

Э. ИЛЬВЕС, АЙНО САРВ

СТРАТИГРАФИЯ И ХРОНОЛОГИЯ ОЗЕРНО-БОЛОТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БОЛОТА КАЛИНА

Общая характеристика

Болото Кáлина (в 14 км к юго-западу от г. Йыхви) расположено на водораздельном участке Йыхвиской возвышенности (Северо-Восточная Эстония) на высоте около 70 м над уровнем моря. Из общей площади (1210 га) большая, центральная часть, принадлежащая к верховому типу, окружена переходным и низинным болотами (Вебер и др., 1961). Средняя мощность торфяной залежи 3,1 м.

Болото осушено. Малоразложившийся фускум- и пушицево-сфагновый торф находит применение в качестве подстилки. Таким образом, естественный растительный покров болота нарушен. Окружность изученного разреза покрыта мхом *Sphagnum fuscum* и кустарником *Calluna vulgaris*. На окраинах болота встречается ассоциация *Pinus silvestris*, *Calluna vulgaris*, *Sphagnum fuscum*, которая у самого края болота переходит в ассоциации, характерные для переходного и низинного болот.

Стратиграфия

Образцы для определения возраста торфа (методом C^{14}), а также для спорово-пыльцевого и ботанического анализов были отобраны вручную из вертикальной стены шурфа, заложенного на расстоянии 1 м от продольной стены осушительной канавы, расположенной на южной окраине болота. Верхний слой торфа мощностью 25 см, в котором наблюдались признаки перемешивания, был удален. Методика отбора образцов более подробно описана в наших предыдущих работах (Валк и др., 1966; Ильвес и др., 1968).

Согласно ботаническому анализу, выполненному сотрудниками Управления геологии Совета Министров Эстонской ССР Х. и Ю. Алликвэз, разрез имеет следующее строение:

0—0,15 м — фускум-торф, степень разложения 30% (Sf 70, Sm 20, Er 10%);

0,15—1,10 м — пушицево-сфагновый торф, степень разложения 35—45% (L 5, Ec 10—15, Er 35—60, Sf 20—35, Sm 10, Ssp 5—10%);

1,10—1,95 м — фускум-торф, степень разложения 25% (Sf 60—90, Ssp 5—10, Er 10—20, Ec 5—10%);

1,95—2,00 м — сосново-сфагновый торф, степень разложения 30% (L 20, Er 15, Sf 50, Sm 10, Ec 5%);

2,00—2,05 м — древесно-пушицевый торф, степень разложения 30% (L 20, Er 35, Sf +, Ssp 20, Ph 25%);

2,05—2,30 м — древесно-тростниковый торф, степень разложения 35% (L 15—30, Er 10—25, Ph 30—50, S 10—15%);

2,30—2,35 м — сфагновый торф, степень разложения 35% (Ph 20, Scont 50, Ssp 25, Er 5%);

2,35—2,40 м — тростниково-сфагновый торф, степень разложения 30—35% (Ph 50,

- Scont 20, Ssp 15, H +, Men 5%);
 2,40—2,50 м — древесно-тростниковый торф, степень разложения 30—35% (L 25—30, Ph 50, Schz 5—10, H 10%);
 2,50—2,65 м — тростниковый торф, степень разложения 25—30% (Ph 40—50, Schz 20, H 20—25, Eq 10, St 5—10%, Sc +);
 2,65—2,70 м — тростниково-гипновый торф, степень разложения 25% (Ph 40, Schz 20, H 30, St 5, Sc 5%);
 2,70—2,75 м — торфянистый сапропель (Ph +, Eq +);
 2,75—2,90 м — сапропель коричневый, плотный;
 2,90—3,02 м — сапропель светло-оливковый с содержанием алевроита;
 3,02 м — морена.

