

Торф



Торф

Торф (нем. *Torf*) — горючее полезное ископаемое; образовано скоплением остатков растений, подвергшихся неполному разложению в условиях болот. Для болота характерно отложение на поверхности почвы неполно разложившегося органического вещества, превращающегося в дальнейшем в торф. Слой торфа в болотах не менее 30 см, (если меньше, то это заболоченные земли).

Содержит 50—60 % углерода. Теплота сгорания (максимальная) 24 МДж/кг. Используется комплексно как топливо, удобрение, теплоизоляционный материал и др.



Горизонт торфяной
среднеразложившийся дерново-
подзолистой грунтово-оглеенной
почвы



Добыча торфа в северной Германии

Торф (геол. словарь, 2012) – горючее полезное ископаемое, представляющее собой первую стадию превращения растительного материала в уголь. Торф накапливается в болотах за счет растительного материала в условиях повышенной влажности и затрудненного доступа воздуха.

Торф – сложное природное образование. Это многокомпонентная полуколлоидно-высокомолекулярная система, имеющая в своем составе различные органические и неорганические соединения.

Различный исходный материал (растения - торфообразователи) и широкий диапазон изменения условий торфонакопления являются причиной многообразия свойств торфа.

Первая книга о торфе (“Трактат о торфе” Мартина Шока) вышла на латинском языке в 1658г. в г.Гронингене (Германия).

В практике использования торфа книга имела большое значение, но в вопросах его происхождения содержала ряд неправильных выводов.

Растительное происхождение торфа было неопровержимо доказано в 1729г. Дегнером, применившим для его изучения микроскоп.

“Торф, - писал он, - представляет собой в действительности скопление бесчисленных цветущих, зеленеющих и растущих в стоячей воде болотных растений”.

Растения - торфообразователи:

Соответственно географическим (климатическим) зонам принято выделять сообщества растений: 1) тропические (экваториальные), 2) субтропические, 3) умеренно теплолюбивые, 4) умеренно холодостойкие.

По условиям увлажнения почвы выделяются растения:

- 1) **гидатофильные** (водные),
- 2) **гидрофильные** (водно-наземные),
- 3) **гигрофильные**,
- 4) **мезофильные**,
- 5) **ксерофильные** (засухоустойчивые).

Среди растений-углеобразователей **ксерофиты** сравнительно редки, а **гидатофиты** участвуют почти исключительно в формировании сапропелитов. **Гидрофиты** - обитатели побережий или сильно увлажненных заболоченных низменностей. Они, как и гидатофиты, мало зависят от влажности воздуха, довольствуясь питанием грунтовыми и поверхностными водами. Поэтому они могут обитать на морском побережье или на берегах водоемов и в аридном климате. **Гигрофиты** растут на обильно увлажненных почвах в условиях достаточно высокой влажности воздуха. **Мезофиты** обитают на почвах достаточно, но не избыточно увлажненных. Они типичны в умеренном климате, в областях с хорошим минеральным питанием. Чаще это травянистые растения, но среди них есть древесные и кустарниковые формы.

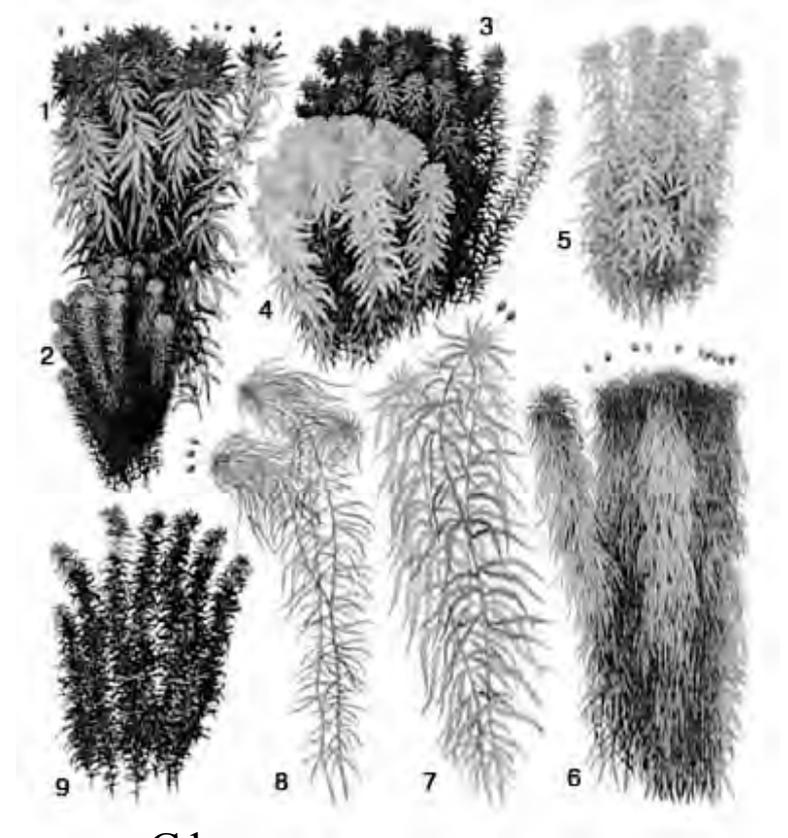
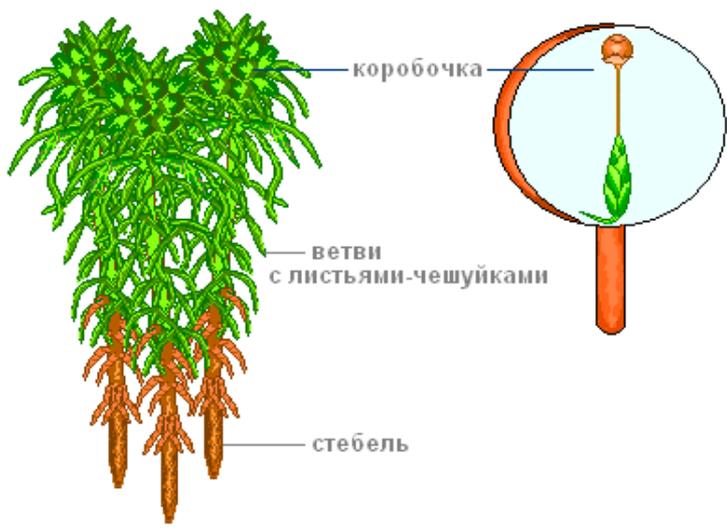
Многие болотные растения имеют ярко выраженные **ксероморфные** (от греч. “ксэрос” - сухой, “морфе” - форма) черты строения, позволяющие им переносить недостатки влаги.

Это может быть связано, с одной стороны, с так называемой физиологической сухостью, обусловленной не недостатком воды, а невозможностью ее использовать растениями в связи с обилием в почве токсических веществ (метан, сероводород), или низкой ее температурой и, с другой стороны, - физической сухостью, обусловленной периодическими осушениями верхних горизонтов болотных почв. В борьбе с физической сухостью растения приобретают признаки, характерные для растений аридных (от лат. “аридус” - сухой) областей - кожистые листья с восковым налетом. Такие листья плохо поддаются бактериальному разложению.

Осока относится к классу однодольных растений и насчитывает около 2.000 видов, которые растут в холодных и умеренных климатических зонах :



Осоковые



Сфагновые мхи.

1 - сфагнум магелланский (*Sphagnum magellanicum*), 2 - сфагнум бурый (*S. fuscum*); 3 - сфагнум ленский (*S. lenense*); 4 - сфагнум Онгстрёма (*S. aongstroemii*); 5 - сфагнум балтийский (*S. balticum*); 6 - сфагнум дубравный (*S. nemoreum*); 7 - сфагнум оттопыренный (*S. squarrosum*); 8 - сфагнум береговой (*S. riparium*); 9 - сфагнум прорезной (*S. perfoliatum*).



Папоротники эпифиты

1 - даваллия крыночковидная (*Davallia puxidata*); 2 - уховник повислый (*Ophiglossum pendulum*); 3 - асплеиум гнездовой, или птичье гнездо (*Asplenium nidus*); 4 - гименофилл Райта (*Hymenophyllum wrightii*); 5 - трихоманес маленький (*Trichomanes minutum*); 6 - леммафиллум мелколистный (*Lemnaphyllum microphyllum*).



Вересковые

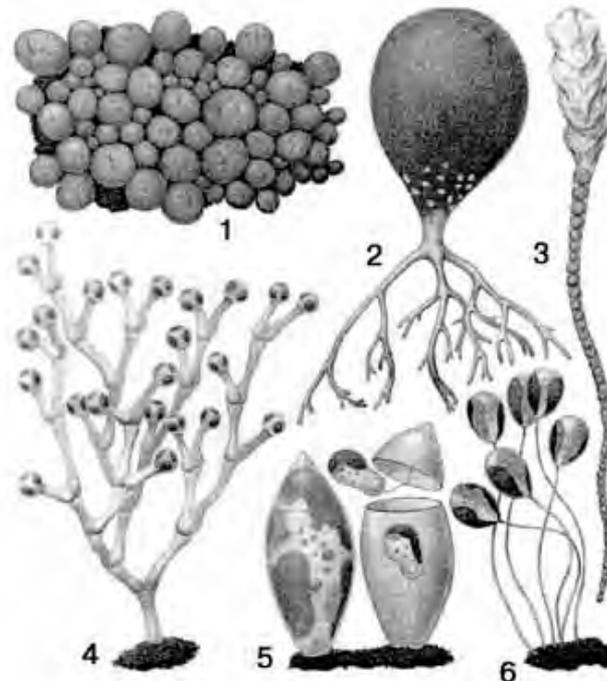


Топняк



Зеленые водоросли.

1 - протомонострома (*Protomonostroma undulatum*); 2 - энтероморфа (*Enteromorpha linza*); 3 - акросифония (*Acrosiphonia incurva*); 4 - кодиум (*Codium ritteri*); 5 - капсосифон (*Capsosiphon groenlandicus*); 6 - ульва (*Ulva fenestrata*); 7 - монострома *Monostroma grevillei*).



Желто-зеленые водоросли
 1-3 - *Botrydium granulatum* (1 - поросль на почве при малом увеличении, 2 - отдельная особь при большом увеличении, 3 - образование ризоцист); 4 - *Mischococcus confervicola*; 5 - *Chlorothecium crassiapex*, клетка и выход из нее зооспор; 6 - *Peroniella curvipes*.



Береза пушистая



Клюква



Багульник



Росyанка круглолистная

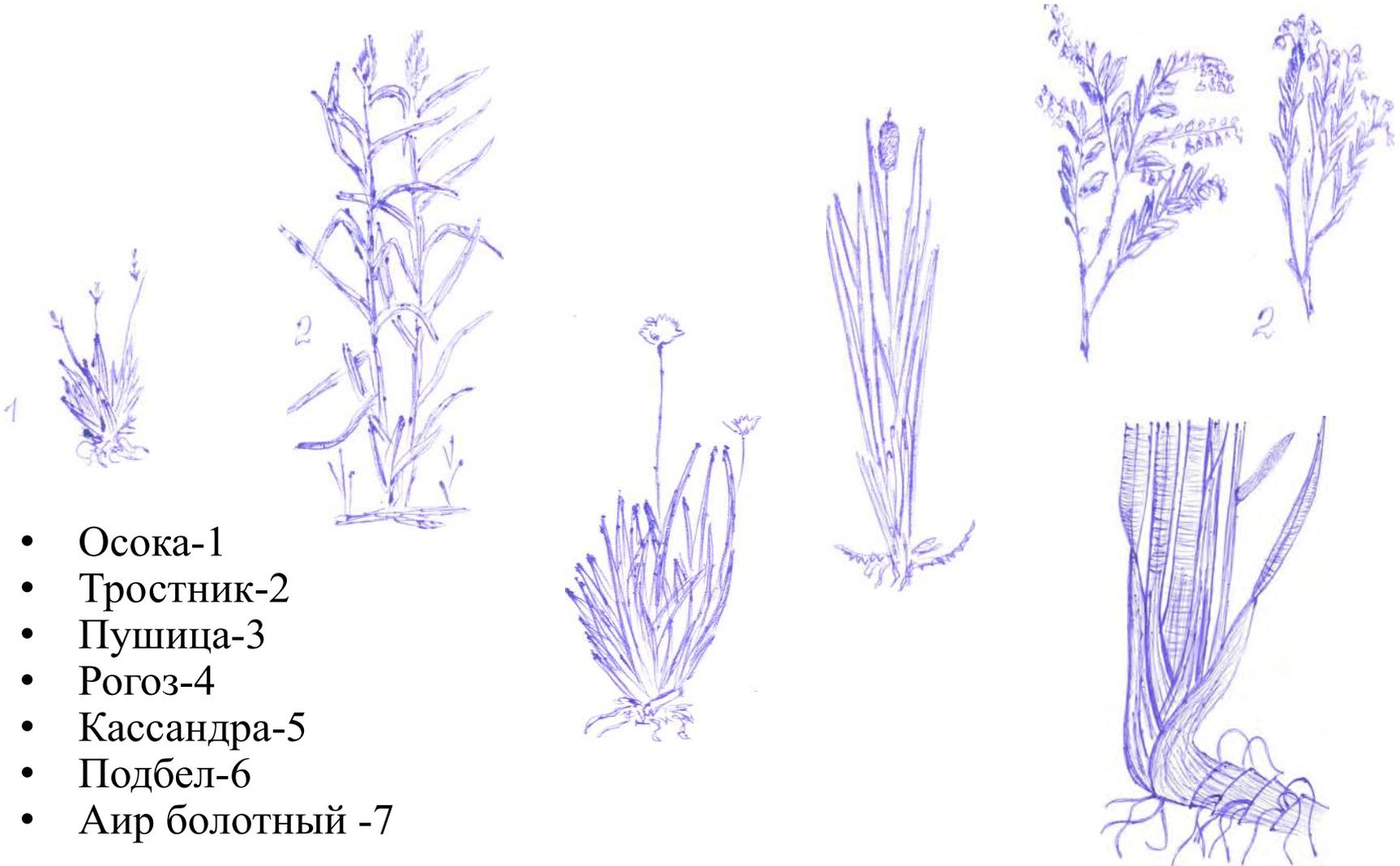


Камыш

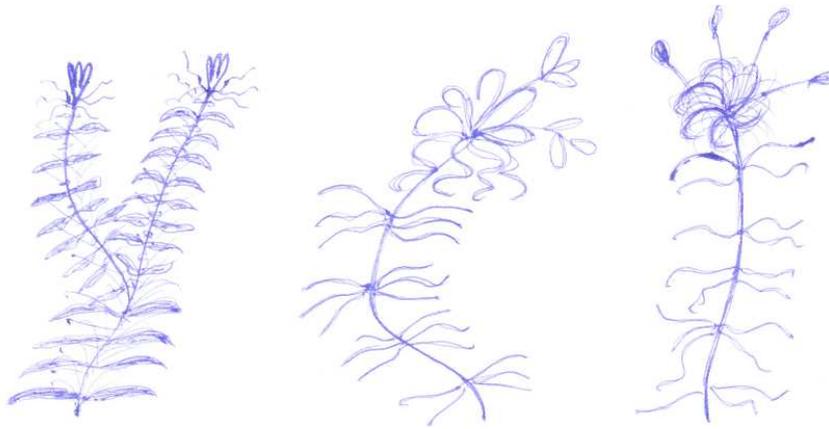


Голубика

Растения- торфообразователи



- Осока-1
- Тростник-2
- Пушица-3
- Рогоз-4
- Кассандра-5
- Подбел-6
- Аир болотный -7



Сфагновые мхи - 8



Багуľник болотный - 9

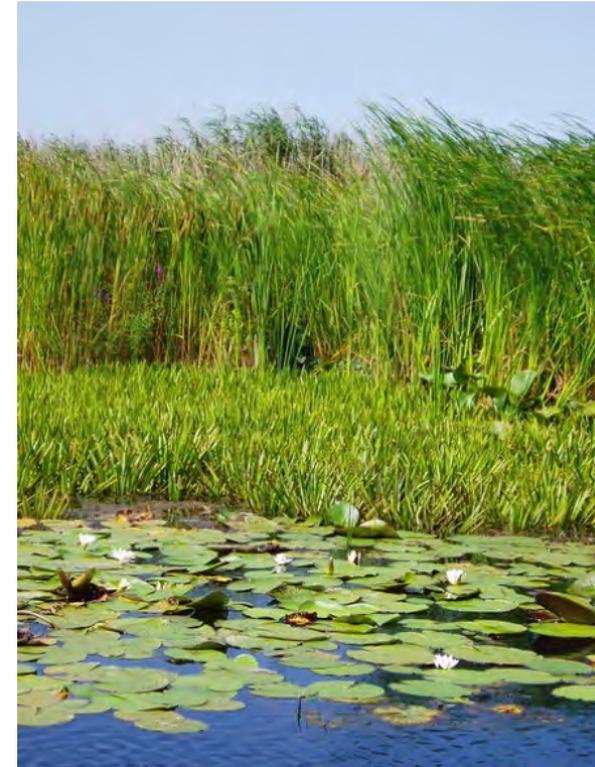


Хвоц болотный - 10

Типы болот

В зависимости от условий водно-минерального питания болота подразделяют на:

Низинные (эвтрофные, от греч. eutrophia — хорошее питание) - тип болот с богатым водно-минеральным питанием, в основном за счёт грунтовых вод. Расположены в поймах рек, по берегам озёр, в местах выхода ключей, в низких местах. Характерная растительность — ольха, береза, осока, тростник, рогоз, зелёные мхи. В районах с умеренным климатом — это часто лесные (с берёзой и ольхой) или травяные (с осоками, тростником, рогозом) болота.



Низинное болото

Переходные (мезотрофные) - по характеру растительности и умеренному минеральному питанию находятся между низинными и верховыми болотами. Из деревьев обычны берёза, сосна, лиственница. Травы те же, что и на низинных болотах, но не так обильны; характерны кустарнички; мхи встречаются как сфагновые, так и зелёные.



Верховые (олиготрофные - от древнегреч. ὀλίγος — «немногий», «незначительный» и τροφή — «питание») - расположены обычно на плоских водоразделах, питаются только за счёт атмосферных осадков, где очень мало минеральных веществ, вода в них резко кислая, растительность — господствуют сфагновые мхи, много кустарничков: вереск, багульник, кассандра, голубика, клюква; растёт пушица, шейхцерия; встречаются болотные формы лиственницы и сосны, карликовые берёзки.



рям, гряда.

Из-за накопления торфа поверхность болота со временем может стать выпуклой. В свою очередь они делятся на два типа: *Лесные* — покрыты низкой сосной, вересковыми кустарниками, сфагнумом.

Грядово-мочажинные — похожи на лесные, но покрыты торфяными кочками, и деревья на них практически не встречаются.



В целом по типу преобладающей растительности различают:

- лесные,
- кустарничковые,
- травяные
- моховые болота.

По типу микрорельефа:

- бугристые,
- плоские,
- выпуклые и т. д.

