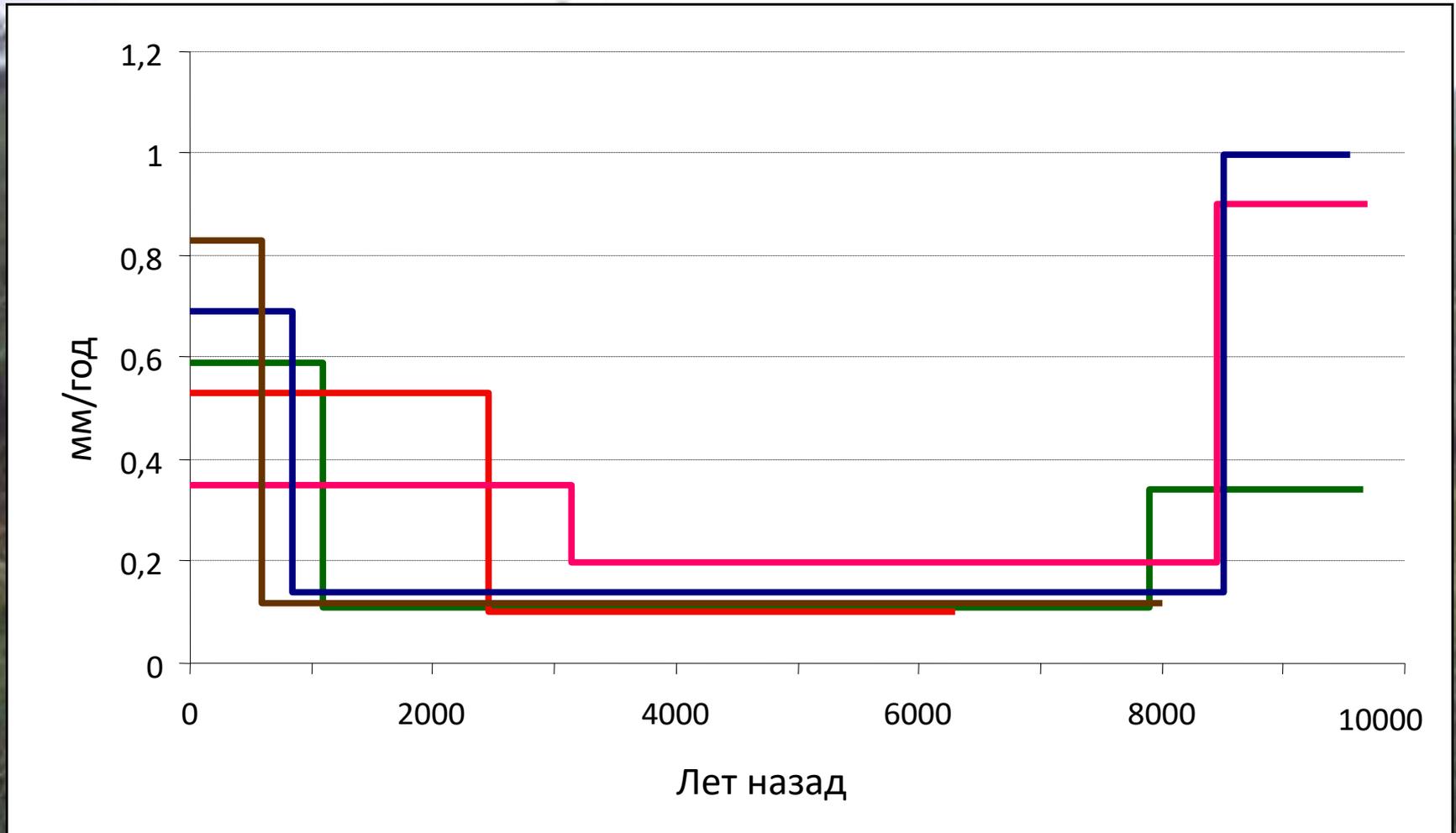
Содержание макроэлементов в торфяной залежи аапа болота Узкое, мг/л