Спорово-пыльцевой анализ разреза и маркирование стратиграфических подразделений выполнены в Институте геологии АН ЭССР. Анализ проведен через каждые 5 см. Количество подсчитанных пыльцы и спор в образце 250—300. На спорово-пыльцевой диаграмме разреза (рис. 1), которая во многом сходна со средней спорово-пыльцевой диаграммой Северо-Восточной Эстонии (Zirna, Pirrus, 1961), голоцен подразделяется по схеме Т. Нильссона (Nilsson, 1961).

Радиоуглеродные датировки образцов разреза выполнены в лаборатории геобиохимии Института зоологии и ботаники АН ЭССР. При вычислении возраста использовалось значение полураспада C^{14} 5568 ± 30 лет, за начало летоисчисления принят 1950-й год.

Радиоуглеродные датировки разреза болота Кáлина

Периоды развития климата по Блитту—Сернандеру	Фазы развития лесов по Т. Нильссону		Возраст (лет назад)	Лабораторный номер образца
	Nilsson, 1935	Nilsson, 1961		
Субатлантический	I	SA 2	— 1415 ± 125	ТА-143
	II	SA 1	— 2905 ± 65	ТА-155
Суббореальный	III	SB 2	— 3520 ± 65	ТА-144
			— 3595 ± 65	ТА-145
	IV	SB 1	— 4660 ± 95	ТА-146
Атлантический			— 4805 ± 65	ТА-147
	V	AT 2	— 4745 ± 95	ТА-148
			— 5395 ± 70	ТА-149
	VI	AT 1	— 6410 ± 70	ТА-150
Бореальный			— 7480 ± 190	ТА-151
	VII	BO 2	— 8040 ± 75	ТА-152
	VIII	BO 1		
Пребореальный	IX	PB	— 9130 ± 135	ТА-153

Результаты радиоуглеродных датировок разреза Кáлина приведены в таблице. Расположение датированных образцов в разрезе показано на рис. 1.