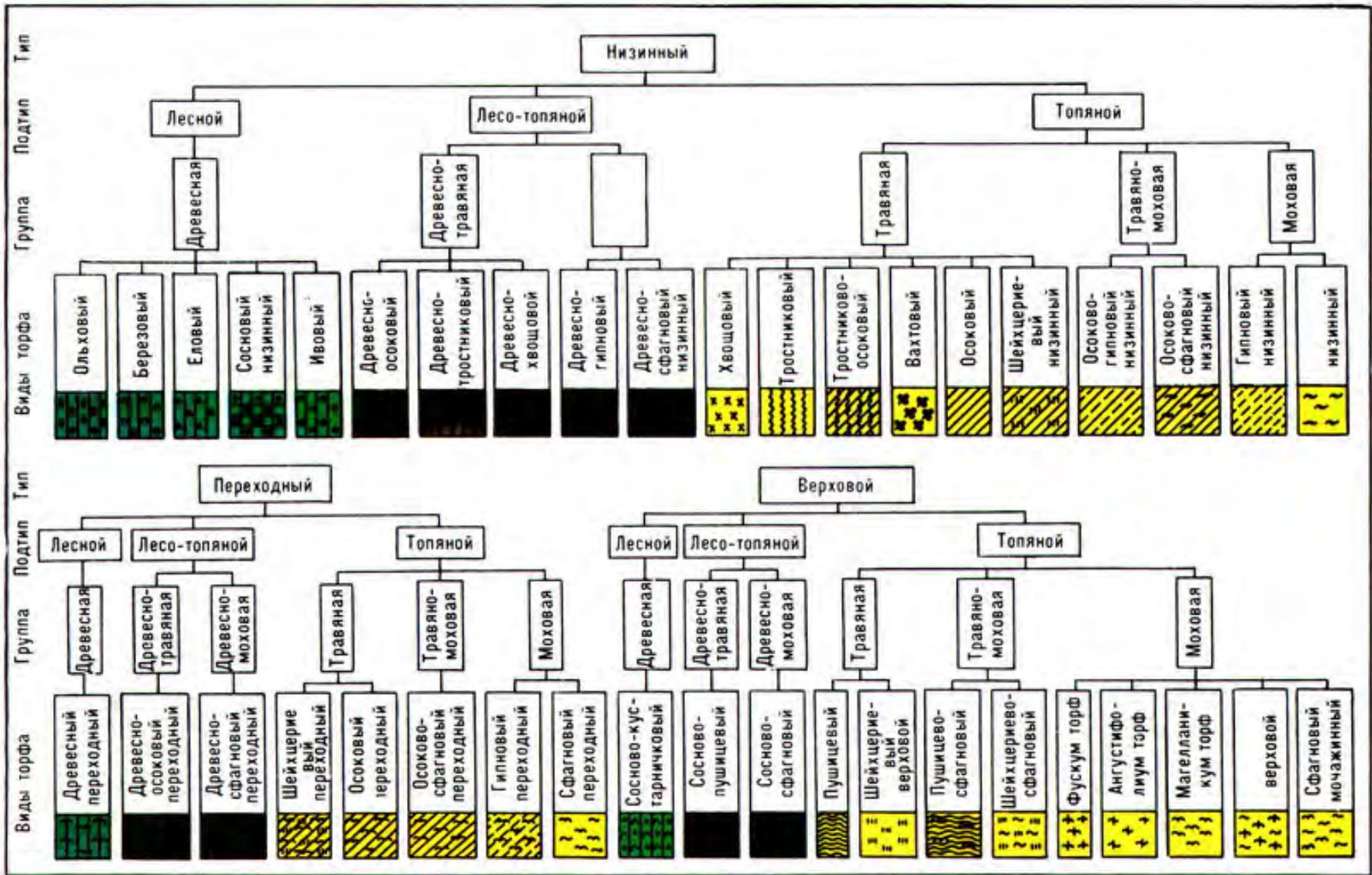
По типу макрорельефа:

- долинные,
- пойменные,
- склоновые,
- водораздельные и т. п.

По типу климата:

- субарктические (в областях вечной мерзлоты),
- умеренные (большинство болот РФ, Прибалтики, СНГ и ЕС);
- тропические
- субтропические.

Климат определяет флору и фауну болот.



Классификация видов торфа

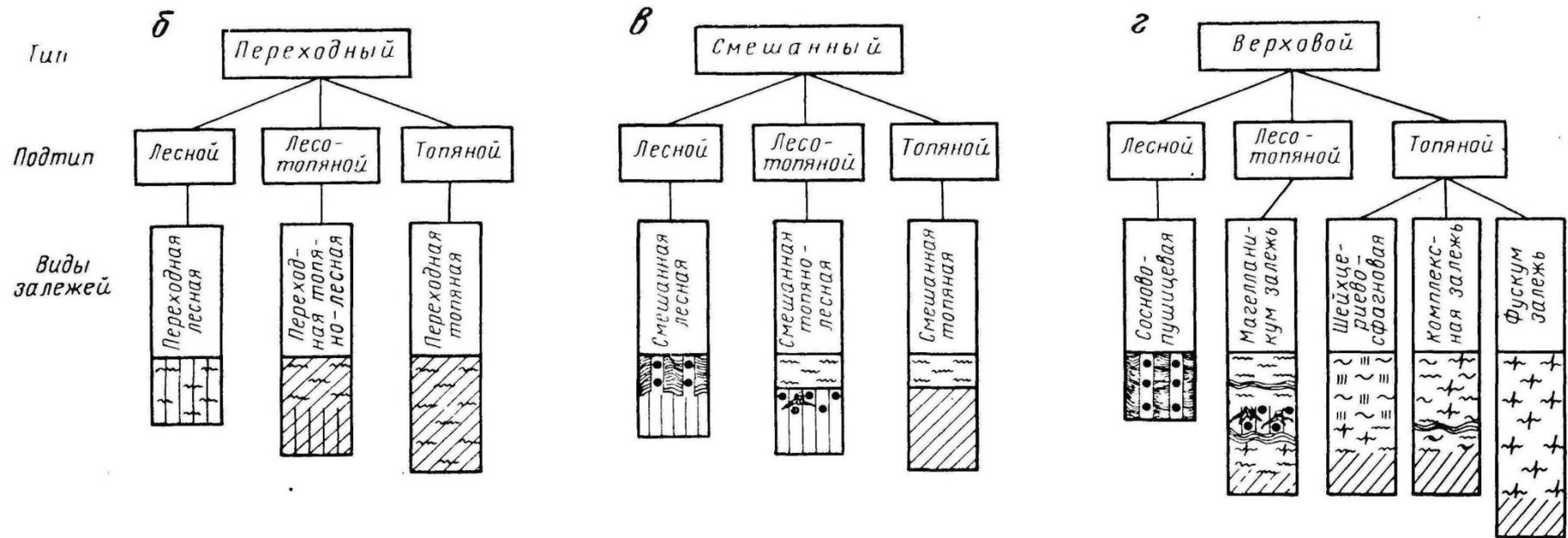
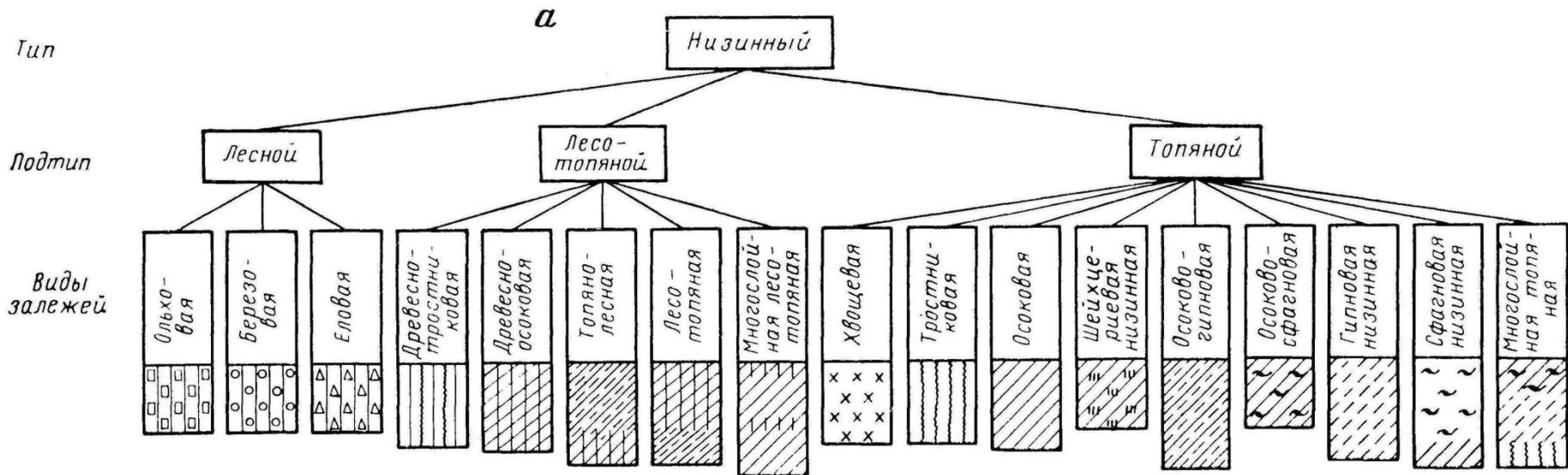
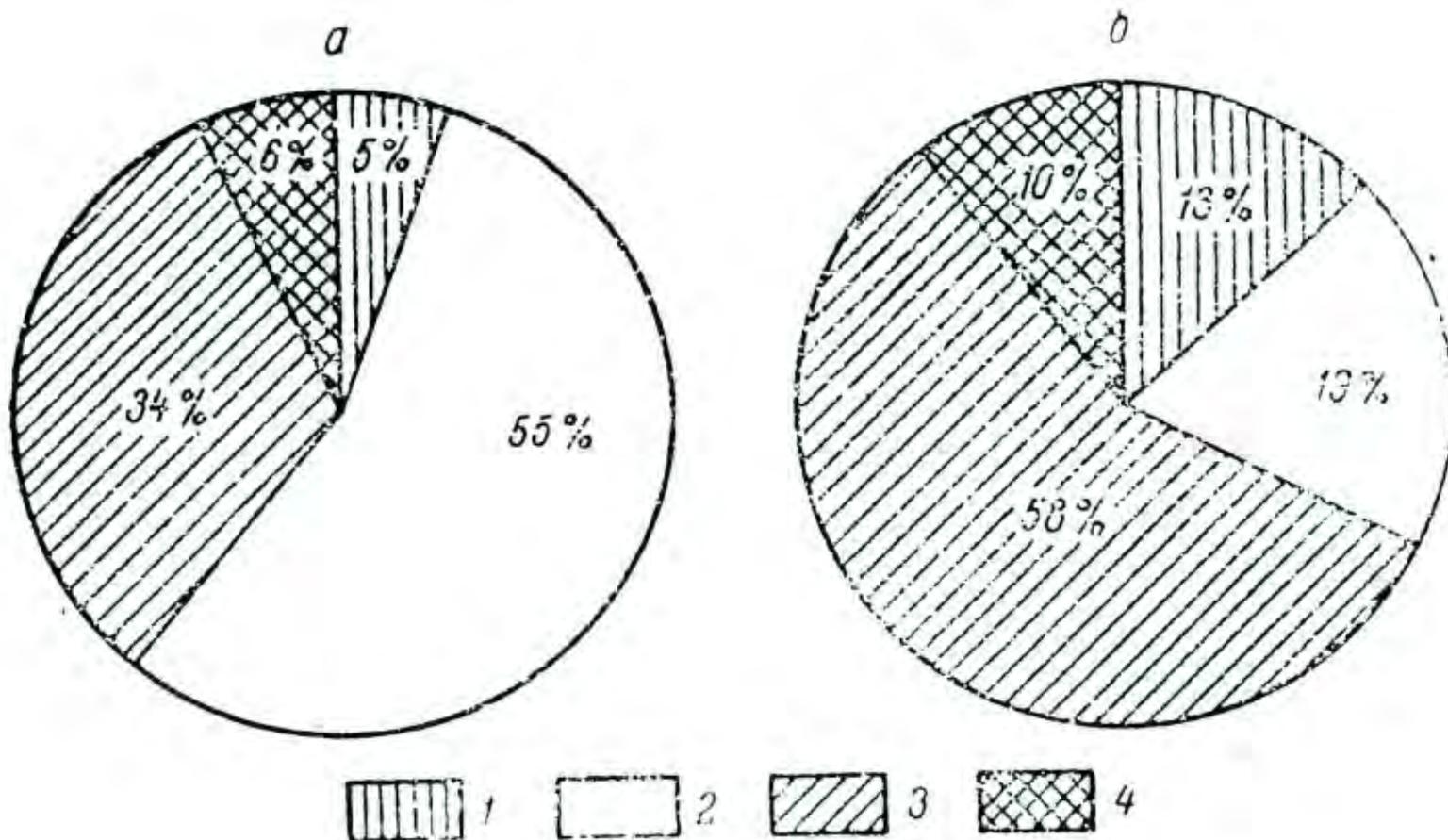


Рис. 2. Классификация торфяных залежей

Таблица 1

| Тип и вид торфяных залежей | Глубина, м | Степень разложе- ния, % | Зольность, % | Влажность % |
|----------------------------|---------------|-------------------------------|-----------------|----------------|
| I. Низинный тип | | | | |
| Лесная | 1,6 | 51 | 13,0 | 85,0 |
| Древесно-тростниковая | 2,1 | 47 | 10,5 | 88,2 |
| Древесно-осоковая | 2,2 | 42 | 9,4 | 89,0 |
| Топяно-лесная | 2,5 | 39 | 8,7 | 90,1 |
| Лесо-топяная | 3,2 | 38 | 8,1 | 89,2 |
| Хвощевая | 1,9 | 35 | 8,5 | 90,3 |
| Тростниковая | 2,5 | 36 | 9,1 | 89,0 |
| Осоковая | 2,8 | 31 | 7,9 | 90,3 |
| Шейхцери́евая | 2,3 | 35 | 6,2 | 91,5 |
| Гипновая | 3,1 | 29 | 8,1 | 90,6 |
| Сфагновая | 2,1 | 27 | 6,1 | 91,4 |
| II. Переходный тип | | | | |
| Лесо-топяная | 2,4 | 39 | 7,2 | 90,1 |
| Топяная | 2,5 | 29 | 6,1 | 91,4 |
| III. Верховой тип | | | | |
| Сосново-пушицевая | 1,6 | 46 | 4,0 | 89,0 |
| Магелланикум-залежь | 3,6 | 32 | 3,1 | 91,8 |
| Шейхцери́ево-сфагновая | 4,8 | 30 | 2,7 | 92,6 |
| Комплексная | 4,4 | 24 | 2,8 | 93,2 |
| Фускум залежь | 4,4 | 18 | 3,6 | 93,4 |



Химический (групповой) состав торфа верхового типа: а – степень разложения 10%; б – 55%. 1 – битумы, растворимые в бензоле; 2 – вещества углеводного комплекса (водорастворимые, легкогидролизуемые, целлюлоза); 3 – гуминовые вещества; 4 – негидролизуемый остаток.

Скорость накопления торфа – 0,5-2 мм/год (А.И. Егоров, 1969)

| | |
|---|----------|
| Сохранившиеся залежи Кустанайской области (Лавров, 1948) | 0,55 |
| Торфяники средней полосы Европейской части СССР (БСЭ, т. 43) | 0,7 |
| Нижнекарбоновые торфяники Северо-Восточного Казахстана (Егоров, 1956) | 0,6—0,8 |
| Торфяники Европейской части СССР (Пичугин и др., 1956) | 1,0 |
| Торфяники Нидерландов за последние 2000 лет | 0,75—1,5 |
| Древесинный торф в современных болотах Северной Америки (Твенхофел, 1936) | 2,4 |
| Торфяники Северного Заволжья (Федорова, 1951) | 1—1,5 |
| Торфяники северной части Западной Сибири (Кац, 1946) | 1—1,4 |
| Торфяники Рионской низменности (Нейштадт, 1965) | 2,0 |

Основное преобразование торфа происходит на глубинах до 50 см (деятельный слой). Для верхового торфа мощность этого слоя больше, для низинного – меньше.

Далее процессы резко замедляются. Поэтому торф на глубине 15-20 см часто химически ничем не отличим от торфа на глубине 1,5-2,0 м.

Особенности погребенного торфа:

1. Содержание водорода с возрастом почти не меняется.
2. С возрастом уменьшается содержание азота
3. С глубиной снижается содержание ВРВ и ЛГВ
4. Содержание ГК с возрастом увеличивается
5. Содержание ФК с возрастом увеличивается незначительно (0,1-2,7%)

Филиппи

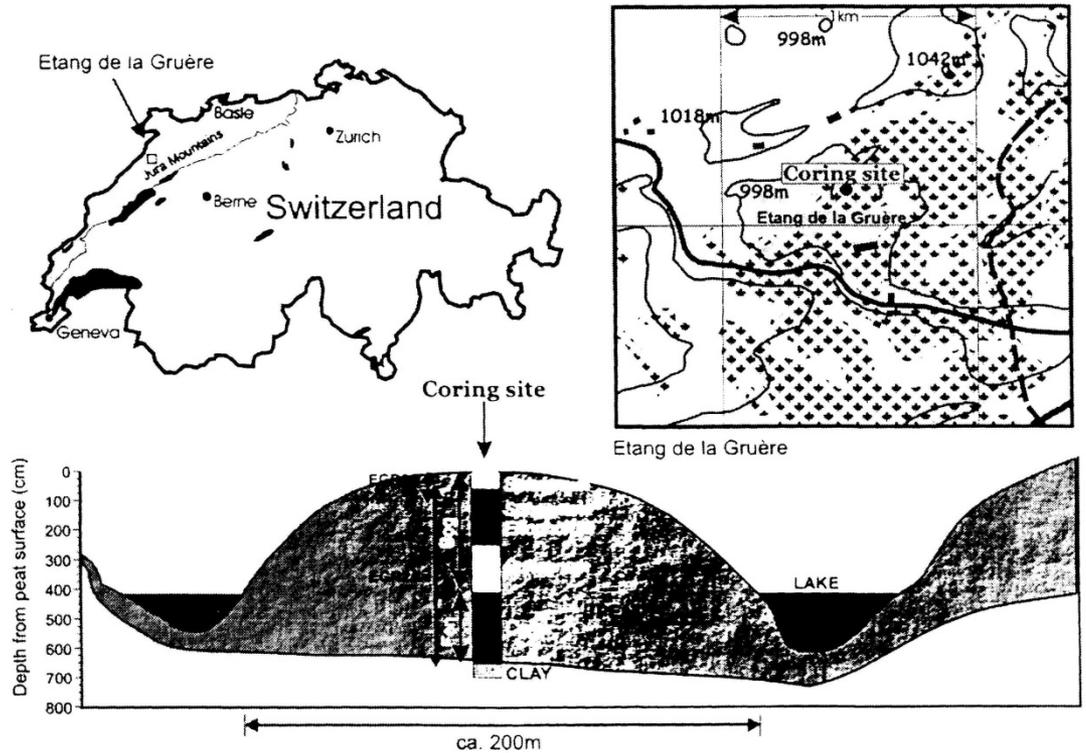
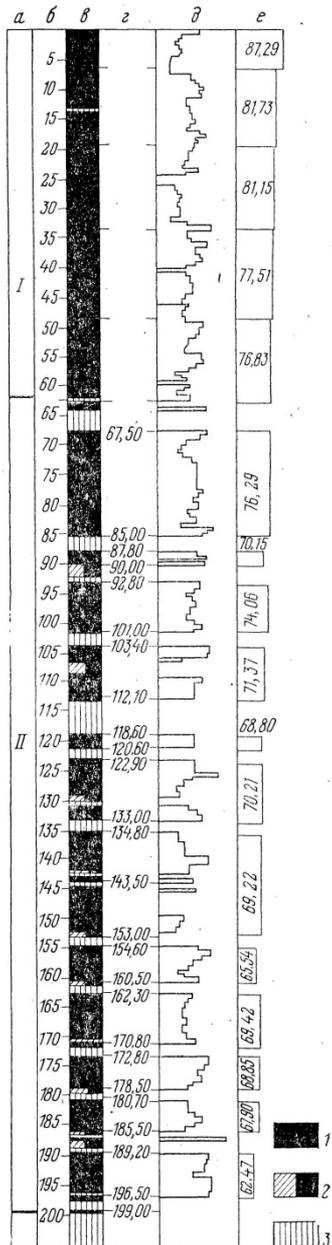


Fig. 1. Situation and stratigraphy of the coring site of cores EGR2G and EGR2A at Etang de la Gruère. The cores were taken in 1991 and 1990, respectively, at the location shown on the top of the dome on the peninsula at Etang de la Gruère in the Swiss Jura mountains. The depth ranges of EGR2G and EGR2A are indicated by arrows to the left of the stratigraphy diagram. Detail constructed using data from Steinmann and Shotyk [29].