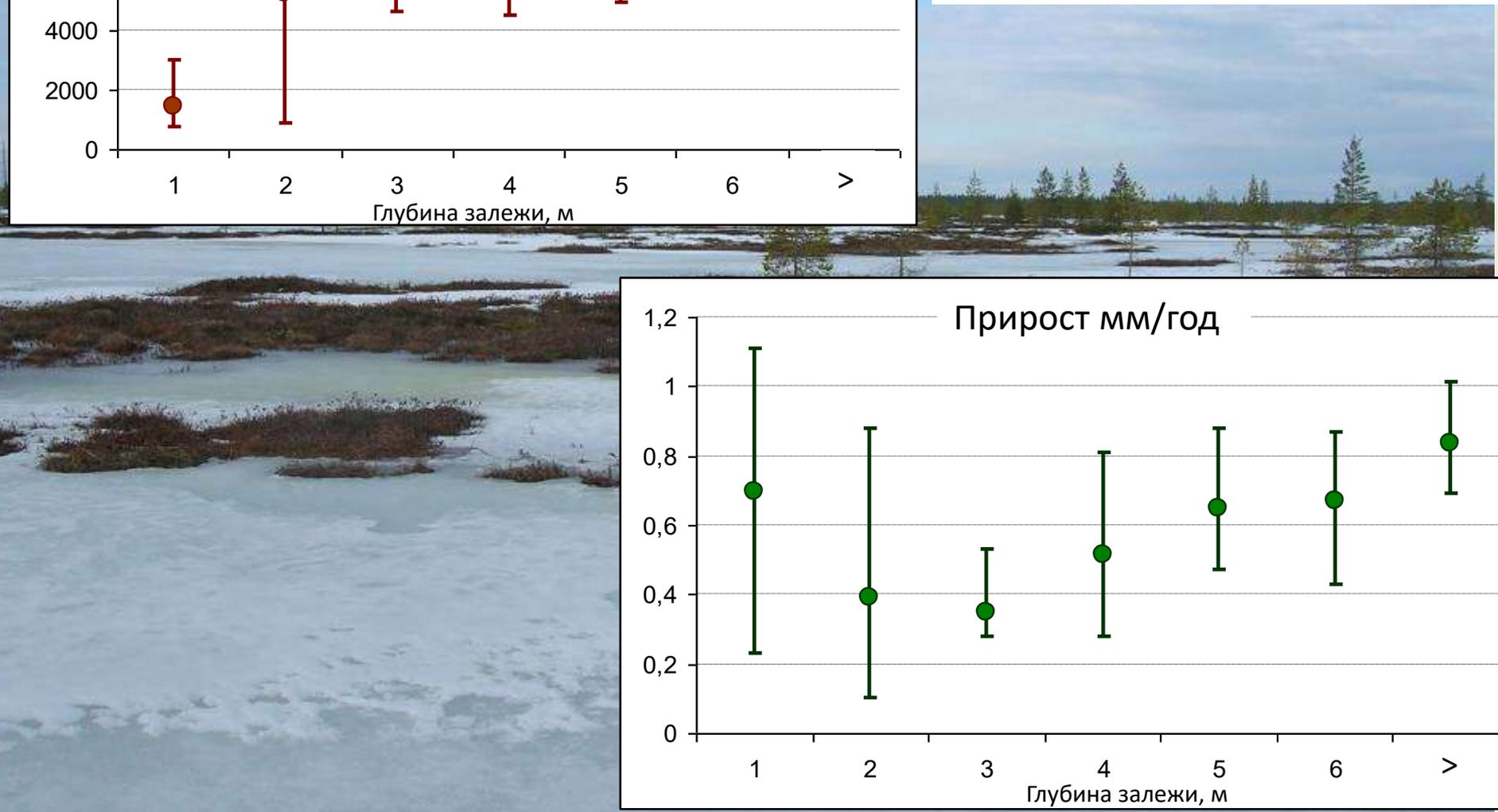
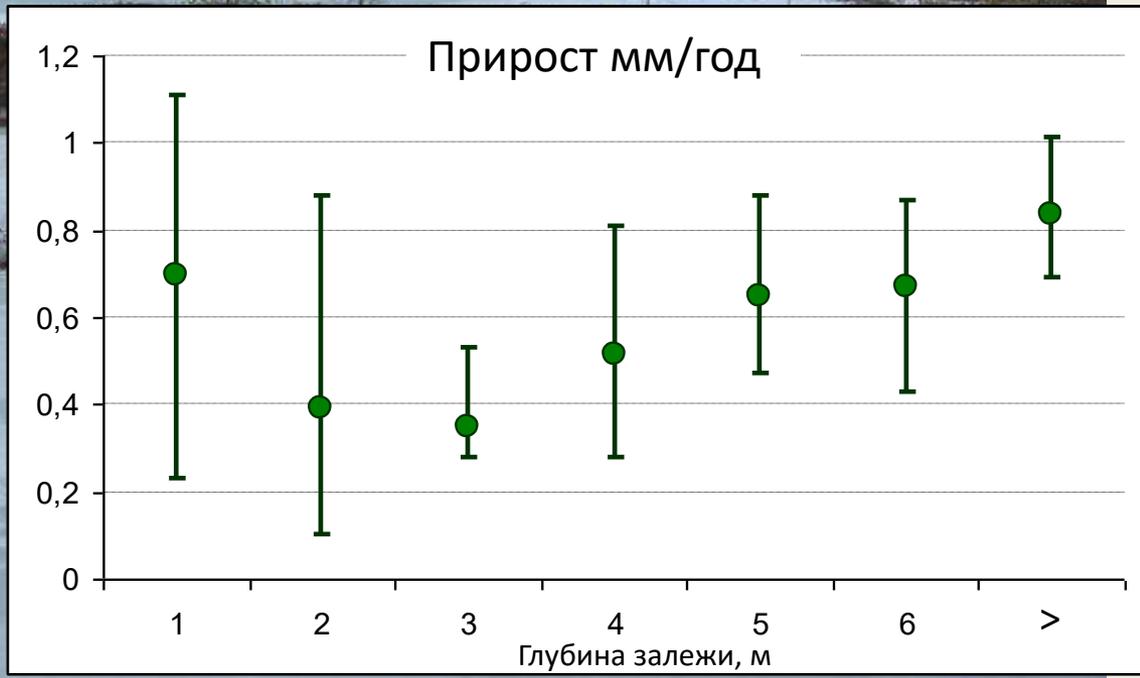
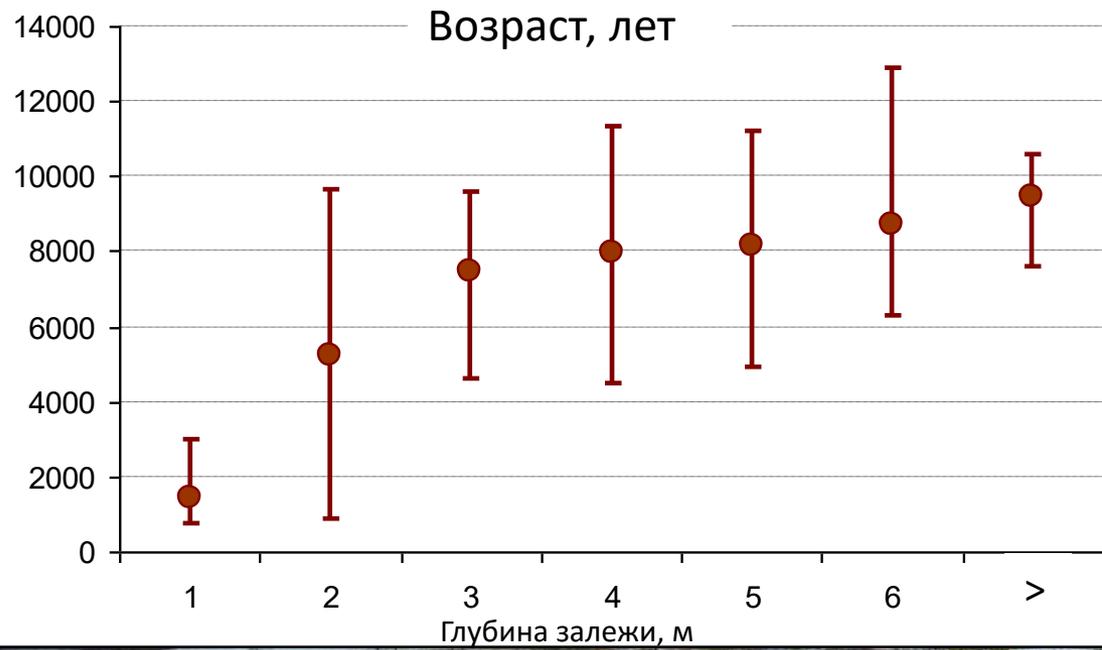
Болотная система Юпяжсуо площадью около 30 000 га
включает массивы аапа и верхового типов