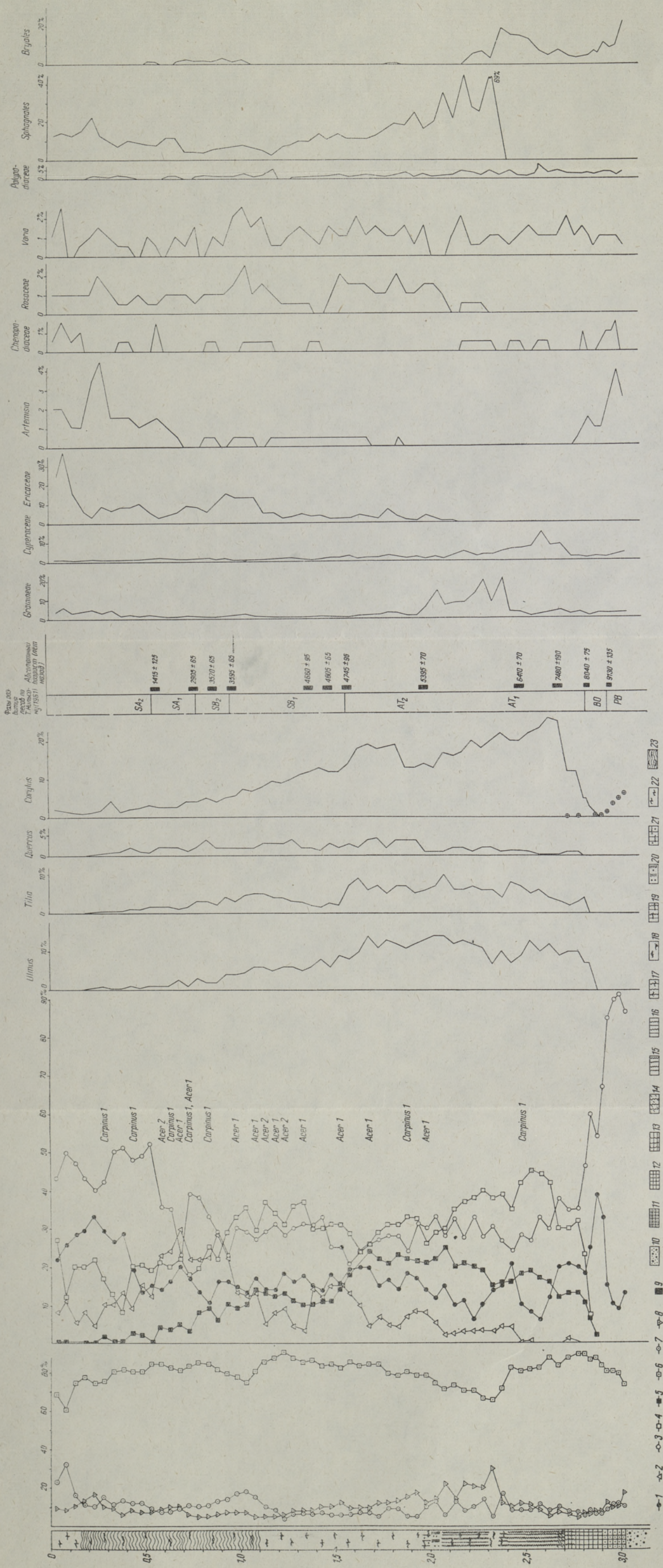


Рис. 1. Спорно-пыльцевая диаграмма болота Калнина.

1 — сосна, 2 — ель, 3 — береза, 4 — ольха, 5 — широколиственные породы, 6 — пыльца древесных пород, 7 — пыльца травянистых пород, 8 — споры, 9 — образцы, по которым определен абсолютный возраст, 10 — морена, 11 — светло-оликовый сапропель с содержанием алевроита, 12 — торфянистый сапропель, 13 — торфянистый сапропель, 14 — торфяниково-глинистый торф, 15 — тростниковый торф, 16 — древесно-тростниковый торф, 17 — тростниково-сфагновый торф, 18 — сфагновый торф, 19 — древесно-сфагновый торф, 20 — сосново-сфагновый торф, 21 — сосново-пушицевый торф, 22 — пушицево-сфагновый торф, 23 — пушицево-сфагновый торф.

По данным спорово-пыльцевого анализа и радиоуглеродной датировки нижнего образца, начало отложения светло-оливкового алевро-тистого сапропеля (интервал 2,90—3,02 м) можно отнести к концу пребореального периода (РВ). В составе пыльцы здесь преобладает пыльца березы (до 90%). Содержание пыльцы сосны — около 10%, пыльцы ивы — до 5%. Среди пыльцы травянистых растений встречается пыльца злаковых, осоковых и полыней.

Максимум пыльцы сосны и резкое уменьшение пыльцы березы приходятся на интервал 2,80—2,90 м. Из широколиственных пород в упомянутом интервале отмечаются единичные зерна пыльцы вяза, появляется пыльца лещины и ольхи. Судя по указанным выше флористическим признакам, этот интервал соответствует бореальному периоду (ВО).

По хорошо выраженному увеличению содержания пыльцы широколиственных пород и ольхи, а также лещины установлен контакт между бореальным (ВО) и атлантическим (АТ) периодом. Атлантический период на спорово-пыльцевой диаграмме Кáлина (интервал 1,55—2,80 м) не подразделяется, поскольку граница между АТ1 и АТ2 нечеткая. В этом интервале кульминируют ольха, лещина, вяз и липа. Одновременно наблюдается падение кривой сосны. Суммарное количество пыльцы широколиственных пород находится в пределах 15—25%. Максимум пыльцы вяза — 14, липы — 10 и дуба — 4%. Характерный признак этого интервала — появление и распространение пыльцы ели. Во второй половине атлантического периода (АТ2) отмечается быстрое изменение состава торфа в связи с появлением и распространением *Sphagnum fuscum*; торфяник приобретает характер сфагнового верхового болота.