Низинный торфяник

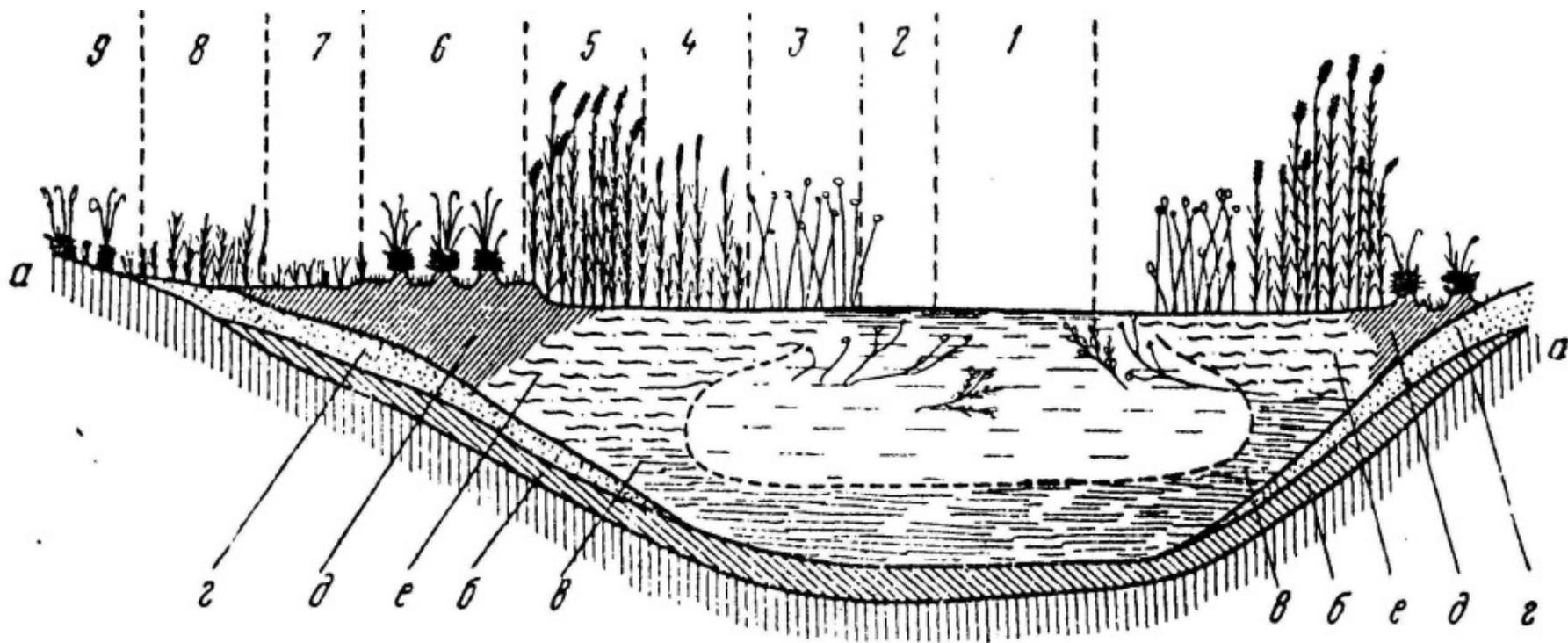


Рис. 81. Схема зарастания озера (по В. Р. Вильямсу):
а — минеральное дно водоема; б — известковый сапропелевый ил;
в — аморфный сапропелевый торф; г — землистый торф; д — осоковый торф; е — камышево-тростниковый торф; 1 — свободно плавающие растения; 2 — рдесты и кувшинки; 3 — камыши; 4 — рогозы; 5 — тростники; 6 — крупные осоки; 7 — мелкие осоки; 8 — корневищные злаки; 9 — щука

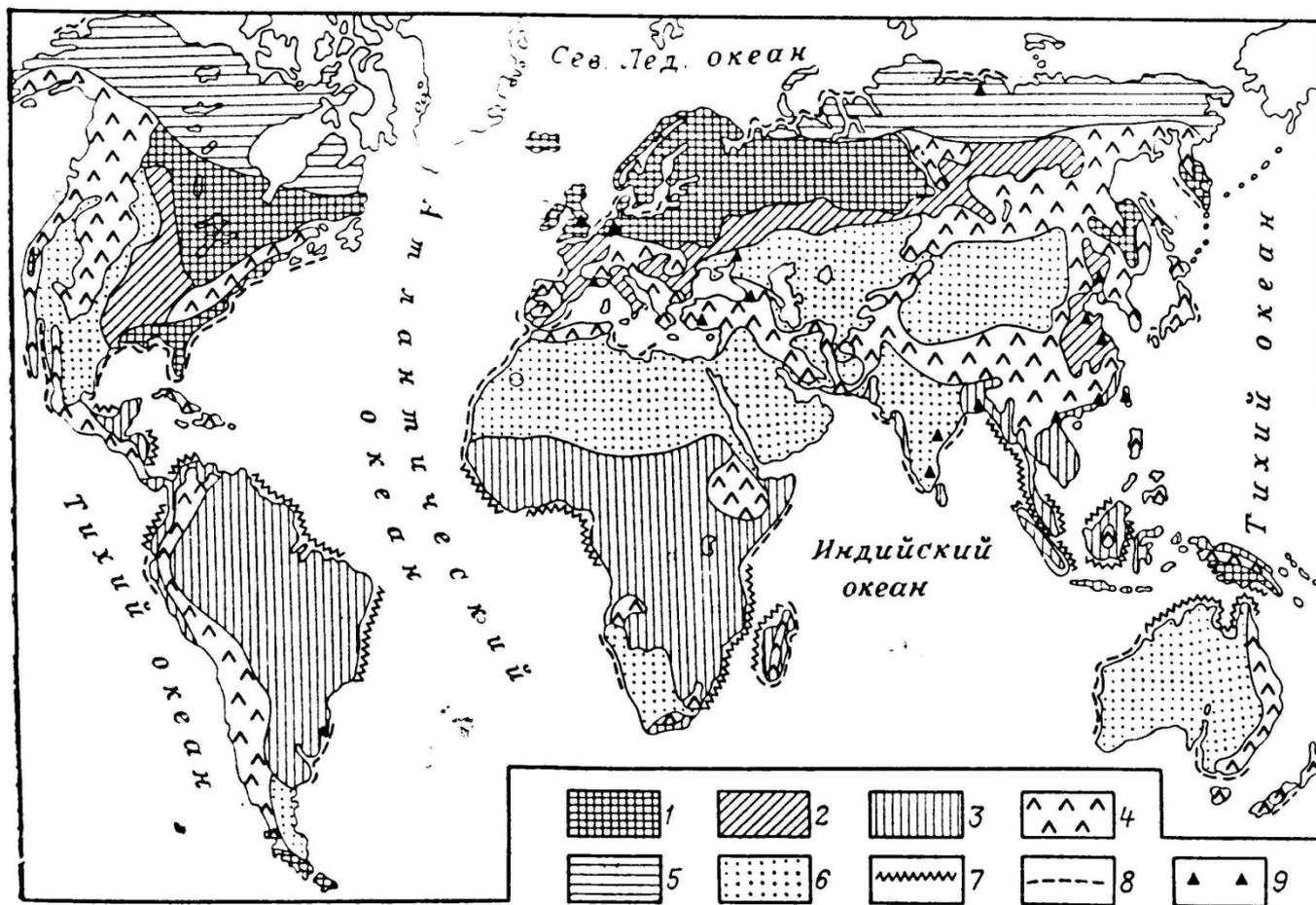
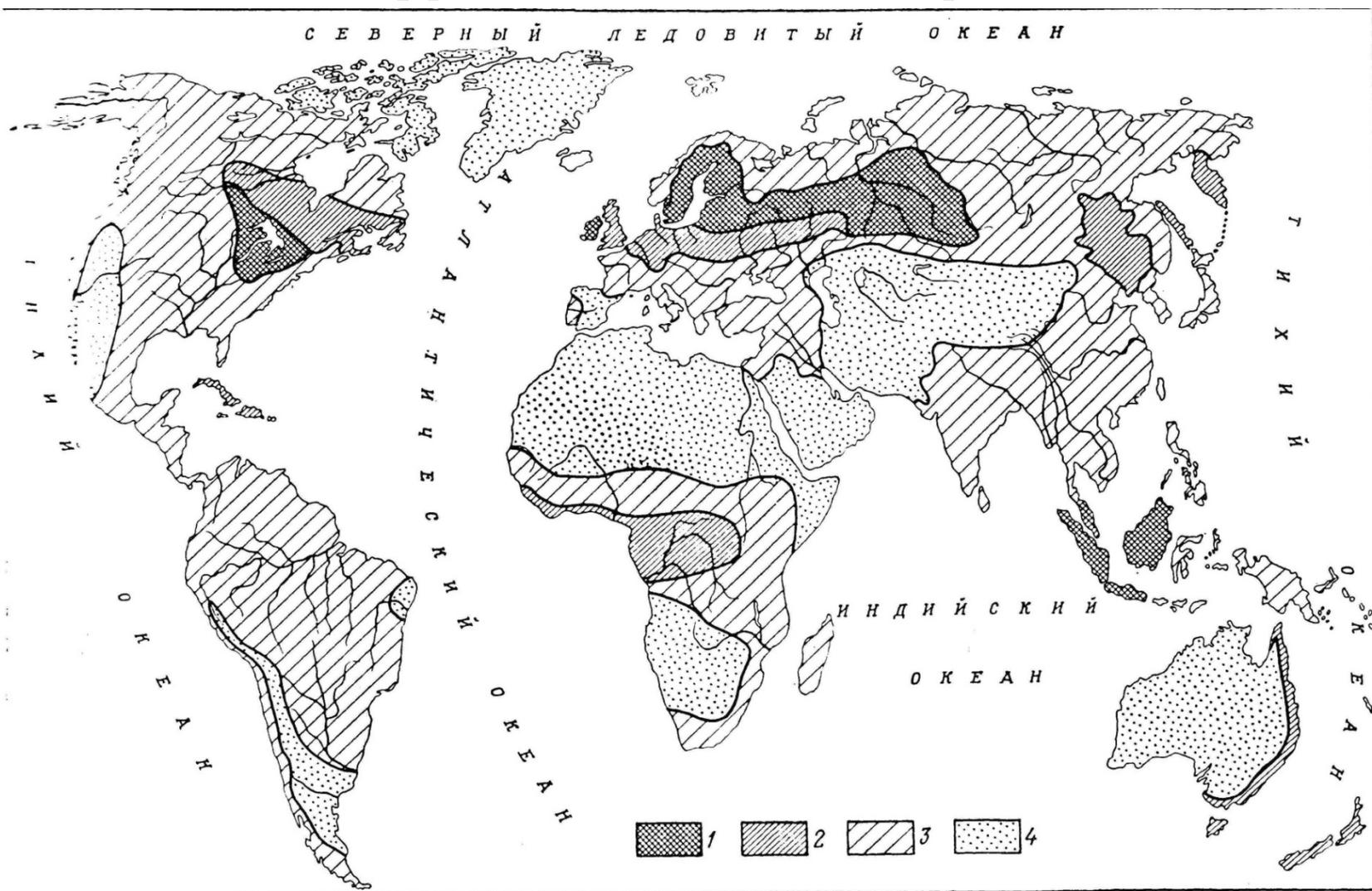


РИС. 1. Пояса торфонакопления (по С. Н. Тюремнову):

1 — интенсивного торфонакопления (заторфованность более 1 %); 2 — слабого торфонакопления умеренных широт (заторфованность 0,01—1 %); 3 — слабого торфонакопления тропиков (заторфованность около 0,01 %); 4 — слабого торфонакопления горных областей (заторфованность около 0,01 %); 5 — слабого торфонакопления полярных областей; 6 — ничтожного торфонакопления (заторфованность менее 0,01 %); 7 — мангровые болота; 8 — лагунные болота; 9 — дельтовые болота

Пояса торфонакопления на земном шаре



1- пояс интенсивного торфонакопления

2- область умеренного торфонакопления

3- пояс слабого торфонакопления

4- пояс ничтожно малого торфонакопления

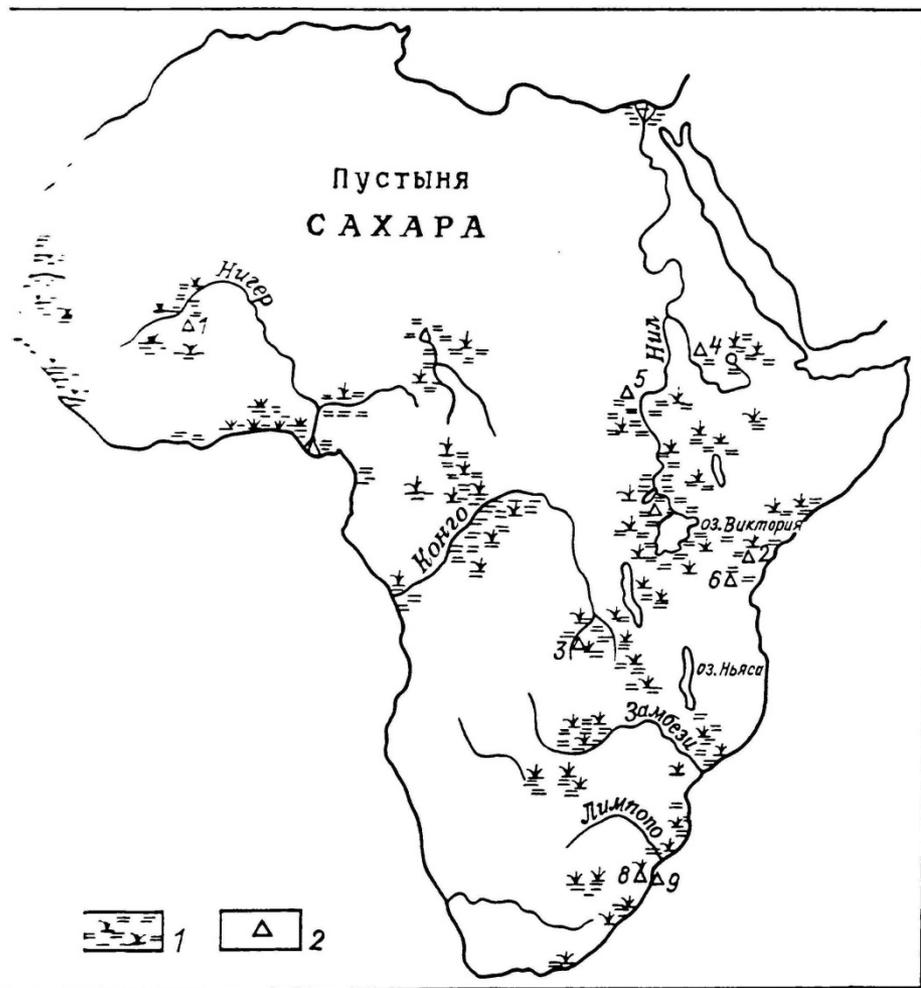


РИС. 5. Схема распространения торфяных месторождений и болот в Африке:

1 — болота; 2 — болотные заповедники

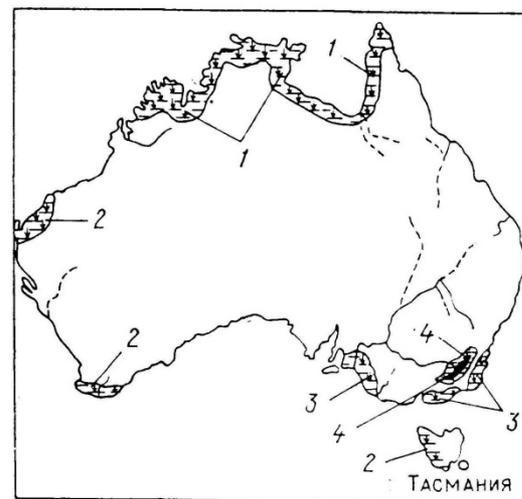
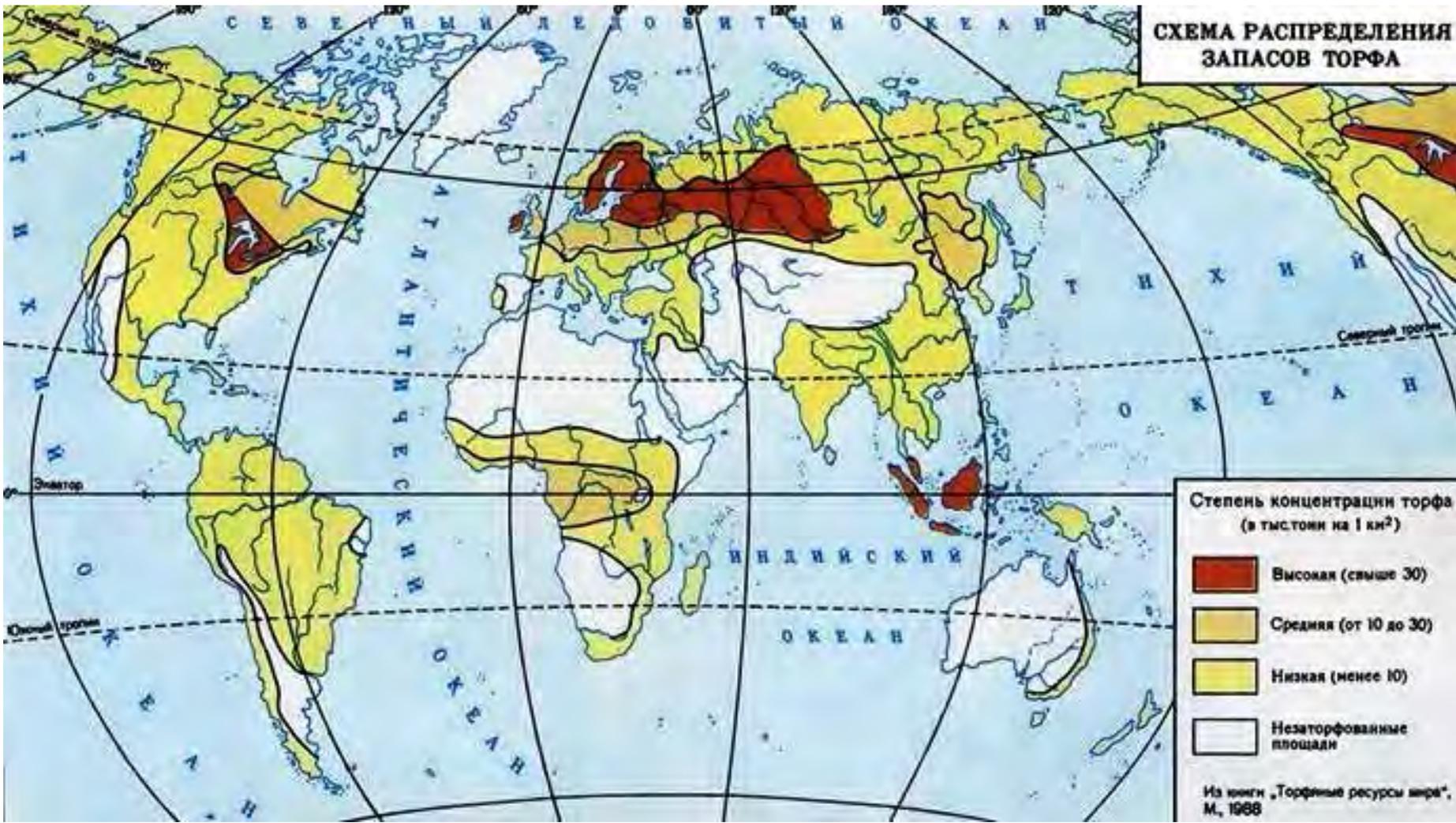


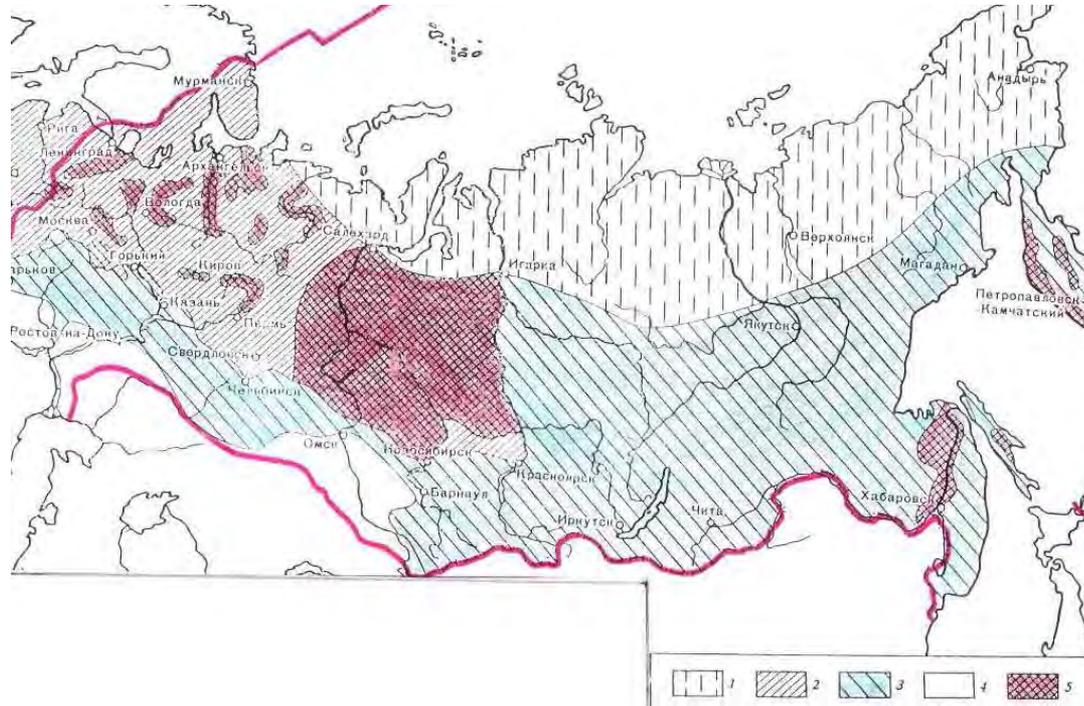
РИС. 6. Схема распространения болот в Австралии:

1 — марши, мангровые болота, дельтовые болота и периодически заливаемые низкие места; 2 — крупноосоковые болота; кустарниковые болота (равнинные и горные), болотистые леса; 3 — мокрые склерофильные леса с болотами; 4 — местоорождение, частично сфагновое

СХЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАПАСОВ ТОРФА



Районирование России по интенсивности торфообразования



1-полярная область слабого торфонакопления

2- пояс интенсивного торфонакопления

3- пояс слабого торфонакопления

4- пояс ничтожного торфонакопления

5- торфяные бассейны

Площади торфяных месторождений стран мира

| Страна | Площадь, млн.га | Страна | Площадь, млн.га |
|------------------|-----------------|--------------|-----------------|
| Канада | 170 | Н.Зеландия | 0,150 |
| Россия | 162,7 | Дания | 0,120 |
| США (Аляска) | 30,0 | Италия | 0,120 |
| Индонезия | 26,0 | Венгрия | 0,100 |
| Финляндия | 10,4 | Б.Югославия | 0,100 |
| США (без Аляски) | 10,24 | Уругвай | 0,100 |
| Швеция | 7,0 | Франция | 0,090 |
| КНР | 3,48 | Швейцария | 0,055 |
| Норвегия | 3,0 | Аргентина | 0,045 |
| Малайзия | 2,26 | Чехословакия | 0,031 |
| Великобритания | 1,58 | Австрия | 0,022 |
| Польша | 1,35 | Бельгия | 0,018 |
| Ирландия | 1,18 | Австралия | 0,015 |
| Германия | 1,66 | Румыния | 0,007 |
| Исландия | 1,0 | Испания | 0,006 |
| Куба | 0,450 | Израиль | 0,005 |
| Нидерланды | 0,250 | Греция | 0,005 |
| Япония | 0,200 | Болгария | 0,001 |

Запасы торфа в России и в мире

| Страна | Площадь месторождений, млн. га | % к площади страны | Запасы при 40% влажности, млрд. т | % к мировым запасам | Страна | Площадь месторождений, млн. га | % к площади страны | Запасы при 40% влажности, млрд. т | % к мировым запасам |
|------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------|----------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------|
| СНГ и Балтия | 86,0* | 3,8 | 200 | 40 | Япония | 0,3 | 0,8 | 1,2 | 0,2 |
| Финляндия | 10 | 30,6 | 35 | 7 | Израиль | 0,005 | 0,4 | 0,012 | 0,01 |
| Швеция | 7 | 14 | 11,2 | 2,4 | Афганистан | 0,012 | 0,01 | 0,036 | 0,01 |
| Норвегия | 3 | 9,25 | 2 | 0,4 | Пакистан | 0,002 | 0,002 | 0,028 | 0,01 |
| Дания | 0,34 | 7,9 | 1,3 | 0,3 | Индия | 0,1 | 0,03 | 0,3 | 0,06 |
| Исландия | 1 | 9,7 | 2 | 0,4 | Бангладеш | 0,3 | 2 | 1 | 0,2 |
| Германия | 1,23 | 5 | 7,3 | 1,56 | Шри-Ланка | 0,01 | 0,2 | 0,03 | 0,01 |
| Великобритания | 1,6 | 6,6 | 5,7 | 1,2 | Вьетнам | 0,01 | 0,03 | 0,3 | 0,06 |
| Ирландия | 1,23 | 17,0 | 5,8 | 1,2 | Бирма | 0,05 | 0,1 | 0,1 | 0,02 |
| Франция | 0,4 | 0,7 | 2,45 | 0,5 | Малайзия | 2,36 | 7 | 11,8 | 2,5 |
| Нидерланды | 0,43 | 10,4 | 2,58 | 0,5 | Индонезия | 26 | 13,6 | 78,5 | 15,7 |
| Австрия | 0,024 | 0,3 | 0,08 | 0,02 | Канада | 12,95 | 1,2 | 35 | 7 |
| Бельгия | 0,018 | 0,6 | 0,097 | 0,02 | США | 10,24 | 1,1 | 36,3 | 7,3 |
| Швейцария | 0,055 | 1,3 | 0,22 | 0,04 | Куба | 0,1 | 0,09 | 1 | 0,2 |
| Италия | 0,06 | 2 | 2,5 | 0,5 | Бразилия | 0,1 | 0,11 | 0,35 | 0,07 |
| Испания | 0,006 | 0,01 | 0,018 | 0,01 | Аргентина | 0,045 | 0,02 | 0,1 | 0,02 |
| Португалия | 0,02 | 0,2 | 0,08 | 0,02 | Чили | 0,15 | 0,2 | 0,45 | 0,09 |
| Греция | 0,05 | 0,04 | 4 | 0,8 | Уругвай | 0,1 | 0,5 | 0,2 | 0,04 |
| Польша | 1,5 | 4,7 | 6 | 1,2 | Кения | 0,1 | 0,1 | 1,5 | 0,3 |
| Чехия и Словакия | 0,034 | 0,26 | 0,5 | 0,1 | Уганда | 0,5 | 2 | – | – |
| Югославия | 0,1 | 0,4 | 0,3 | 0,06 | Заир | 1 | 0,4 | 3,5 | 0,7 |
| Румыния | 0,007 | 0,08 | 0,021 | 0,01 | Сенегал | 0,01 | 0,05 | 0,04 | 0,01 |
| Венгрия | 0,1 | 1 | 0,08 | 0,02 | Австралия | 0,22 | 0,03 | 1 | 0,2 |
| Болгария | 0,003 | 0,03 | 0,08 | 0,02 | Новая Зеландия | 0,26 | 1 | 1,3 | 0,3 |
| КНР | 4,16 | 0,43 | 27 | 15,4 | Прочие страны | 0,6 | – | 5 | 1 |

Табл. 2. — Торфяные ресурсы СССР (1988)

| Союзные республики | Площадь торфяных залежей, млн. га | Запасы торфа 40%-ной влажности, млрд. т |
|--------------------|-----------------------------------|---|
| РСФСР | 56,8 | 186,1 |
| Белорусская ССР | 1,7 | 5,1 |
| Эстонская ССР | 0,6 | 3,0 |
| Украинская ССР | 0,7 | 2,3 |
| Латвийская ССР | 0,5 | 2,0 |
| Литовская ССР | 0,3 | 1,2 |
| Др. республики | 0,1 | 0,3 |

Площадь заболоченности Западной Сибири в сравнении с территориями некоторых европейских государств

| Сравниваемые территории | Размеры территории, км ² |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| заболоченные массивы Западной Сибири | 786 000 |
| территория Франции | 551 000 |
| Швеции | 449 000 |
| Италии | 301 000 |
| Великобритании | 244 000 |

Площадь Большого Васюганского болота (самого крупного болота в мире), в сравнении с территорией ряда других европейских государств

| Сравниваемые территории | Размеры территории, км ² |
|----------------------------|-------------------------------------|
| Большое Васюганское болото | 53 000 |
| Дания | 43 000 |
| Швейцария | 41 000 |
| Нидерланды | 32 000 |
| Бельгия | 31 000 |

Россия обладает от 40 до 60% мировых запасов торфа и имеет будущее для расширения проблем местной энергетики, повышения плодородия почв, экологических задач, экспорта торфа и торфяной продукции. Общие ресурсы торфа на территории Российской Федерации оцениваются в размере **175, 650 млрд.тонн** на площади более 50 млн.га. По оценкам специалистов и проведенных исследований с использованием новейших топографических и специальных карт, материалов аэрофотосъёмки и космической съёмки, запасы торфа в стране могут быть увеличены до **250 млрд.тонн**, в основном за счет выявления новых торфяных месторождений в районах Восточной Сибири, Дальнего Востока и Крайнего Севера.

Балансовые запасы торфа категории $A+B+C_1$ в Российской Федерации составляют 19,1 млрд.тонн, категории C_2 – 11,9 млрд.тонн, которые размещены на 20 984 торфяных месторождениях. Сюда включены и месторождения площадью до 10 га. Наибольшее количество запасов торфа $A+B+C_1$ – 6,9 млрд.тонн (36,2% от запасов России) разведано в Северо-Западном федеральном округе, затем следует Сибирский (25,8%) и Уральский округ (19,5%).

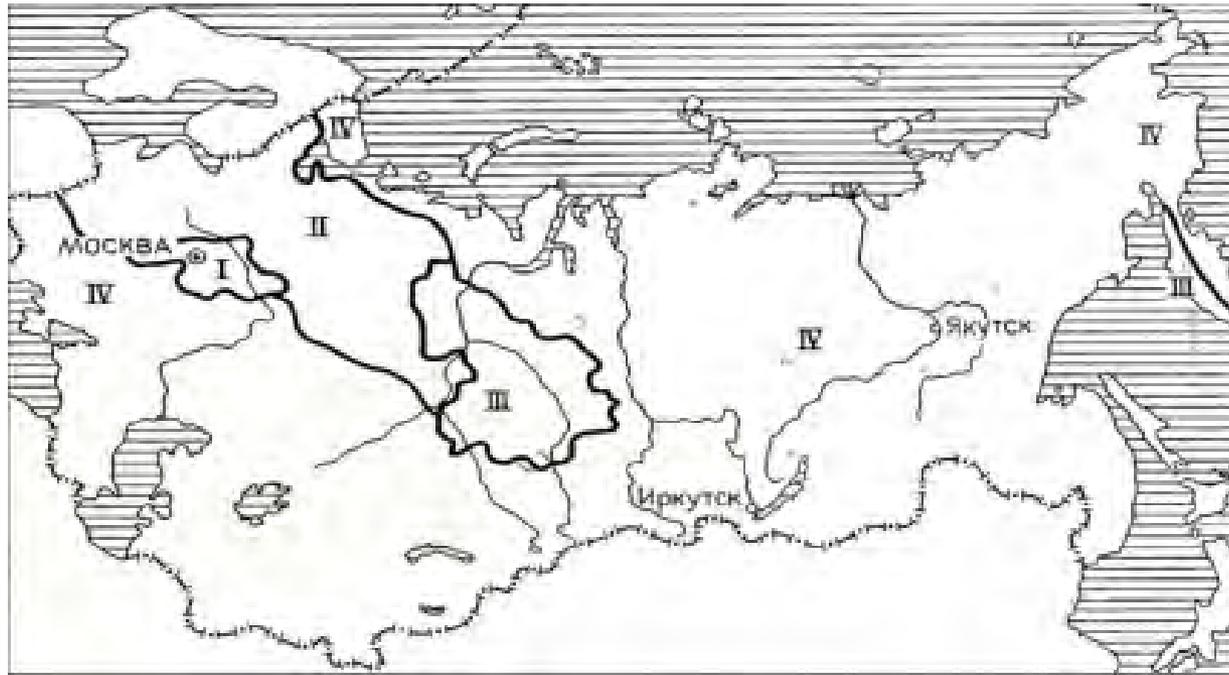
Прогнозные ресурсы торфа России в количестве 128,7 млрд.тонн (95,5 млрд.тонн из них до 10 га) оценены на площади 25 821 торфяном месторождении , 8 975 из них до 10 га) и примерно 4 000 неизученных участков разведанных торфоместорождений, составляющих в границе промышленной глубины залежи 37,2 млн.га.

Почти половина прогнозных ресурсов торфа(48,3%) и более половины их площади (51,6%), согласно новому административному делению, относится к Уральскому федеральному округу в связи с отнесением к нему Тюменской области (25,13 млрд.тонн), Ханты-мансийского автономного округа (38,99 млрд.тонн) и Ямало-Ненецкого автономного округа (7,85 млрд.тонн). Этот федеральный округ занимает по запасам торфяных ресурсов первое место в России. На втором месте находится Сибирский федеральный округ - 34,4 млрд.тонн или 21,8% прогнозных ресурсов России.

Балансовые запасы торфа в Российской Федерации, промышленный фонд
(распределение по субъектам), млрд тонн



Промышленно-экономическое районирование торфяных ресурсов России



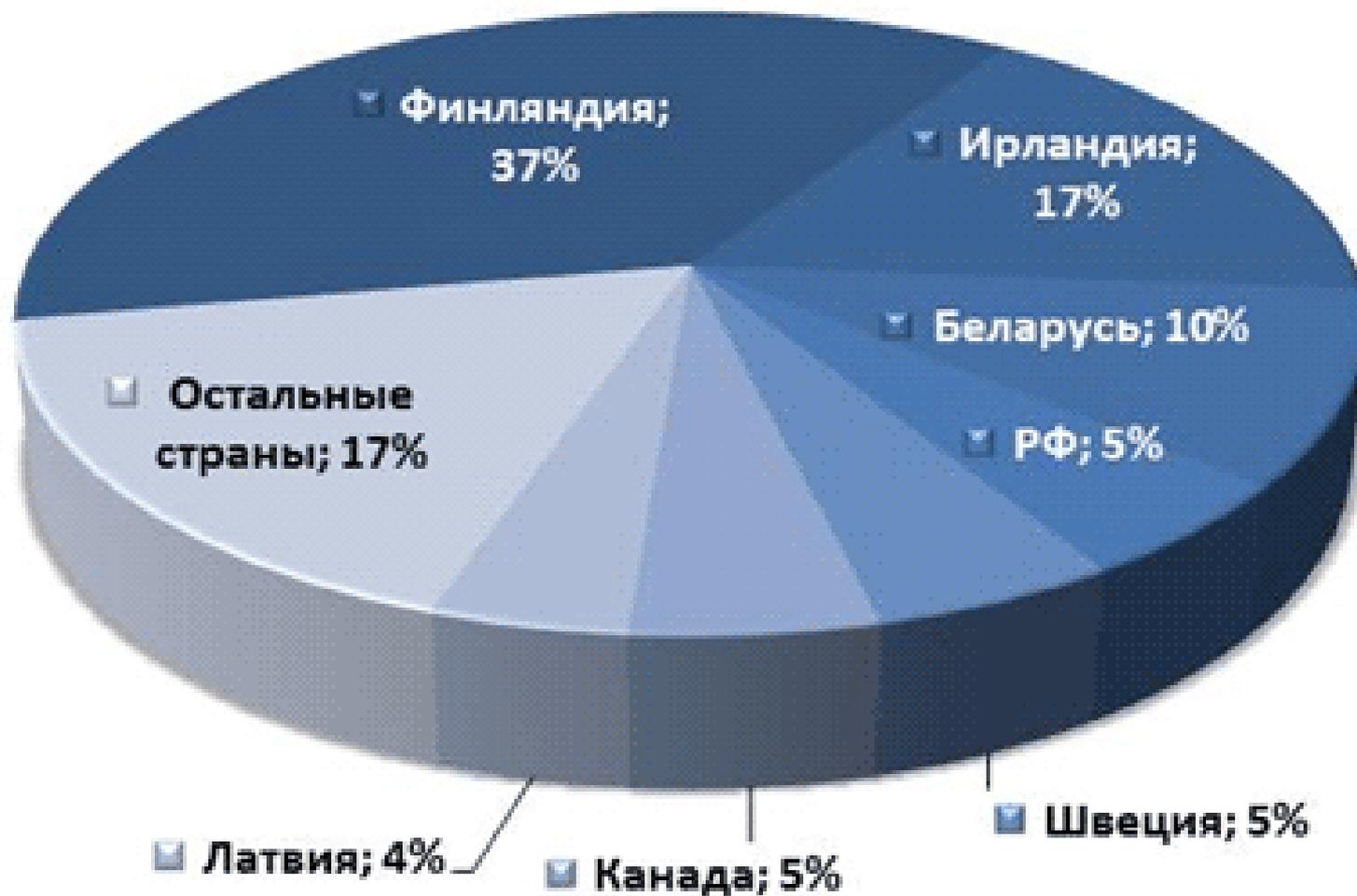
I - охватывает часть Русской равнины. Этот район наиболее высокой интенсивности использования торфяных ресурсов. В промышленную эксплуатацию здесь вовлечено более 70% торфяных ресурсов района. При общих эксплуатационных запасах торфа в 2 млрд.т. ежегодная добыча его для промышленности и сельского хозяйства составляет более 30-35 млн.т., или почти 1/5 общероссийской добычи. Основное направление освоения - промышленно-энергетическое.

II - главная база для дальнейшего развития комплексного торфяного производства и добычи торфа в крупных масштабах на ближайшие 15-20 лет. Он охватывает наиболее заторфованную территорию европейской части РФ и включает три торфяных региона: Северо-Западный, Уральский и Западный. Разведанные запасы - более 48 млрд.т. Ежегодная добыча торфа составляет 100-120 млн.т.

III - включает два крупнейших заторфованных региона страны, ресурсы которых огромны, но они не вовлечены в использование из-за природных и экономических условий. Это Западно-Сибирская равнина (без юго-западной части Тюменской области) и Камчатка. Торфяные ресурсы исчисляются здесь в 105 млрд.т. (более 60% общероссийских запасов торфа).

IV - слабозаторфованные территории юго-восточных областей России (Курской, Тамбовской, Воронежской), Закавказья, Дальнего Востока и Крайнего Севера. Для района характерно отсутствие значительной концентрации и торфяных запасов, могущих явиться базой для развития крупнопромышленного торфяного производства (за исключением Закавказья). Интенсивно развивается здесь добыча торфа для коммунально-бытовых нужд и для приготовления органических удобрений.

Россия имеет долю в 5% от мирового объема добычи торфа и занимает 4-е место в мире по этому показателю, находясь в одном ряду со Швецией, Канадой и Латвией



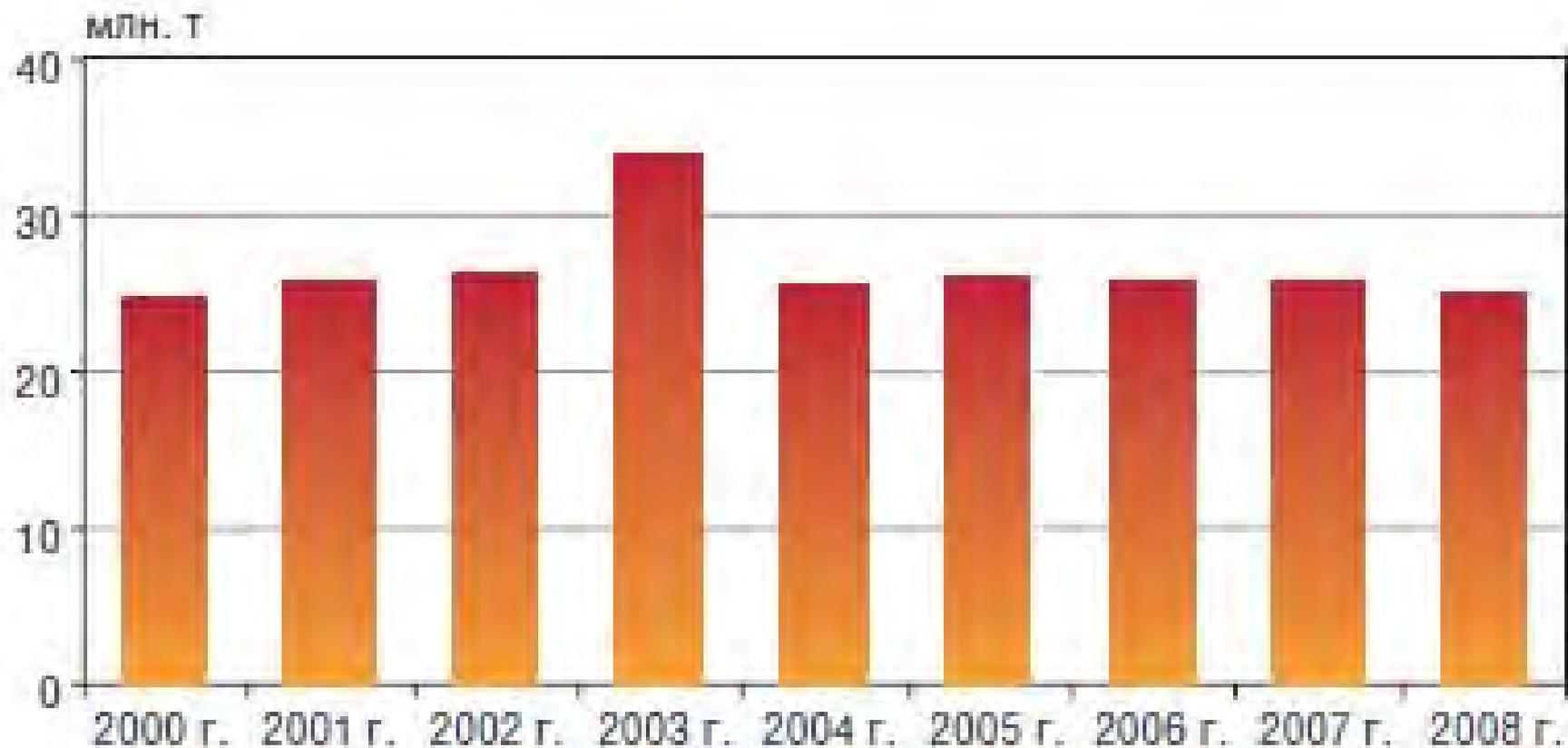


Рис. 1 Добыча торфа в мире в период с 2000 по 2008 гг.