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



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





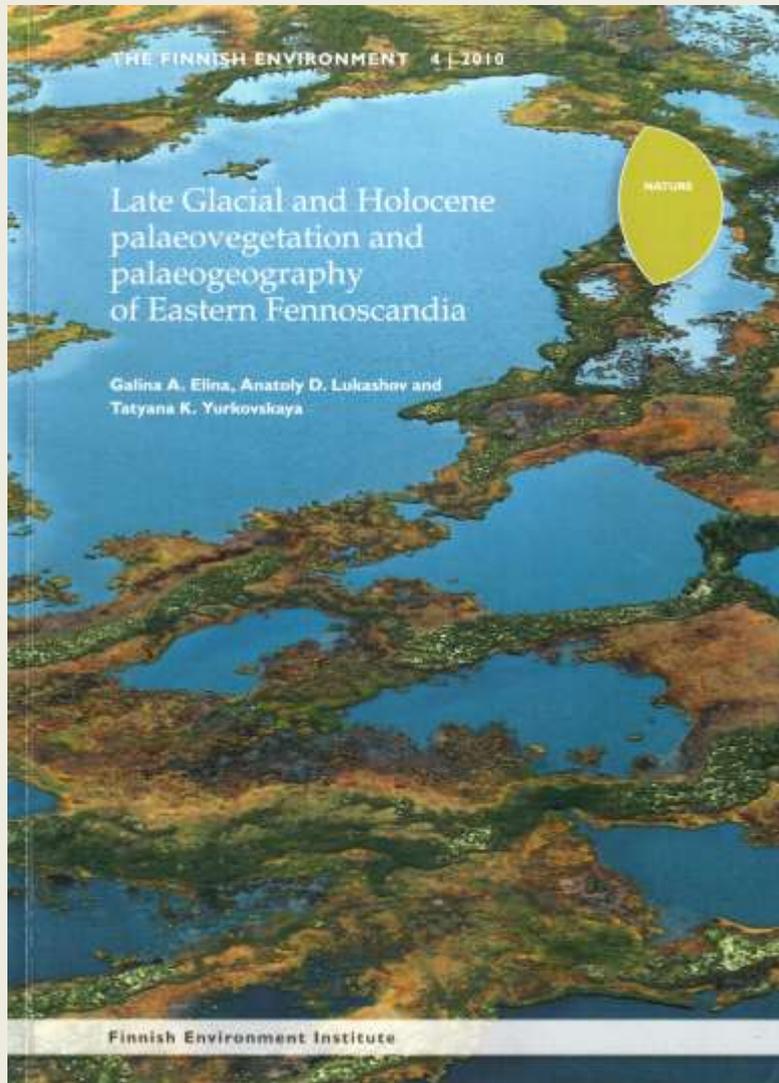
Г.А. Елина



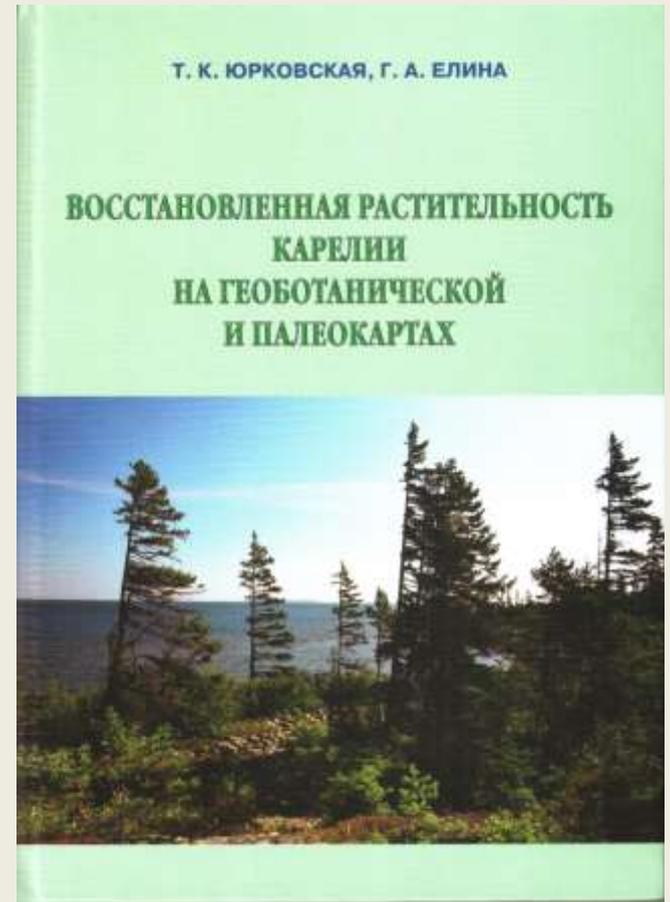
А.Д. Лукашов



Т.К. Юрковская