Граница между атлантическим (АТ) и суббореальным (SB) периодом относится к уровню, на котором отмечается уменьшение содержания пыльцы широколиственных пород и падение пыльцы вяза и лещины. Для первой половины суббореального периода — SB1 (интервал 1,55—0,95 м) характерно преобладание пыльцы ольхи и березы. Довольно велико содержание пыльцы широколиственных пород и лещины. Границу между SB1 и SB2 следует проводить на уровне, характеризующемся резким подъемом кривой пыльцы ели. Для SB2 (интервал 0,95—0,80 м) характерен максимум пыльцы ели (до 28%).

Контакт между суббореальным (SB) и субатлантическим (SA) периодом на уровне 0,80—0,75 м намечается по заметному уменьшению содержания пыльцы ели и по возрастанию содержания пыльцы березы и сосны. Для первой половины субатлантического периода — SA1 (интервал 0,80—0,55 м) характерно высокое содержание пыльцы ели (до 30%). На уровне 0,55 м состав древесных пород существенно меняется. Преобладает пыльца березы и сосны, а количество пыльцы ели снова заметно уменьшается (зона SA2).

Радиоуглеродные датировки

Из описанного разреза были датированы по радиоуглероду 12 образцов. Возраст нижнего образца (сапропель с глубиной залегания 2,93—2,96 м), приуроченного к контакту между пребореальным и бореальным периодом, определен в 9130 ± 135 лет. Полученная датировка хорошо совпадает с соответствующей датировкой отложений из болота Куйксилла в Южной Эстонии (Валк и др., 1966), а также с большинством датировок, выполненных в Англии (Godwin, Willis, 1961) и Швеции (Nilsson, 1959; Östlund, Engstrand, 1963).

Образец сапропеля, взятый на глубине 2,81—2,84 м, соответствует рубежу между бореальным и атлантическим периодом. Возраст этого образца — 8040 ± 75 лет — хорошо совпадает с датировками максимального развития бореальных сосновых лесов в болотах Куйксилла (8095 ± 75) и Теосааре (8015 ± 80). Следует отметить, что на пыльцевой диаграмме Кáлина максимум пыльцы сосны находится лишь на 6 см ниже датированного уровня.

В наших более ранних работах (Валк и др., 1966; Ильвес и др., 1968) границы между VIII и VII, а также между VII и VI пыльцевыми зонами, по нашему мнению, следует переоценить, поскольку датировки этих границ явно заниженные. Спорово-пыльцевым диаграммам в упомянутых работах такая переоценка не будет противоречить, если границу между бореальным и атлантическим периодом наметить по эмпирической суммарной кривой пыльцы широколиственных пород, которая совпадает с резким подъемом кривой пыльцы ольхи (от 2 до 30% и больше). Учитывая сказанное, можно прийти к заключению, что возраст контакта между бореальным и атлантическим периодом в Куйксилла — 7785 ± 75 , в Теосааре — 7865 ± 75 и в Кáлина, как уже отмечалось, — 8040 ± 75 лет. Эти датировки согласуются с соответствующими датировками, опубликованными другими авторами: 7790 ± 265 лет (Нейштадт и др., 1965), 7900 ± 200 лет (Шулия и др., 1967), 6200 лет до н. э. (Nilsson, 1964) и 5700 лет до н. э. (Sorsa, 1965).

Датировка образца тростниково-гипнового торфа (глубина 2,65—2,70 м), залегающего на сапропеле, по данным пыльцевого анализа показала, что этот слой образовался во время кульминации пыльцы лещины; его возраст определен в 7480 ± 190 лет.

Образец древесно-тростникового торфа (глубина залегания 2,45—2,50 м), маркирующий эмпирическую границу ели и дуба, датируется возрастом в 6410 ± 70 лет.

Возраст рациональной границы ели и начало торфообразования верхового типа — 5395 ± 70 лет — определены по образцу сосново-сфагнового торфа (глубина залегания 1,95—2,00 м).