Большое Васюганское болото



На территории Томской области, а также частично в пределах Новосибирской и Омской областей России, в долине одной из крупнейших евразийских рек — Оби и ее левого притока — Иртыша раскинулось Большое Васюганское болото. Оно является самым большим болотом на земном шаре. Его площадь составляет 53 тыс. км², протяженность с запада на восток - 573 км., с севера на юг - 320 км.

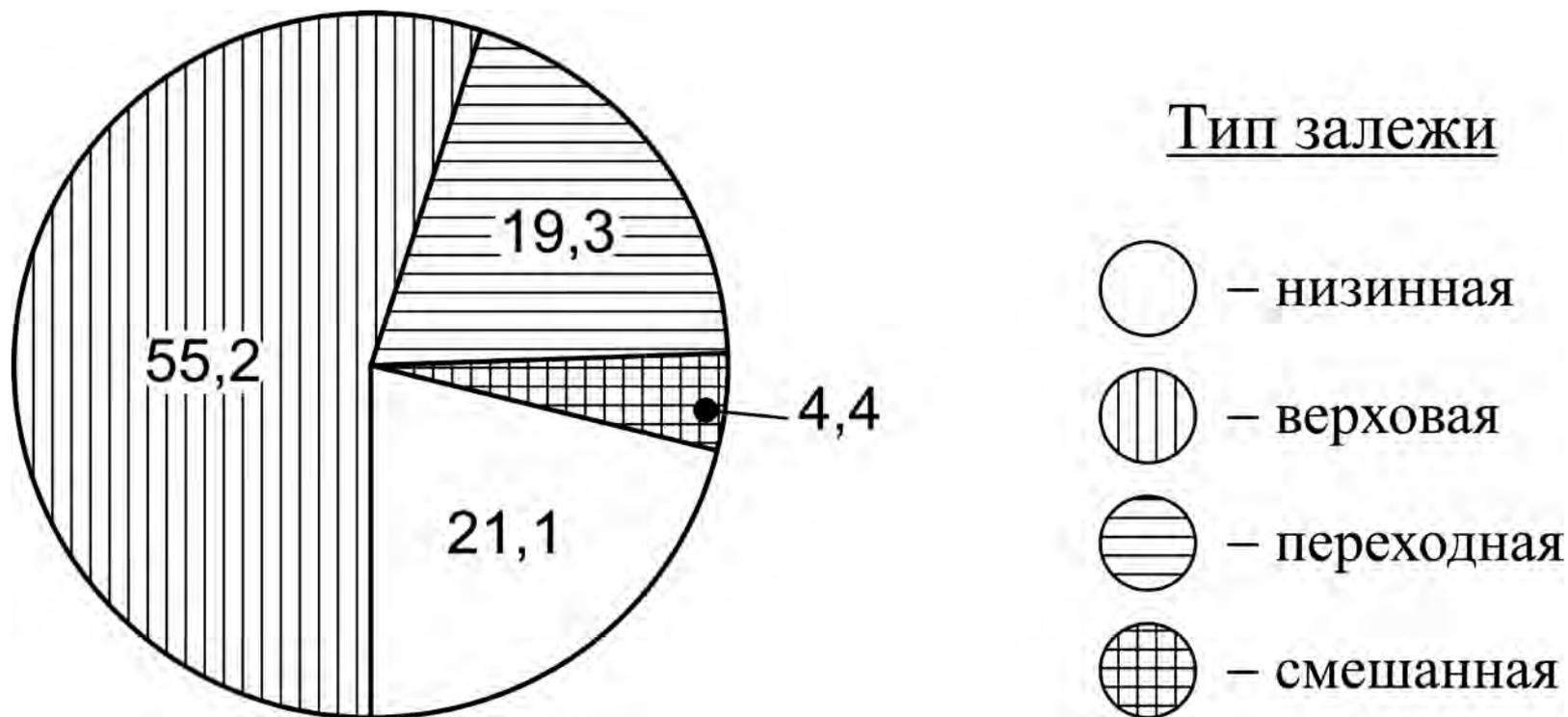
Возраст Васюганского болота около девяти тысяч лет. Первоначально на его территории располагались 19 отдельных болот, которые к настоящему времени слились в сплошной водный массив и процесс заболачивания продолжается. Влияние Васюганского болота на природную ситуацию в регионе огромно и разнообразно. Это и основной источник пресной воды в регионе, и хранилище полезных ископаемых, и островок нетронутой дикой природы. Из болота берут начало множество рек, а испарившаяся с поверхности влага поддерживает климатический баланс и выносится даже на территорию Восточной Сибири и Казахстана.

Разведанные запасы торфа составляют более 1 млрд. тонн.





Соотношение типов торфов в Томской области



Торф имеет сложный химический состав, который определяется условиями генезиса, химическим составом растений-торфообразователей и степенью разложения. Элементный состав торфа: **углерод 50-60%, водород 5-6,5%, кислород 30-40%, азот 1-3%, сера 0,1-1,5% (иногда 2,5) на горючую массу.** В компонентном составе органической массы содержание водорастворимых веществ 1-5%, битумов 2-10%, легкогидролизуемых соединений 20-40%, целлюлозы 4-10%, гуминовых кислот 15-50%, лизинга 5-20%.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТОРФА

| Материал | Элементный состав *, % | | | | | Содержание воды, % | Содержание летучих *, % |
|---------------------|------------------------|----------|---------|---------|---------|--------------------|-------------------------|
| | C | H | O | N | S | | |
| Древесина сырая | 48—52 | 5,8—6,2 | 43—45 | 0,05 | — | 40—60 | 65—75 |
| Торф сырой | 49—60 | 5—8 | 28—48 | 1—4 | 0,1—1 | 80—92 | 70—80 |
| Бурый уголь | | | | | | | |
| мягкий | 65—70 | 5—8 | 18—30 | 0,5—1,5 | 0,5—3 | 55—63 | 50—60 |
| твердый | 70—73 | 5—8 | 16—23 | 0,5—1,5 | 0,5—3 | 30—40 | 47—50 |
| блестящий | 72—75 | 5,5—7 | 12—18 | 1—2 | 0,5—3 | 8—10 | 43—47 |
| Пламенный уголь | 75—81 | 5,8—6,6 | > 9,8 | 1—1,5 | 0,5—1,5 | 4—8 | 40—45 |
| Газопламенный уголь | 81—85 | 5,6—5,8 | 7,3—9,8 | 1—1,8 | 0,6—1,8 | 2,5—4 | 35—40 |
| Газовый уголь | 85—87,5 | 5,0—5,6 | 4,5—7,3 | 1—1,8 | 0,6—1,8 | 1,2—2,5 | 25—28 |
| Жирный уголь | 87,5—89,5 | 4,5—5,0 | 3,2—4,5 | 1—1,8 | 0,6—1,8 | 0,8—1,2 | 19—28 |
| Кузнечный уголь | 89,5—90,5 | 4,0—4,5 | 2,8—3,2 | 1—1,7 | 0,6—1,7 | < 1 | 19—24 |
| Тощий уголь | 90,5—91,5 | 3,75—4,0 | 2,5—2,8 | 1—1,7 | 0,6—1,7 | < 1 | 12—14 |
| Антрацит | | | | | | | |
| Б | > 91,5 | < 3,75 | < 2,5 | 1—1,7 | 0,6—1,7 | < 1 | 10—12 |
| А | > 91,5 | < 3,75 | < 3,5 | 1—1,7 | 0,6—1,7 | < 1 | < 10 |

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТОРФА (ТУВА)

| Месторождение | C | H | N | O | S |
|---------------|------|-----|-----|------|-----|
| Бай-Хаак | 46,6 | 2,3 | 2,1 | 48,3 | 0,7 |
| Сангилен | 48,7 | 3,5 | 2,3 | 44,9 | 0,6 |

Таблица 51

Азот и зольные вещества в торфах и торфообразующих растениях (712)

(в % сухого вещества)

| Природа торфа или растений | Азот | P ₂ O ₅ | Калий |
|---------------------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
| Молодой сфагновый торф | 0,64—0,74 | 0,03—0,04 | 0,02—0,03 |
| Тростниковый торф | 2,29—3,23 | 0,09—0,28 | 0,04—0,19 |
| Осоковый торф | 2,47—2,94 | 0,14—0,20 | 0,05—0,06 |
| Торф из пыльцы | 0,69—1,09 | 0,03—0,06 | 0,01—0,16 |
| Печеночниковая грязь (Liver mud) . | 2,01—3,68 | 0,09—0,28 | 0,13—0,33 |
| <i>Hylacomium squarosum</i> | 1,27 | 0,44 | 0,87 |
| <i>Calluna vulgaris</i> | 1,04 | 0,23 | 0,51 |
| <i>Sphagnum medium</i> | 0,73 | 0,09 | 0,23 |

| Тип торфа | Вид торфа | Торфяное месторождение | Содержание (среднее) минеральных соединений, % на абсолютно сухое вещество торфа | | | | | | | |
|------------|---|------------------------|--|-------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|-------|
| | | | CaO | MgO | Fe ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | SO ₃ | P ₂ O ₅ | SiO ₂ | АС, % |
| Верховой | Дернина сфагновых мхов (Sph. dusenii, Sph. fuscum, Sph. magellanicum) | Святинский мох | 0,338 | 0,172 | 0,108 | 0,447 | 0,197 | 0,160 | 1,778 | 3,64 |
| | Комплексный верховой торф | То же | 0,251 | 0,068 | 0,076 | 0,233 | 0,147 | 0,038 | 0,615 | 1,69 |
| | Пушицевый и шейхцериевый | Озерецко-Неплюевский | 0,284 | 0,084 | 0,120 | 0,414 | 0,113 | 0,058 | 1,936 | 3,34 |
| | Магелланикум торф | То же | 0,765 | 0,179 | 0,346 | 0,223 | 0,292 | 0,279 | 2,475 | 4,66 |
| Переходный | Сфагновый | Святинский мох | 0,867 | 0,139 | 0,191 | 0,284 | 0,274 | 0,075 | 0,576 | 2,45 |
| | Лесной (придонный) | То же | 0,783 | 0,082 | 0,392 | 0,593 | 0,299 | 0,103 | 0,916 | 3,33 |
| | Осоково-топяной | Святинский мох | 2,845 | 0,286 | 0,941 | 0,049 | 0,515 | 0,034 | 0,357 | 5,17 |
| | Гипново-топяной | Озерецко-Неплюевский | 2,093 | 0,273 | 1,450 | — | 0,429 | 0,039 | 0,512 | 4,76 |
| Низинный | Осоково-лесной с сфагнами | То же | 3,400 | 0,367 | 0,468 | 0,052 | 0,366 | 0,072 | 0,272 | 4,93 |
| | Ольхово-лесной | „ | 4,590 | 0,371 | 0,647 | — | 0,738 | 0,032 | 0,366 | 6,77 |

| Место отбора пробы | А ^с , % | Вид торфа | Степень разложения, % | Содержание минеральных соединений, % на золу | | | | | |
|-------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|------------------------------------|
| | | | | SiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | Na ₂ O+K ₂ O |
| Дикое | 7,61 | Тростниковый | 30 | 14,77 | 20,77 | 1,57 | 53,77 | 1,90 | — |
| Заславье | 9,21 | То же | 30 | 22,14 | 9,47 | 3,65 | 53,29 | следы | — |
| Яглевичи | 11,26 | Древесно-тростниковый | 40 | 29,35 | 22,52 | 3,03 | 44,18 | 3,30 | — |
| Куритичи | 5,26 | Осоковый | 20 | 11,10 | 42,20 | 4,38 | 27,27 | 2,36 | — |
| Слоусть | 9,72 | Древесный | 45 | 12,45 | 12,80 | 9,25 | 46,95 | 6,0 | 2,73 |
| Волма | 9,23 | Древесно-осоковый | 35—40 | 22,85 | 23,40 | 11,90 | 29,20 | 4,68 | 4,36 |
| То же | — | Тростниковый | 35 | 19,34 | 15,65 | 9,85 | 40,55 | 3,25 | 6,18 |
| Усяж | — | Гипново-осоковый | 25 | 22,90 | 13,27 | 13,27 | 39,34 | 3,66 | 0,75 |
| То же | 5,21 | Тростниковый | 35—40 | 24,34 | 8,65 | 6,20 | 44,69 | 4,83 | 2,61 |
| Седча | 5,09 | Осоковый | 30 | 13,85 | 12,77 | 6,33 | 52,75 | 3,75 | 1,38 |
| Гало-Ковалевское | 11,73 | Древесно-ольховый | 50 | 27,96 | 10,85 | 16,35 | 34,60 | 1,19 | 1,35 |
| Ивановское | 8,30 | Древесно-сосново-низинный | 35 | 14,45 | 13,60 | 15,40 | 43,30 | 4,23 | 1,65 |
| Предприятие «Большевик» | 13,51 | Древесный | 40—45 | 26,64 | 19,96 | 13,74 | 28,40 | 2,02 | 2,18 |
| Седча | — | Тростниковый | 45 | 12,35 | 10,85 | 11,75 | 51,55 | 3,65 | 2,16 |
| Гало-Ковалевское | 7,69 | Осоковый | 30 | 19,10 | 19,96 | 10,68 | 37,95 | 3,93 | 1,45 |
| Южная Дукора | 4,0 | Древесно-осоковый | 30 | 43,55 | 9,47 | 6,87 | 22,53 | 1,27 | — |
| Северная Дукора | 4,99 | Сфагново-пушицевый | 40 | 57,01 | 7,64 | 6,30 | 19,99 | — | — |
| Ореховский Мох | 3,60 | Магелланикум | 10 | 70,43 | 3,18 | 15,13 | 3,81 | 2,35 | 2,16 |
| Заболотье | 1,6 | То же | 20 | 30,85 | 12,90 | 19,20 | 17,20 | 9,13 | 2,41 |
| Ореховский Мох | — | Мочажинный | 15—20 | 69,37 | 3,20 | 13,81 | 8,69 | Следы | 1,62 |

| Исследуемый материал | Минеральный состав, % от золы | | | | | | | |
|----------------------|-------------------------------|------------------|-----------------|------|-----|--------------------------------|--------------------------------|------------------|
| | P ₂ O ₅ | K ₂ O | SO ₃ | CaO | MgO | Fe ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ |
| Атмосферная пыль | 0,19 | 2,6 | 0,1 | 2,0 | 1,4 | 4,2 | 13,9 | 66 |
| Глина | 0,21 | 2,3 | 0,3 | 2,0 | 2,0 | 5,0 | 17,2 | 57 |
| Верховой торф | 4,0 | 3,0 | 2,7 | 10,0 | 4,0 | 9,0 | 11,0 | 50 |

| Объекты отбора проб воды | Среднее содержание в воде минеральных соединений, мг/л | | | | | | | | Плотный остаток (прокаленный) | pH |
|---|--|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|------|
| | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | Fe ⁺⁺⁺ | R ₂ O ₃ | SiO ₂ | HCO ₃ | SO ₄ ^{''} | Cl ['] | | |
| Дернина сфагновых мхов | 11,4 | 6,7 | 0,63 | 4,5 | 9,3 | 24,4 | 14,4 | 9,9 | 44,0 | 5,0 |
| Комплексно-верховой торф | 6,6 | 3,08 | 0,46 | 0,15 | 7,2 | 30,5 | 9,5 | 5,9 | 24,3 | 4,76 |
| То же | 9,3 | 5,0 | 0,5 | 1,3 | 19,66 | 27,45 | 56,5 | 7,93 | 65,3 | 5,6 |
| Сфагново-переходный торф | 19,9 | 6,0 | 0,2 | 2,0 | 12,6 | 48,8 | 35,35 | 6,55 | 36,0 | 5,4 |
| Почвенные шурфы на суходолах, окружающих торфяное месторождение | 81,04 | 23,49 | 5,4 | 6,6 | — | 374,4 | 16,7 | 6,16 | 195,9 | 6,96 |
| Верхние горизонты верховых залежей (магелланикум торф) | 7,33 | 2,13 | 0,28 | 3,58 | 10,5 | 23,39 | 8,1 | 12,8 | 21,6 | 5,0 |
| Средние горизонты верховых залежей и верхние горизонты смешанной залежи (магелланикум фускум торф), комплексный и пушицевый | 11,4 | 4,46 | 0,28 | 6,0 | 9,5 | 37,8 | 8,22 | 12,8 | 26,6 | 5,4 |
| Нижние горизонты верховых залежей (сфагново-переходный и гипново-топяной торф) | 17,5 | 2,85 | 0,7 | 9,5 | 21,0 | 56,4 | 18,1 | 36,0 | 49,0 | 5,1 |
| Низинные залежи (сфагново-гипново и осоково-топяной торф) и почвенный шурф у границы низинного торфяного месторождения | 14,04 | 4,4 | 3,55 | 9,8 | 11,8 | 49,6 | 9,88 | 7,4 | 42,8 | 6,46 |

Среднее содержание элементов-примесей в торфах и золах торфов юго-восточной части Западно-Сибирской плиты.

| Элементы | Низинный торф | | Верховой торф | | Среднее для региона | |
|--------------------|----------------|-------------|----------------|-------------|---------------------|-------------|
| | Сухое вещество | Зола торфа* | Сухое вещество | Зола торфа* | Сухое вещество | Зола торфа* |
| Na, % | 0,066 | 0,49 | 0,037 | 1,2 | 0,049±0,011 | 0,67 |
| Ca, % | 2,7 | 20,5 | 0,57 | 17,9 | 1,4±0,18 | 19,8 |
| Sc | 1,4 | 10,3 | 0,56 | 17,6 | 0,88±0,17 | 12,2 |
| Cr | 13,6 | 102 | 11,6 | 366 | 12,4±2,8 | 171 |
| Fe, % | 1,7 | 12,6 | 0,43 | 13,4 | 0,93±0,13 | 12,8 |
| Co | 3,5 | 26,4 | 1,5 | 45,7 | 2,3±0,2 | 31 |
| Br | 61,0 | 457 | 17,7 | 558 | 35,0±2,6 | 483 |
| Rb | 7,8 | 58 | 1,7 | 54,9 | 4,1±1,4 | 57 |
| Sr | 120 | 895 | 42 | 1318 | 73,0±7,2 | 1006 |
| Ag | 0,10 | 0,78 | 0,028 | 0,89 | 0,058±0,02 | 0,8 |
| Sb | 0,14 | 1,1 | 0,11 | 3,5 | 0,12±0,03 | 1,7 |
| Cs | 0,44 | 3,3 | 0,14 | 4,4 | 0,26±0,06 | 3,6 |
| Ba | 106 | 796 | 37,7 | 1188 | 65,2±11,0 | 899 |
| La | 5,0 | 37,3 | 1,6 | 52 | 3,0±0,6 | 41,2 |
| Ce | 8,8 | 66 | 3,8 | 120 | 5,8±0,9 | 79,8 |
| Sm | 0,96 | 7,20 | 0,40 | 12,5 | 0,62±0,1 | 8,6 |
| Eu | 0,19 | 1,39 | 0,08 | 2,7 | 0,12±0,02 | 1,7 |
| Tb | 0,15 | 1,14 | 0,040 | 1,3 | 0,085±0,01 | 1,2 |
| Yb | 0,33 | 2,44 | 0,12 | 3,8 | 0,20±0,03 | 2,8 |
| Lu | 0,05 | 0,39 | 0,019 | 0,60 | 0,032±0,005 | 0,45 |
| Hf | 0,40 | 3,02 | 0,17 | 5,4 | 0,26±0,07 | 3,6 |
| Ta | 0,094 | 0,70 | 0,015 | 0,46 | 0,046±0,01 | 0,64 |
| Au | 0,017 | 0,13 | 0,019 | 0,61 | 0,018±0,003 | 0,25 |
| Th | 0,87 | 6,5 | 0,45 | 14,0 | 0,62±0,1 | 8,5 |
| U | 0,46 | 3,4 | 0,31 | 9,7 | 0,37±0,08 | 5,1 |
| A ^d , % | 13,4 | 100 | 3,2 | 100 | 7,3±0,9 | 100 |
| К-во проб | 702 | 702 | 1225 | 1225 | 1927 | 1927 |