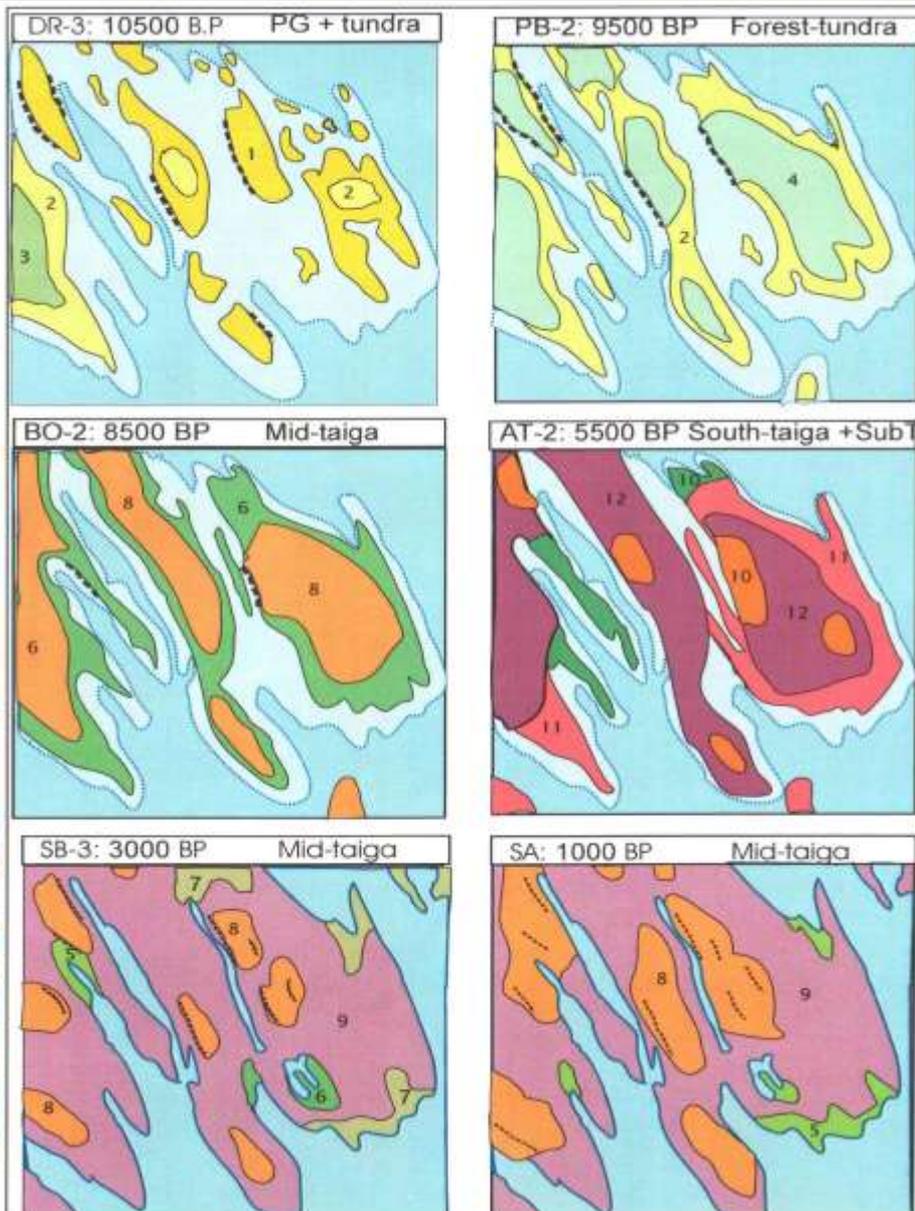


2010



2009

Динамика палеорастительности МТ «Заонежье»



Г.
А.
Е.
Л.
И.
Н.
а

10500 л.н. - большая часть МТ покрыта водой; на островах – полынно-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