Большое стратиграфическое значение имеет определение возраста контакта между атлантическим и суббореальным периодом. Образец фускум-торфа (глубина залегания 1,55—1,60 м), приуроченного к контакту в Кáлина, датирован временем 4745 ± 95 лет назад. Соответствующие датировки в Куйксилла — 4955 ± 65 и в Теосааре — 4265 ± 70 лет. Следует отметить, что по сравнению с другими стратиграфическими уровнями упомянутый выше контакт достаточно хорошо датирован. Т. Нильссон в своей работе (Nilsson, 1964) приводит для этого контакта 31 датировку из Западной Европы. Среднее значение этих датировок (в пересчете на значение периода полураспада C^{14} — 5568 ± 30) около 3150 лет до н. э.

Возраст образца фускум-торфа (глубина залегания 1,45—1,55 м) равен 4805 ± 65 годам, т. е. он оказался несколько старше (в пределах однократной статистической ошибки) образца из нижележащего контакта между атлантическим и суббореальным периодом.

В интервале 1,35—1,40 м отмечается уменьшение содержания пыльцы ели до 3%. Возраст образца фускум-торфа, отобранного на этой глубине, равен 4660 ± 95 годам.

По резкому подъему кривой пыльцы ели на глубине 0,95—1,00 м определен контакт между SB 1 и SB 2. Полученная нами датировка — 3595 ± 65 лет — согласуется с соответствующими датировками, приведенными в схеме М. Нейштадта (Нейштадт и др., 1965).

Был также определен по радиоуглероду возраст уровня максимума кривой пыльцы ели ($0,85-0,90$ м). Полученная датировка — 3520 ± 65 лет — несколько отличается от соответствующей датировки отложений болота Теосааре — 3125 ± 70 лет.

Образец пушицево-сфагнового торфа, отобранный на глубине $0,75-0,80$ м, отнесен к контакту между суббореальным и субатлантическим периодом. Возраст этого образца в болоте Кáлина — 2905 ± 65 лет — хорошо согласуется с соответствующими датировками образцов из болот Шуваловского (Нейштадт и др., 1965) и Теосааре (Ильвес и др., 1968), а также с данными, опубликованными в статьях зарубежных авторов (Straka, 1960; Nilsson, 1964; Vasari, 1965).

Самый верхний образец, датированный по C^{14} , был отобран на глубине $0,55-0,60$ м по резкому уменьшению содержания пыльцы ели и по значительному увеличению количества пыльцы березы и сосны. Возраст этого рубежа — 1415 ± 125 лет.

Полученные данные радиоуглеродных датировок и спорово-пыльцевого анализа были применены также для выявления связей между стратиграфией, радиоуглеродным возрастом и скоростью осадконакопления. Для этой цели была использована схема, предложенная Т. Нильссоном (Nilsson, 1964). Согласно этой схеме (рис. 2), на оси абсцисс откладывается исследуемый профиль (обозначения см. на спорово-пыльцевой диаграмме), разделенный на отдельные хронологические фазы развития лесов. На оси ординат нанесены значения радиоуглеродного возраста. В координатах глубина/возраст на схеме точками отмечены радиоуглеродные датировки. Смежные точки, обозначающие возраст датированных образцов, соединены между собой. Выше полученной кривой, над соответствующими стратиграфическими подразделениями, указана скорость осадконакопления ($мм/год$).

Несмотря на то, что скорость осадконакопления зависит от ряда факторов, которые мы не в состоянии полностью учесть, данная схема все же позволяет проследить некоторые явления, имевшие место в голоцене.

Первые органогенные осадки в разрезе болота Кáлина накопились в виде сапропеля в пребореальном периоде. В бореальном периоде средний ежегодный прирост сапропеля достигал примерно $0,11$ мм.

Как уже было отмечено, заболачивание началось в Кáлина в начале атлантического периода. Вычисленная К. Вебером (Veber, 1966) по спорово-пыльцевым данным 30 различных болот Эстонии средняя скорость осадконакопления в этом периоде — $0,38$ мм/год — находится в пределах значений $0,28-1,13$ мм/год.