Примечание: – нет данных; * – пересчитано на золу. Содержание элементов дано в г/т, A^d и содержание Na, Fe и Ca. даны в

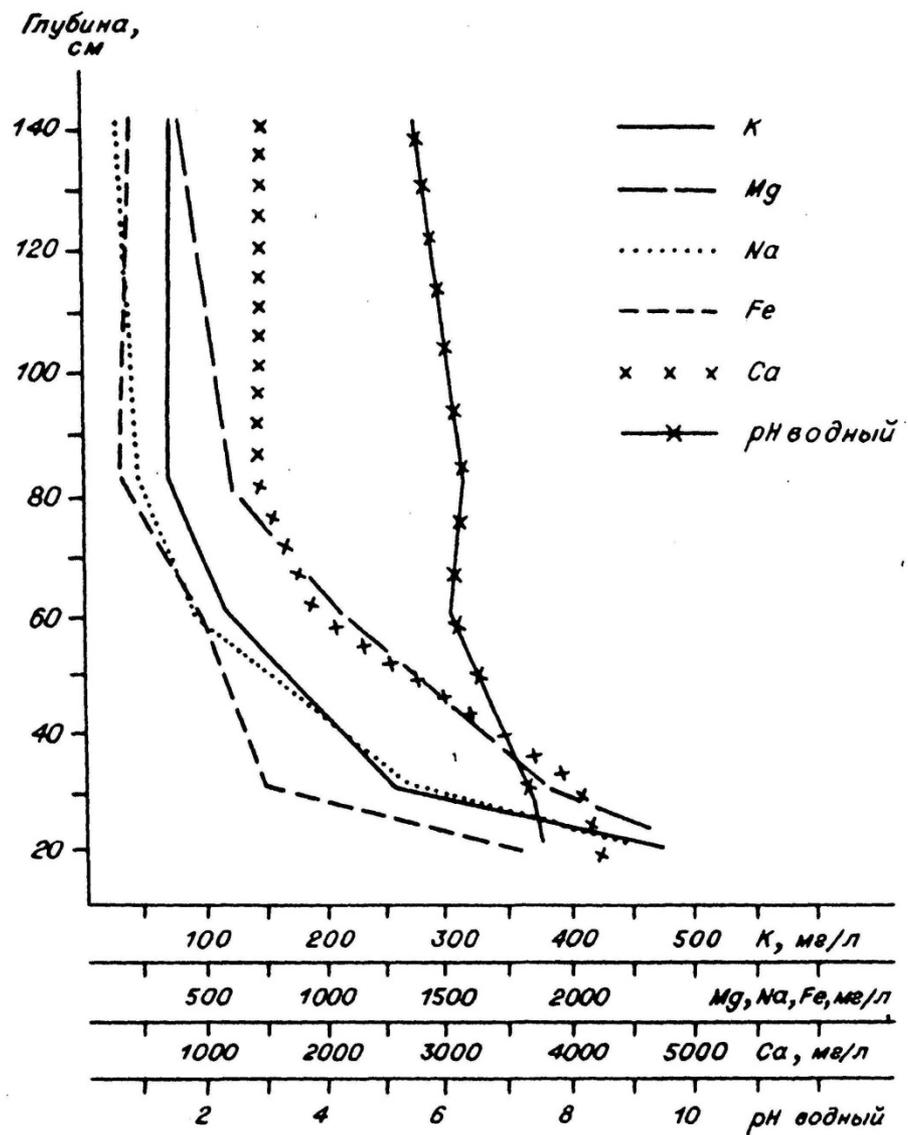


Рис. 8. Содержание макроэлементов в верхнем (0-10 см) слое почв низинного, типа в зависимости от мощности органогенного профиля.

По В.К. Бахнову, 1986

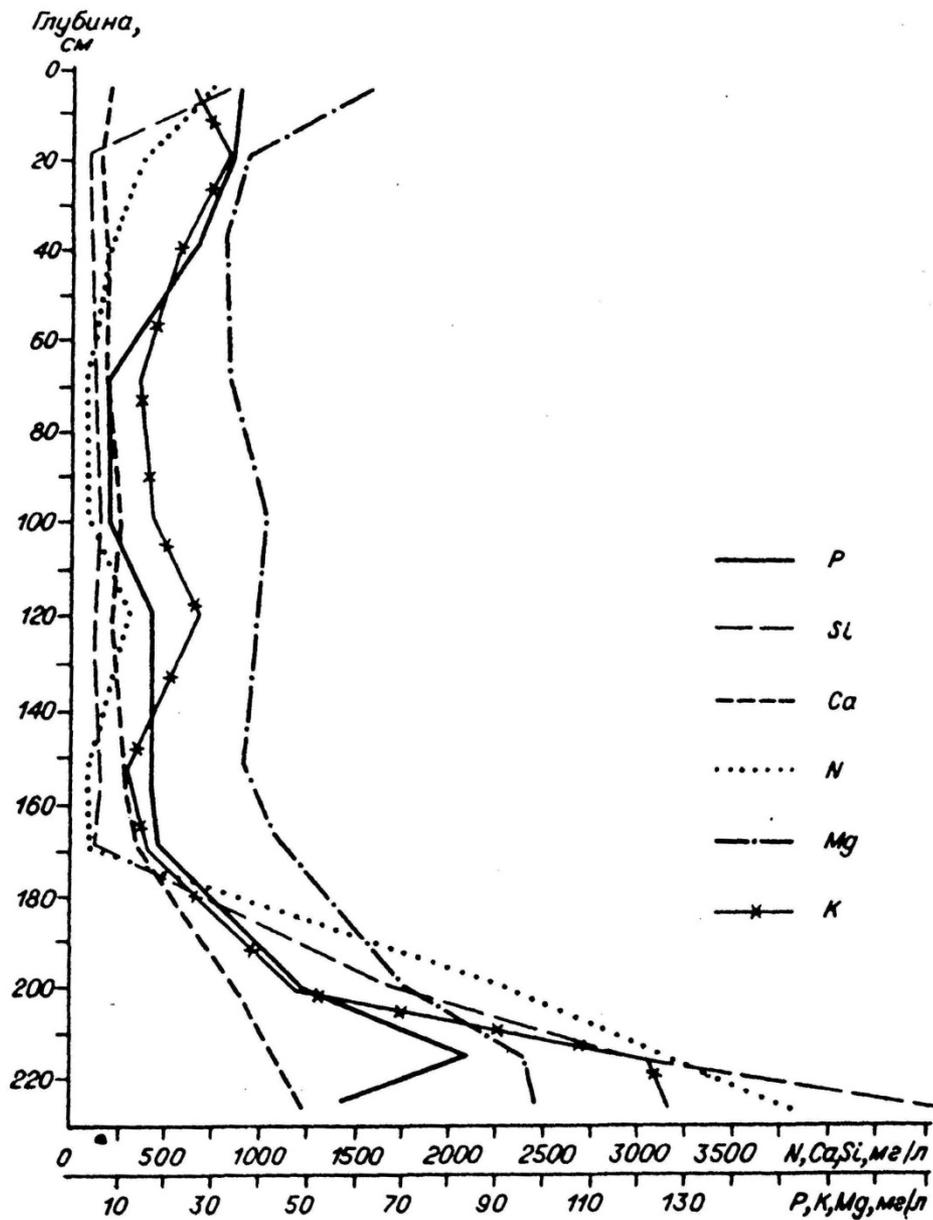
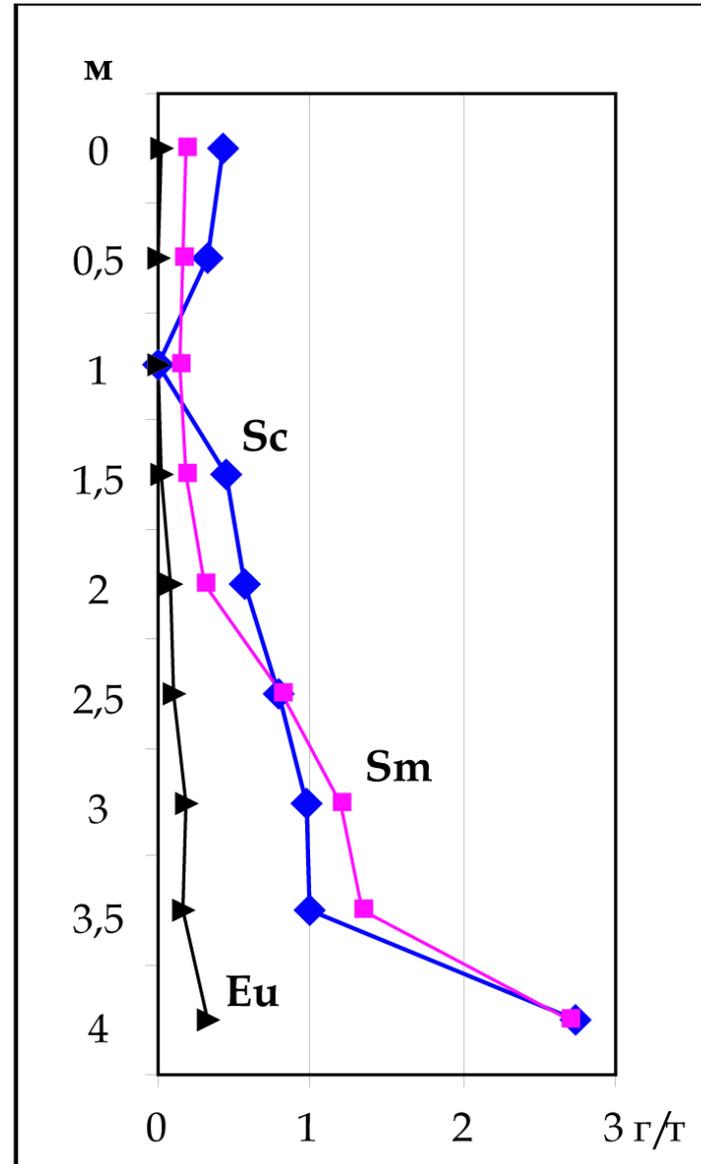
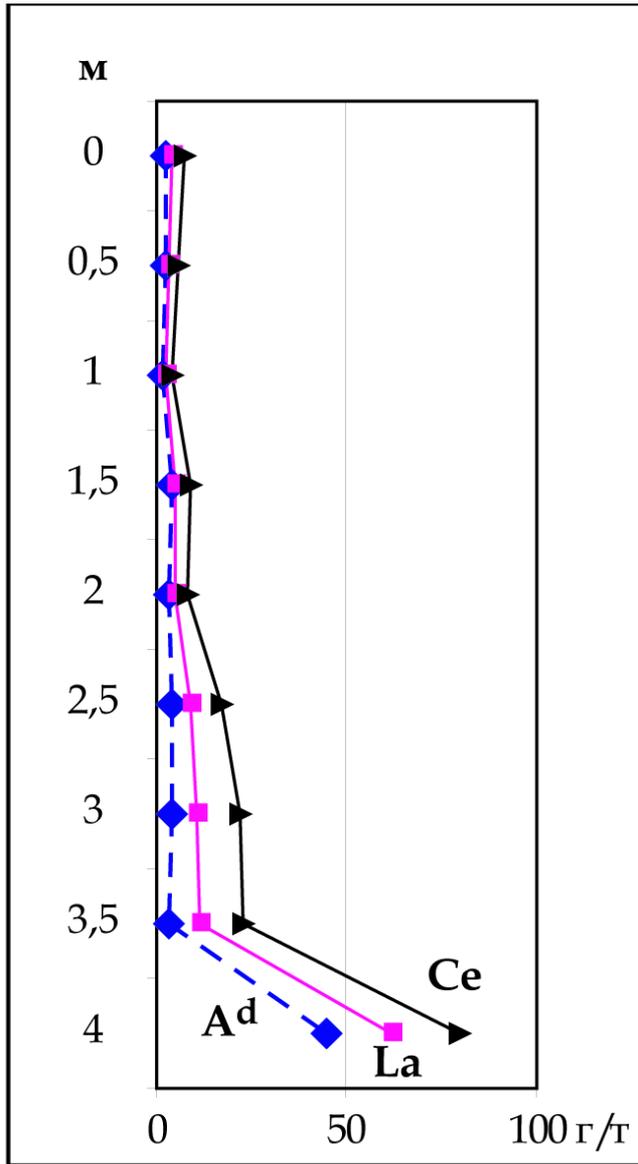


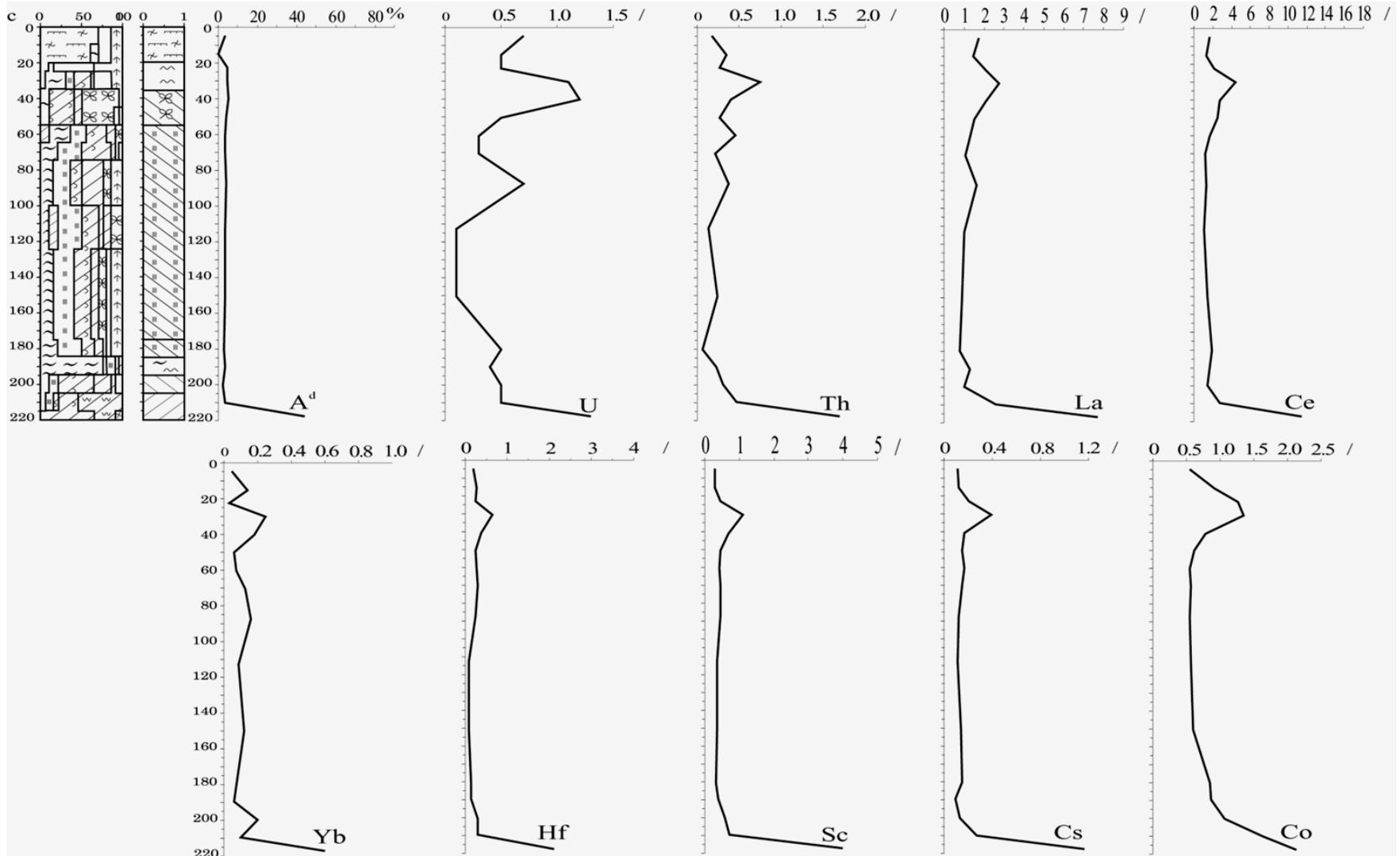
Рис. 10. Распределение концентраций некоторых биогенных элементов в органогенном профиле болотной почвы.

По В.К. Бахнову, 1986

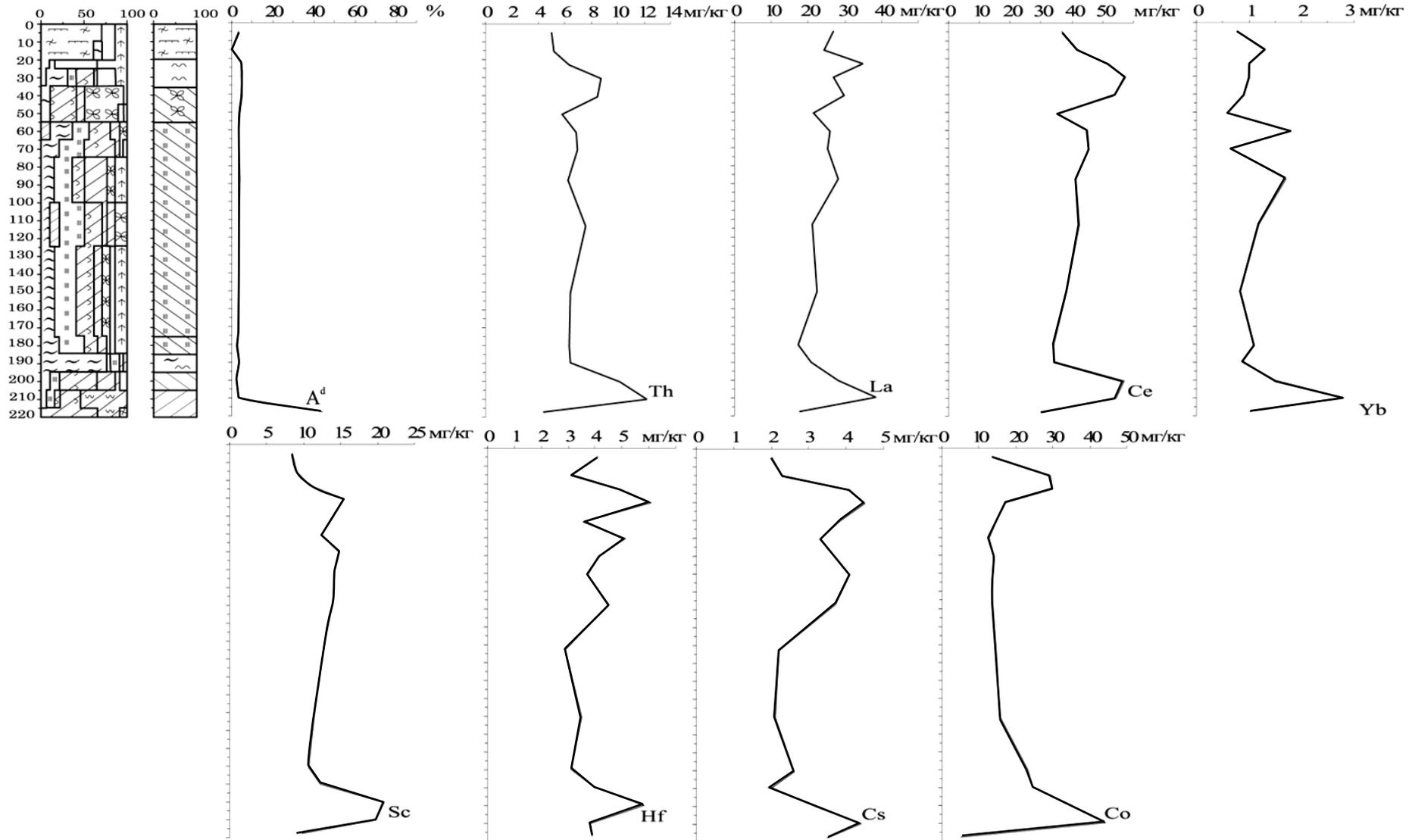
Распределение лантана, церия, европия, скандия и зольности в разрезе торфяной залежи месторождения "Чистое"