В суббореальном периоде средняя скорость осадконакопления составляла $0,43$ мм/год. К. Вебер (Veber, 1966) приводит для этого периода значения от $0,40$ до $1,76$ мм/год. Этот интервал профиля представлен верховым торфом. Ход кривой на нашей схеме в данном периоде определен шестью датировками. Из них три (4745 ± 95 , 4805 ± 65 , 4660 ± 95), отнесенные к началу суббореального периода, совпадают в пределах однократной статистической ошибки. Это свидетельствует о большой скорости осадконакопления (в данном случае $2,35$ мм/год). Поскольку скорость осадконакопления в атлантическом периоде значительно ниже, то контакт между атлантическим и суббореальным периодом характеризуется «переломом» кривой. Такие же «переломы» кривых в местах контакта между указанными периодами встречаются и на схемах, составленных по материалам болот Куйксилла (Валк и др., 1967), Улила (не опубликованы) и Агерёда (Nilsson, 1964). Возраст этого контакта в Кáлина — 4745 ± 95 , в Куйксилла — примерно 4955 ± 65 , в Улила — 4905 ± 70 и в Агерёде (Южная Швеция) — 5090 ± 80 (Nilsson, 1964) лет.

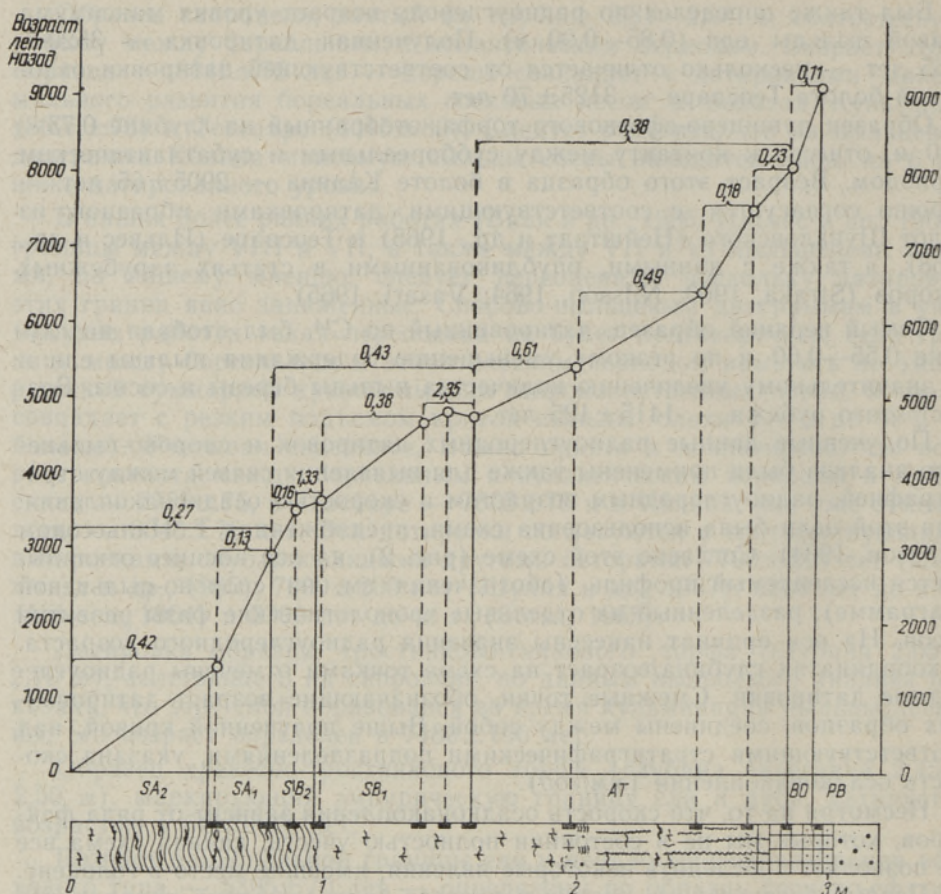


Рис. 2. Схема для выявления связей между стратиграфией, радиоуглеродным возрастом и скоростью осадконакопления.

Условные обозначения см. на рис. 1.

В субатлантическом периоде за 2905 лет отложился примерно 0,80-метровый слой торфа, что соответствует среднему ежегодному приросту 0,27 мм. Так как этот отрезок профиля представлен сильно разложившимся верховым торфом, который в результате гидромелиорационных работ и под напором верхних слоев осел, то приведенные цифры для указанного интервала залежи, по-видимому, занижены и не отражают фактического осадконакопления.

Проведенные нами спорово-пыльцевой анализ и определения по радиоуглероду возраста маркирующих уровней, результаты которых нашли отражение в приложенной к статье диаграмме, являются продолжением совместной работы институтов Геологии и Зоологии и ботаники АН ЭССР по уточнению геохронологии голоцена Эстонской ССР.

Авторы благодарят сотрудников Управления геологии Совета Министров Эстонской ССР Х. и Ю. Алликвэа за выполнение ботанического анализа разреза.

ЛИТЕРАТУРА

- Валк У. А., Ильвес Э. О., Мянниль Р. П. 1966. Датирование фаз развития лесов по C^{14} по материалам болота Куйксилла Южной Эстонии. В сб.: Палинология в геологических исследованиях Прибалтики. Рига.
- Вебер К. Ю., Курм Х. Х., Рятсеп Л. А., Труу А. Ю. 1961. Торфяной фонд Эстонской ССР. Таллин.
- Ильвес Э., Сарв А., Валк У. 1968. Датирование фаз развития голоценовых лесов методом C^{14} по материалу болота Теосааре (Средняя Эстония). Изв. АН ЭССР, Химия * Геология, 17, № 1.
- Нейштадт М. И., Хотинский Н. А., Девирц А. Л., Добкина Э. И. 1965. Шуваловское болото (Ленинградская область). В сб.: Палеогеография и хронология верхнего плейстоцена и голоцена по данным радиоуглеродного метода. М.
- Шулия К. С., Луянас В. Ю., Кибилда З. А., Банис Ю. Ю., Генутене И. К. 1967. Стратиграфия и хронология озерно-болотных отложений котловины озера Бебрукас. Вopr. геол. и палеогеографии четвертичного периода Литвы, Тр. Ин-та геол., вып. 5. Вильнюс.
- Godwin H., Willis E. H. 1961. Cambridge University natural radiocarbon measurements III. Radiocarbon, 3.
- Nilsson T. 1935. Die pollenanalytische Zonengliederung der spät- und postglazialen Bildungen Schonens. Geol. Fören. Förh., 57, H. 3, Nr. 402.
- Nilsson T. 1959. Aktuella utvecklingslinier inom svensk allmän kvartärgeologie. Geol. Fören. Förh., 81, No. 1 (Рец. журнал, Геология, № 10, 19819, 1960).
- Nilsson T. 1961. Ein neues Standardpollendiagramm aus Bjärsjöholmssjön in Schonen. Lunds Univ. Årsskr., N. F., Avd. 2, 56, Nr. 18.
- Nilsson T. 1964. Standardpollendiagramme und C^{14} Datierungen aus dem Ageröds. Mosse. Lunds Univ. Årsskr., N. F., Avd. 2, 59, Nr. 7.
- Sorsa P. 1965. Pollenanalytische Untersuchungen zur spätquartären Vegetations- und Klimaentwicklung im östlichen Nordfinnland, Ann. Bot. Fennici, 2, Nr. 4.
- Straka H. 1960. Spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Rheinlandes auf Grund pollenanalytischer Untersuchungen, Ber. Dtsch. Bot. Ges., 73, H. 8.
- Zirna E., Pirrus R. 1961. Oietolmuanalüüsi tulemustest Kirde- ja Kesk-Eesti holotseenetset setetest. ENSV TA Geoloogia Instituudi Uurimused VII.
- Vasari Y., 1965. Studies on the vegetational history of the Kuusamo district (North East Finland) during the late-quadernary period. III. Maanselänsuo a late-glacial cite in Kuusamo. Ann. Bot. Fennici, 2, No. 3.
- Veber K. 1966. Kui kiiresti kasvab soo? Eesti Loodus, nr. 6.
- Ostlund H. G., Engstrand L. G. 1963. Stockholm natural radiocarbon measurements Y. Radiocarbon, 5.