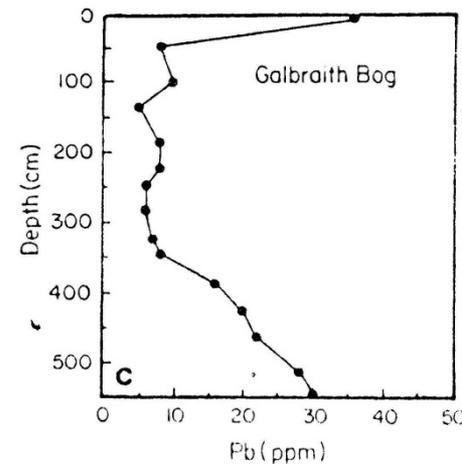
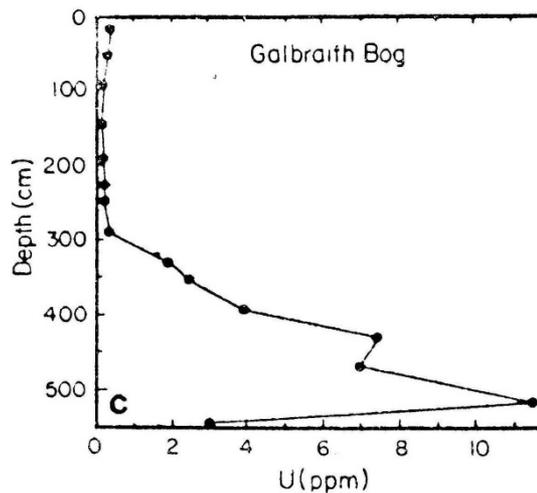
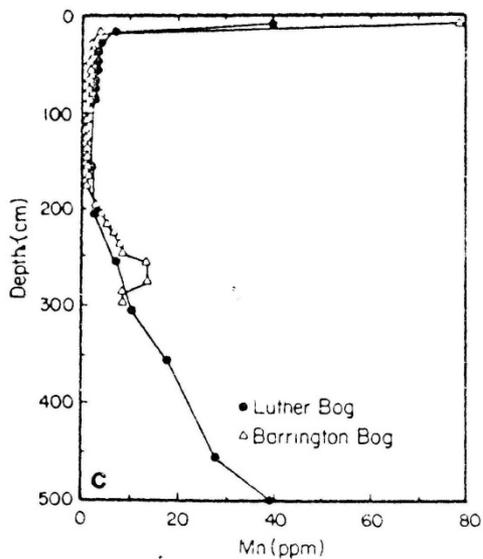
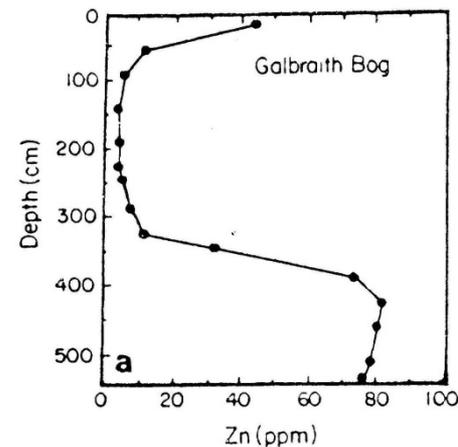
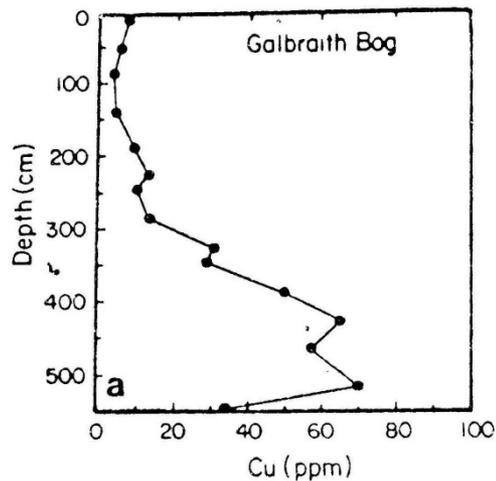
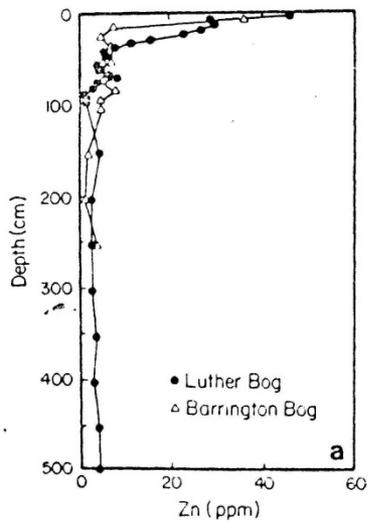
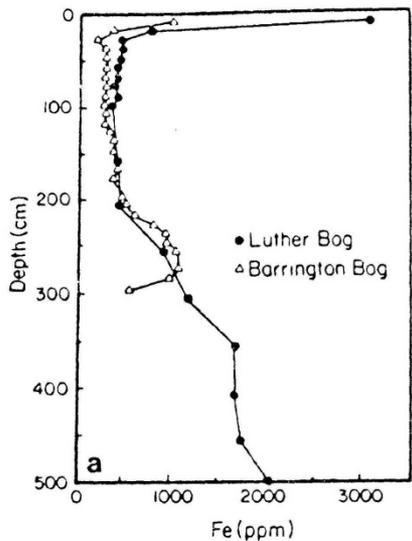
Распределение редких элементов в разрезе торфяной залежи верхового типа



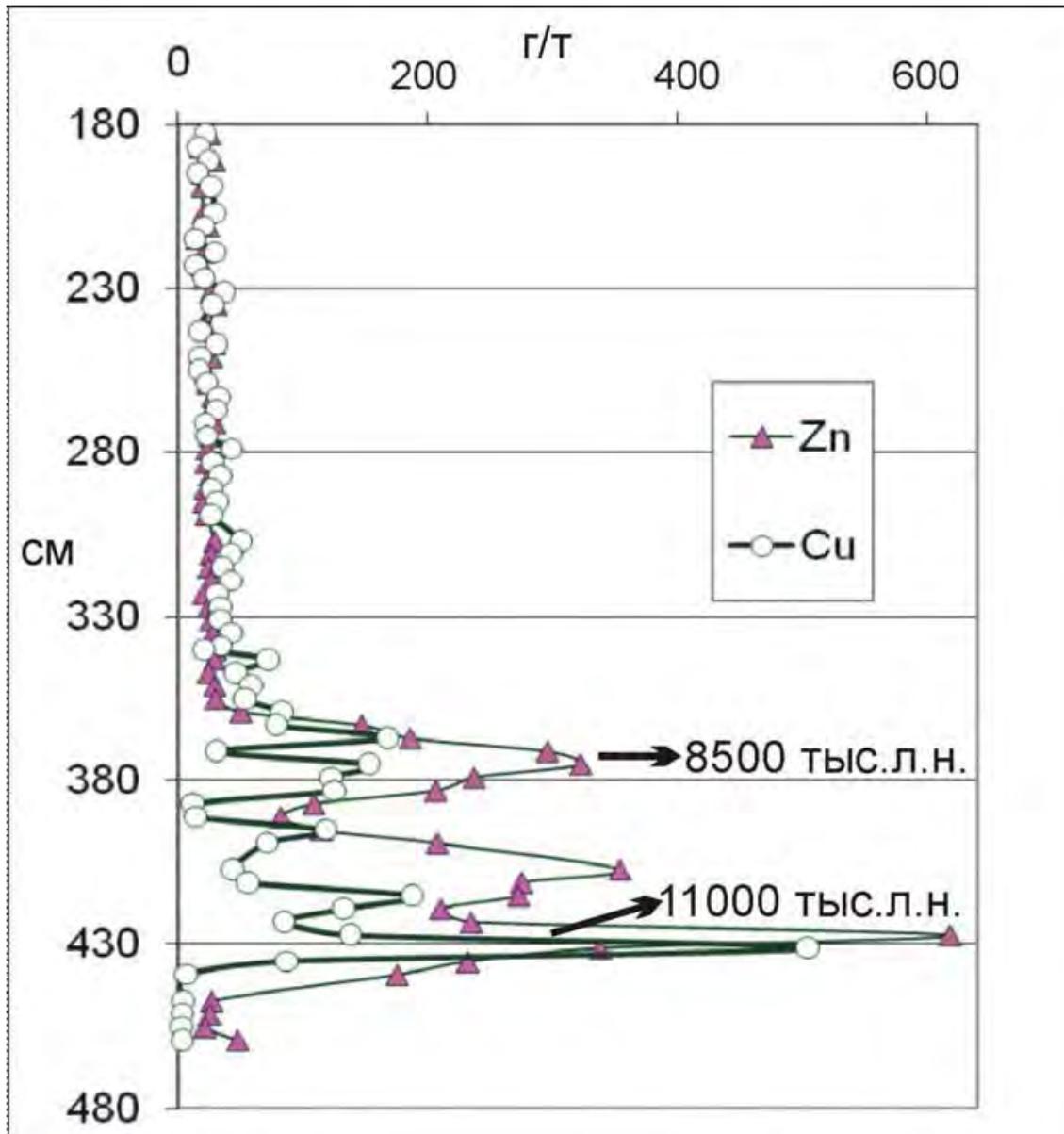
Распределение редких элементов в разрезе торфяной залежи верхового типа (зола торфа)



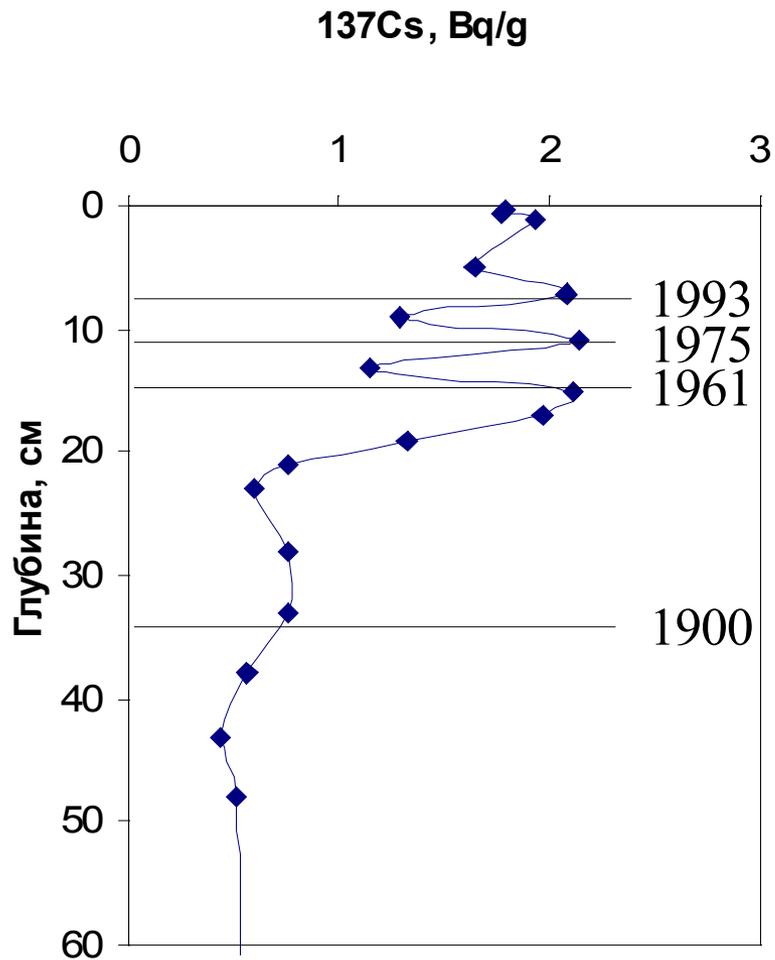
Распределение некоторых металлов в вертикальном профиле торфяных месторождений Канады (Shotyk, 1990)



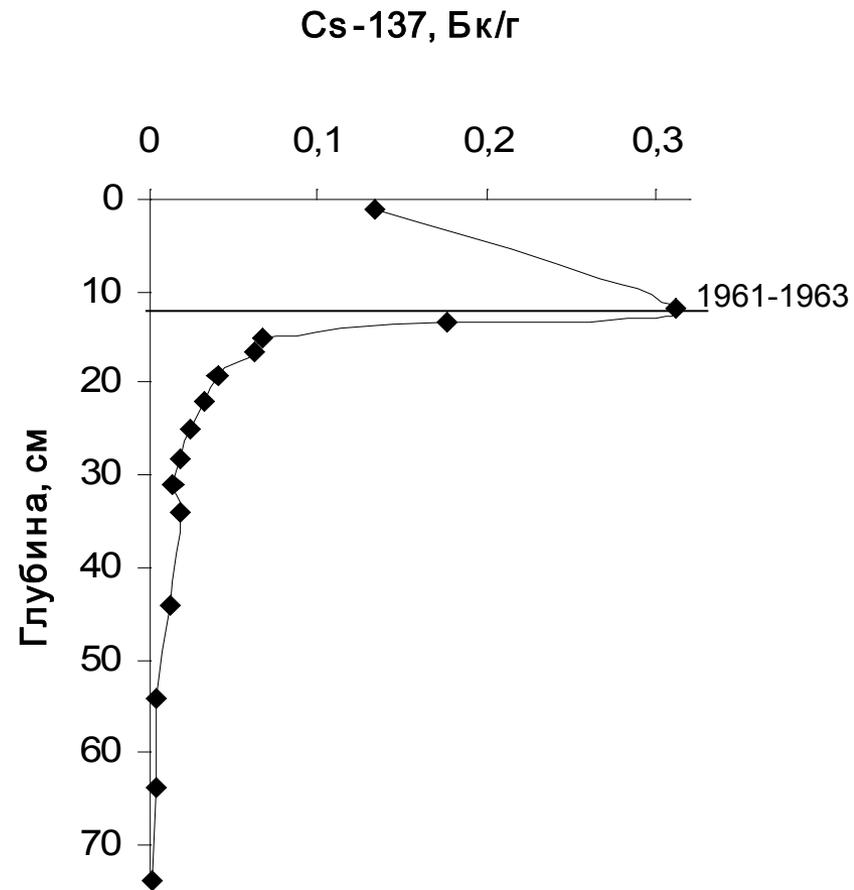
Распределение Zn и Cu по вертикали торфяника Выдринского болота на глубине 180-480 см. (Богуш, Леонова, Бобров и др., 2012)



Распределение Cs-137 в профиле торфяников Петропавловский рям и Кирсановское



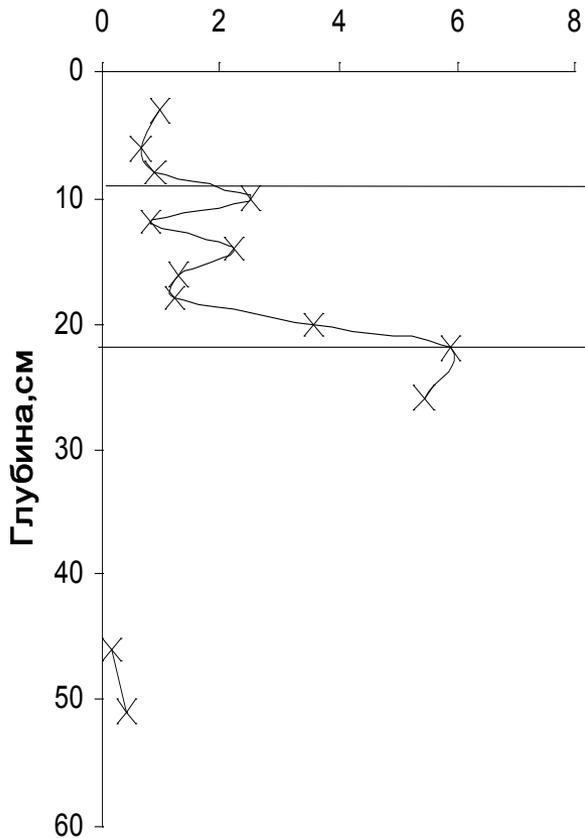
Петропавловский рям



Кирсановское (по данным Гавшина В.
М., 2003)

Распределение изотопов плутония в профиле торфяника Петропавловский Рям

Pu-238, мБк/кг



Pu-239, мБк/кг

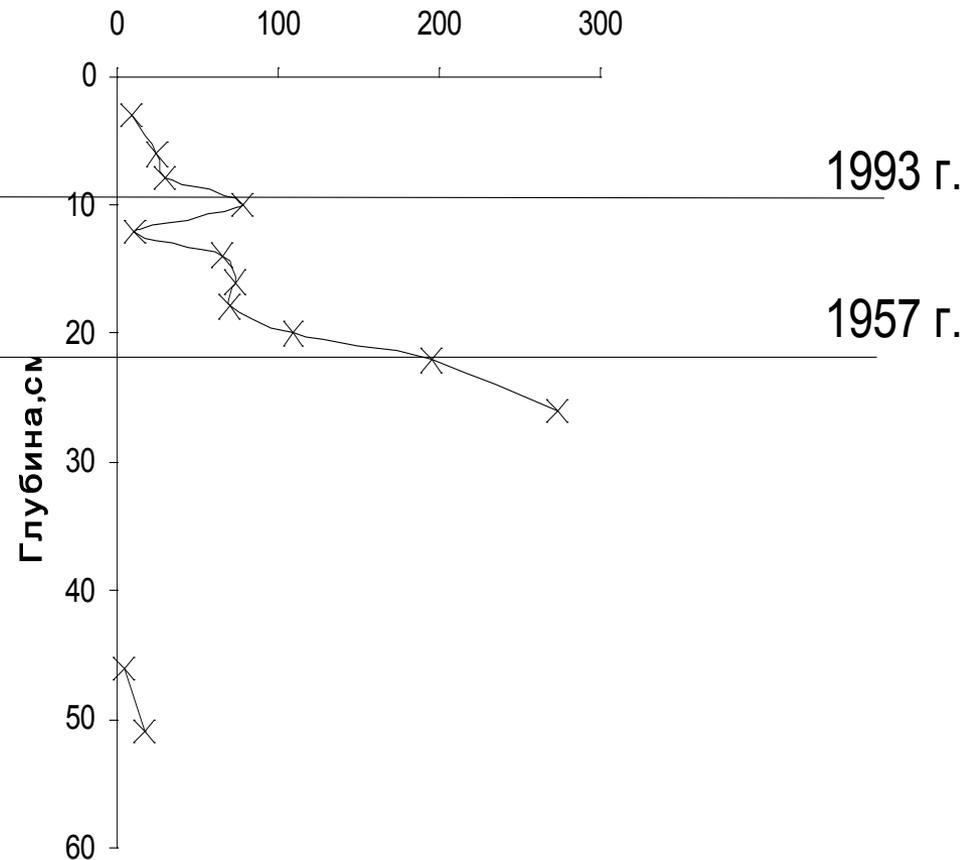
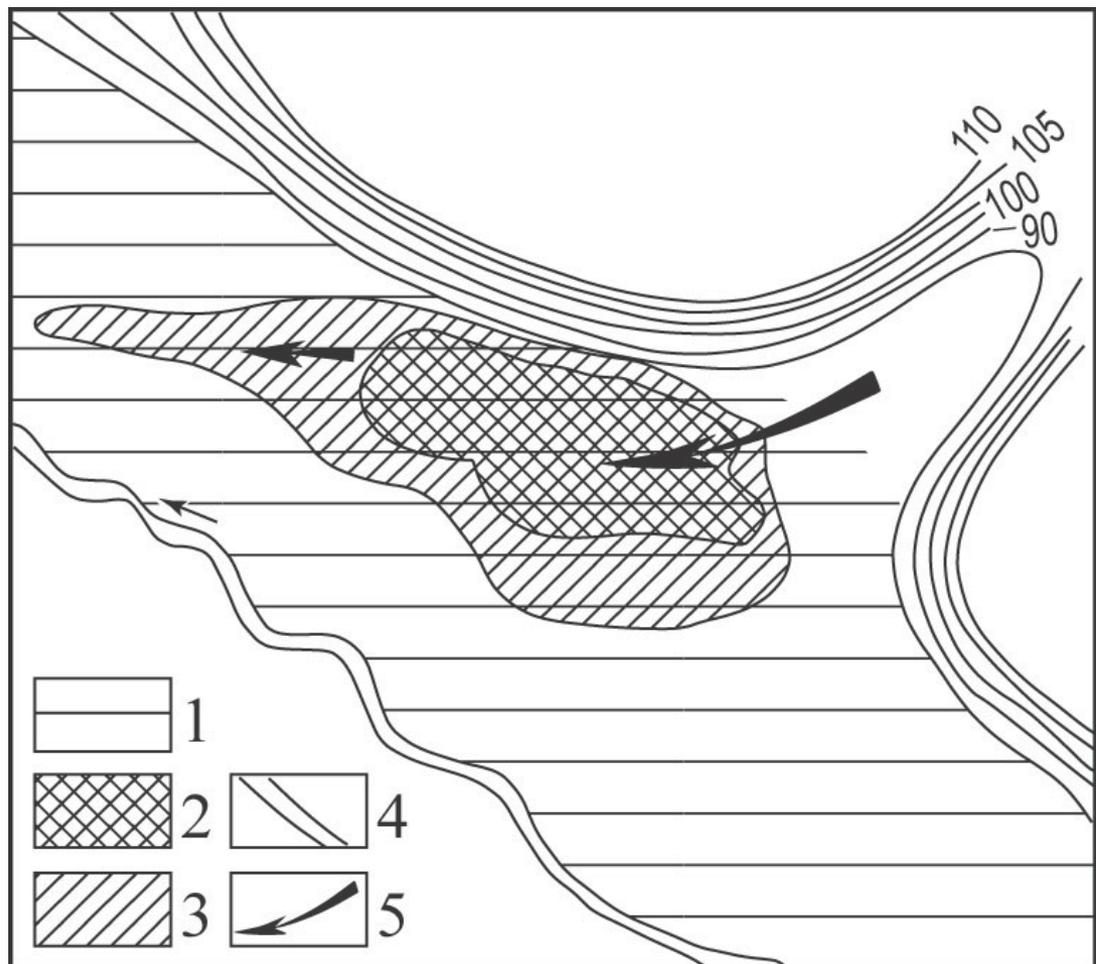


Схема размещения уранового оруденения в торфяном массиве (по А.В. Коченову).

- 1 – торф;
- 2 – богатое оруденение;
- 3 – ореол рассеяния;
- 4 – изогипсы рельефа;
- 5 – направления
основных потоков
внутризалежных
грунтовых вод.



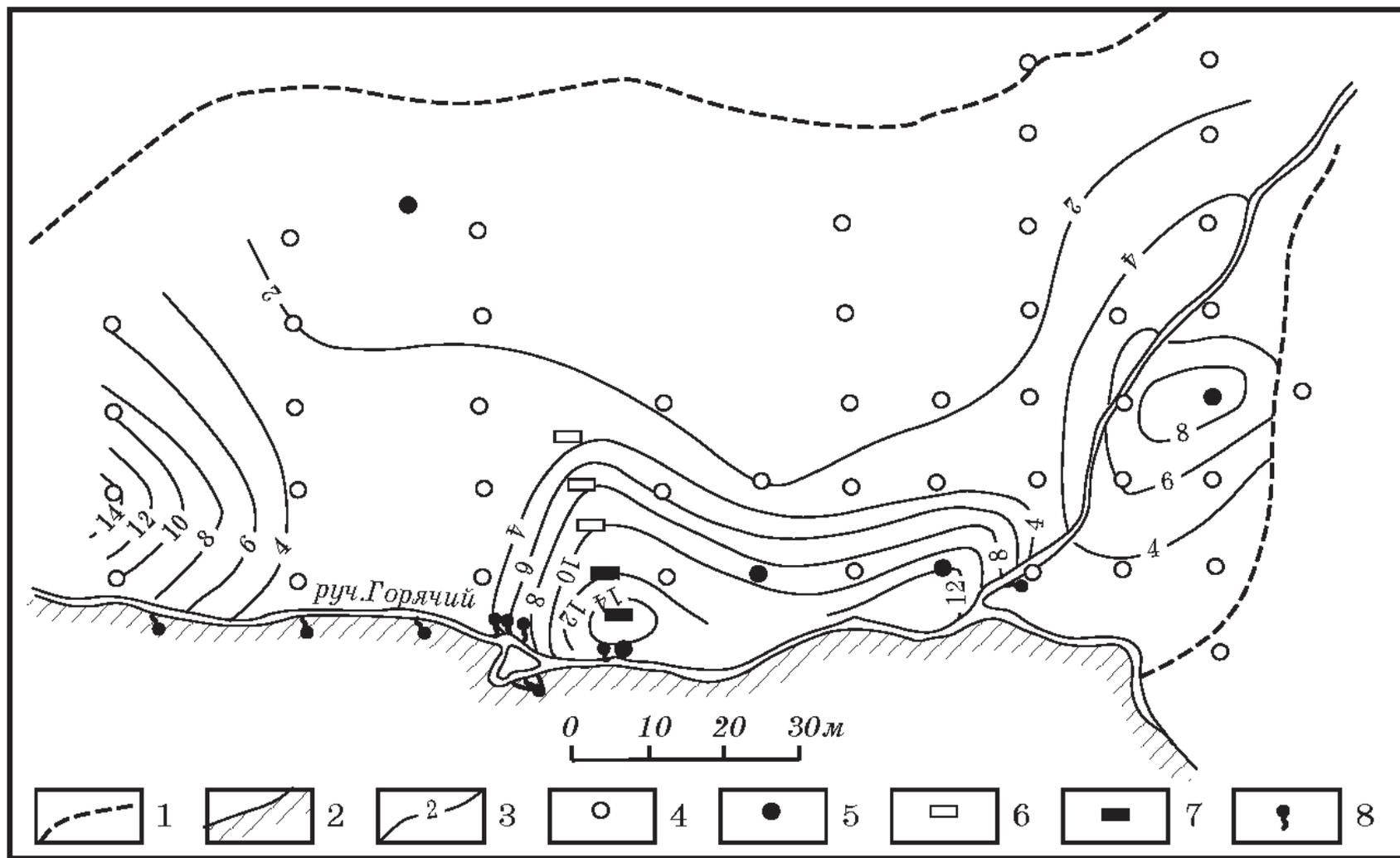
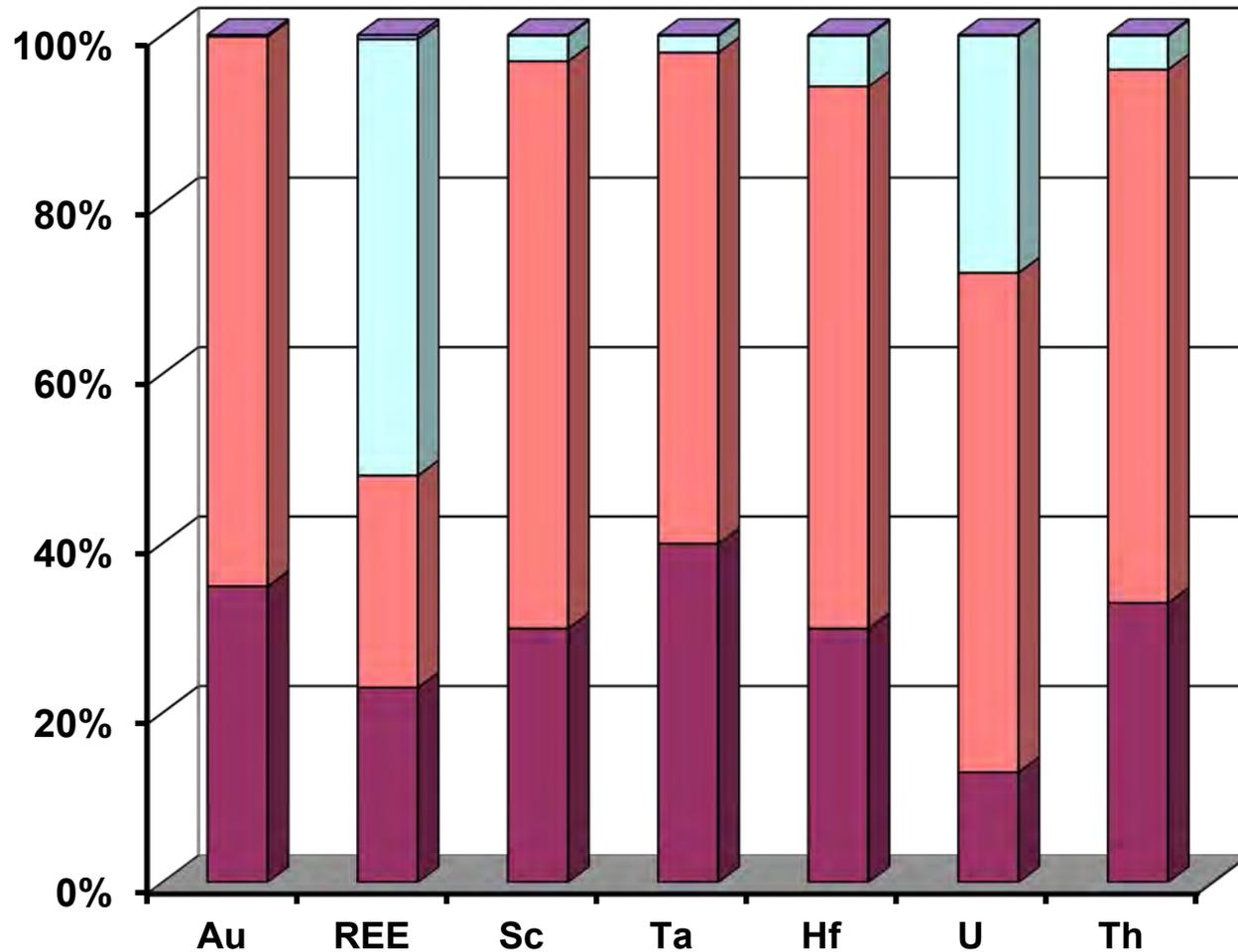


Рис. 4.10. Распределение германия по площади торфяной залежи в районе источника Котел в Налычевской депрессии (Камчатка) (по Костину, Мейтову, 1972)

1 – граница торфяного болота; 2 – отложения горячих источников; 3 – изолинии содержания германия в расчете на полную мощность торфяной залежи в г/т торфа; 4 – скважины ручного бурения; 5 – то же с повышенной (30 – 60°C) температурой торфа в низах залежи; 6 – шурфы; 7 – то же с повышенной температурой фильтрующихся вод; 8 – выход горячих источников.

Распределение редких элементов по фракциям группового состава торфа



■ Остаток

■ ГК+ФК

■ ВРВ и ЛГВ

■ битум

Выход скандия во фракции группового состава торфа

| Групповой состав торфа | Выход фракций, % | Содержание Sc, г/т | Выход Sc во фракции, % |
|---|------------------|--------------------|------------------------|
| 679-2 (Полуденовское) | | | |
| Исходный торф | 100 | 0,62 | 100 |
| Бензольный битум | 7,5 | <0,01 | 0,1 |
| Водорастворимые и легкогидролизуемые вещества | 38,6 | 0,039 | 2,4 |
| Гуминовые кислоты | 16,7 | 1,78 | 47,5 |
| Фульвокислоты | 15,2 | 0,94 | 22,8 |
| Нерастворимый остаток | 22,0 | 0,77 | 27,2 |
| 397-11 (Васюганское-11) | | | |
| Исходный торф | 100 | 0,79 | 100 |
| Бензольный битум | 5,0 | 0,031 | 0,1 |
| Водорастворимые и легкогидролизуемые вещества | 33,0 | 0,062 | 2,2 |
| Гуминовые кислоты | 33,4 | 1,73 | 61,5 |
| фульвокислоты | 8,6 | 0,93 | 8,5 |
| Нерастворимый остаток | 20,0 | 1,3 | 27,7 |
| 902 (Гусевское) | | | |
| Исходный торф | 100 | 1,0 | 100 |
| Бензольный битум | 1,7 | 0,043 | 0,1 |
| Водорастворимые и легкогидролизуемые вещества | 40,6 | 0,048 | 1,9 |
| Гуминовые кислоты | 26,1 | 1,88 | 49,0 |
| фульвокислоты | 19,5 | 1,37 | 26,7 |
| Нерастворимый остаток | 12,1 | 1,84 | 22,2 |

Содержание золота в торфах, золах торфов и извлеченных из них
гуминовых веществах

| Месторождение | Содержание золота, г/т | | | | КК |
|-----------------|------------------------|-------|------------|-------------|------|
| | торф | ГК | Зола торфа | Зола ГК | |
| Полуденовское | 0,0023 | 0,037 | 0,16 | 6,1 | 16,1 |
| Березовая Грива | 0,011 | 0,020 | 0,24 | 1,8 | 1,8 |
| Васюганское-9 | 0,0022 | 0,020 | 0,11 | 26,4 | 9,1 |
| Васюганское -11 | 0,0044 | 0,028 | 0,10 | 5,8 | 6,4 |
| Гусевское | 0,005* | 0,12* | 0,062 | 12,0 | 24,0 |
| среднее | 0,005 | 0,045 | 0,13 | 10,4 | 9,0 |

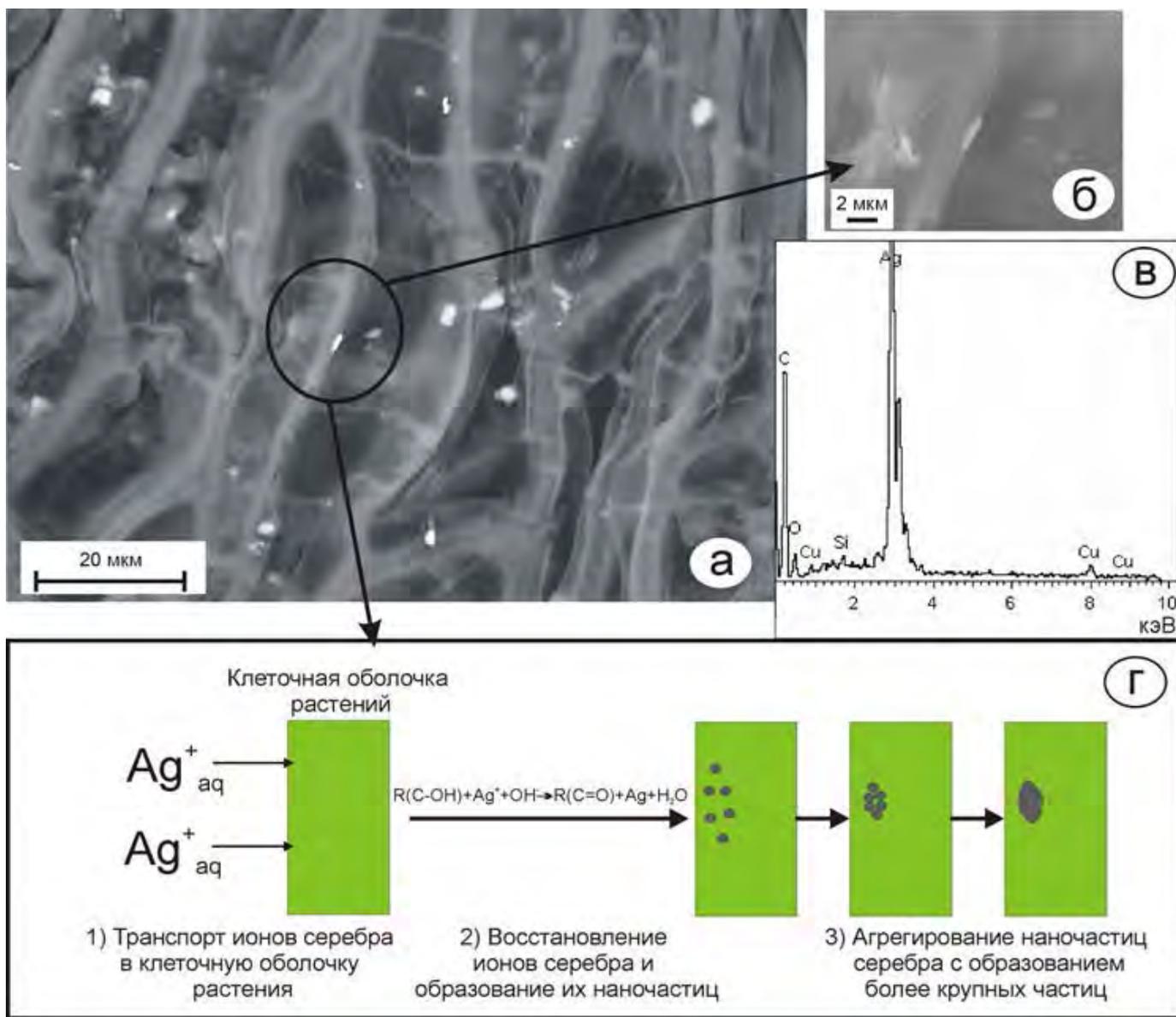
Выход скандия во фракции группового состава торфа

| Групповой состав торфа | Выход фракций, % | Содержание Sc, г/т | Выход Sc во фракции, % |
|---|------------------|--------------------|------------------------|
| Верховой тип торфа (13 проб) | | | |
| Исходный торф | 100 | 0,62 | 100 |
| Бензольный битум | 4,2 | 0,07 | 0,5 |
| Водорастворимые и легкогидролизуемые вещества | 45,5 | 0,16 | 12,5 |
| Гуминовые кислоты | 14,1 | 1,79 | 42,2 |
| Фульвокислоты | 17 | 0,53 | 14,9 |
| Нерастворимый остаток | 19,2 | 0,94 | 29,8 |
| Низинный и переходный тип торфа (6 проб) | | | |
| Исходный торф | 100 | 1,06 | 100 |
| Бензольный битум | 4 | 0,06 | 0,2 |
| Водорастворимые и легкогидролизуемые вещества | 33 | 0,14 | 4,4 |
| Гуминовые кислоты | 32 | 2,00 | 60,4 |
| Фульвокислоты | 16 | 0,64 | 9,7 |
| Нерастворимый остаток | 15 | 1,80 | 25,5 |

Содержание скандия в торфе, золе торфа и в извлеченных из торфа гуминовых веществах

| месторождение | Содержание скандия, г/т | | | | КК | КК _з |
|-----------------|-------------------------|------|------------|---------|-----|-----------------|
| | торф | ГК | Зола торфа | Зола ГК | | |
| Полуденовское | 0,62 | 1,78 | 24,3 | 104 | 2,9 | 4,3 |
| Васюганское-9 | 0,34 | 1,03 | 16,5 | 157 | 3,0 | 9,5 |
| Васюганское -11 | 0,79 | 1,73 | 11,5 | 84,8 | 2,2 | 7,4 |
| Березовая Грива | 1,55 | 3,80 | 19,6 | 340* | 2,5 | 17,6 |
| Гусевское | 1,0 | 1,88 | 6,7 | 99,9 | 1,9 | 14,9 |
| Айгарово 1В | 0,32 | 1,56 | 15,4 | 108 | 4,9 | 7,0 |
| Айгарово 2В | 0,27 | 1,60 | 15,0 | 92,6 | 5,9 | 6,2 |
| Айгарово 3В | 0,5 | 1,29 | 15,4 | 79,1 | 2,6 | 5,1 |
| Айгарово 1Н | 0,87 | 1,73 | 22,6 | 135 | 2,0 | 6,0 |
| Айгарово 2Н | 0,65 | 1,88 | 18,5 | 130 | 2,9 | 7,0 |
| Айгарово 3Н | 2,3 | 3,43 | 17,6 | 68,2 | 1,5 | 3,9 |
| Васюганское 1 | 0,32 | 1,75 | 16,6 | 40,8 | 5,5 | 2,5 |
| Васюганское 2 | 0,81 | 1,58 | 18,8 | 74,8 | 2,0 | 4,0 |
| Васюганское 3 | 0,77 | 1,40 | 14,4 | 72,1 | 1,8 | 5,0 |
| Васюганское 4 | 0,93 | 1,51 | 12,9 | 73,2 | 1,6 | 5,7 |
| Васюганское 5 | 0,59 | 1,94 | 17,8 | 91,2 | 3,3 | 5,1 |
| Васюганское 6 | 1,23 | 1,94 | 15,9 | 20,7 | 1,6 | 1,3 |
| Васюганское 7 | 0,43 | 1,96 | 29,6 | 92,4 | 4,6 | 3,1 |
| Колпашевское | 1,2 | 1,51 | 19,5 | 151 | 1,3 | 7,7 |
| среднее | 0,78 | 1,84 | 18,4 | 106 | 2,4 | 5,8 |

Примечание: КК – коэффициент концентрации (отношение содержания элемента в ГК к содержанию в торфе); КК_з – зольный коэффициент концентрации (отношение содержания элемента в золе гуминовых кислот к содержанию в золе исходного торфа); * - пересчитано на золу; н.д. - нет данных



Формирование самородного серебра в клеточной стенке сфагнома. Примечание: а – СЭМ-снимок сфагнома с микрочастицами серебра; б – СЭМ-снимок микрочастицы серебра в режиме вторичных электронов; в – энергодисперсионный спектр микрочастиц серебра; г – схема образования микрочастиц серебра в клеточной стенке сфагнома.