Институт геологии и Институт зоологии и ботаники
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
22/XI 1968

E. ILVES, AINO SARV

KALINA RABA SOO- JA JÄRVESETETE STRATIGRAAFIA JA KRONOLOOGIA

Eesti NSV-s on senini metsade arenemise faaside vanust dateeritud C^{14} meetodil Kuiksilla soo (Валк и др., 1966) ning Теосааре рaba (Ильвес и др., 1968) setete alusel. Käesolevas esitatakse Kalina raba (Kohtla-Järve raj.) setete absoluutse vanuse, turba botaanilise koostise ja palünoloogilise analüüsi andmed. Proovid võeti raba pinnast kuni mineraalse põhjani ulatuva kaevandi seinast 5 cm paksuste turbakihtidena, kusjuures palünoloogiliseks ja botaaniliseks analüüsiks võeti proovid kihi keskelt. C^{14} meetodil määrati 12 turbaproovi absoluutne vanus (vt. tab. 1).

Kalina raba õietolmu-diagramm (joon. 1) sarnaneb Kirde-Eesti keskmise õietolmu-diagrammiga (Zirna, Pirrus, 1961). Metsade arenemise faasid eristati T. Nilssoni (1961) skeemi järgi. Sama autori skeemi (1964) kasutati ka stratigraafia, C^{14} dateeringute ja turba juurdekasvu kiiruse seose selgitamiseks.

Kalina raba setete palünoloogilise analüüsi ja C^{14} dateeringute põhjal on tähtsamate stratigraafiliste piiride vanus järgmine: SB/SA TA-155; 2905±65; AT/SB TA-148; 4745±95; BO/AT TA-152; 8040±75 ja PB/BO TA-153; 9130±135.

E. ILVES, AINO SARV

DIE STRATIGRAPHIE UND CHRONOLOGIE DER ORGANISCHEN ABLAGERUNGEN IM HOCHMOOR KALINA

In Estland ist bisher die postglaziale Waldentwicklung im Lichte der C^{14} Datierungen aus dem Moor Kuiksilla (Валк и др., 1966) und dem Hochmoor Teosaare (Ильвес и др., 1968) durchgeführt worden.

Im Artikel werden die Ergebnisse der botanischen, pollenanalytischen und radiometrischen (C^{14} Methode) Untersuchungen der organischen Ablagerungen aus dem Hochmoor Kalina, welches 14 km südöstlich von der Stadt Jõhvi liegt, zusammengefaßt.

Die Proben, deren Schichtstärke 5 cm betrug, wurden einer von der Mooroberfläche bis zum mineralischen Untergrund reichenden Stichwand entnommen. Aus dem Mittelteil jeder Probe wurde ein Teil für die Pollenanalyse und für die botanische Analyse herausgeschnitten.

Insgesamt wurden aus dem Profil Kalina 12 Proben datiert (Tab. 1).

Das Pollendiagramm des Profils Kalina (Abb. 1) ist dem Standardpollendiagramm Nordost-Estlands (Zirna, Pirrus, 1961) in vielem ähnlich. Die Zonengliederung ist nach T. Nilsson (1961) ausgeführt worden.

Zur Aufklärung der Beziehungen zwischen der Stratigraphie, dem C^{14} Alter und der Bildungsgeschwindigkeit der Ablagerungen haben wir das von T. Nilsson (1964) vorgeführte Schema verwendet.

Gestützt auf die C^{14} Bestimmungen und auf die Pollenanalyse werden den Pollenzonengrenzen folgende Jahreszahlen gegeben: Grenze Subboreal—Subatlantikum SB/SA TA-155; 2905 ± 65 ; Grenze Atlantikum—Subboreal AT/SB TA-148; 4745 ± 95 ; Grenze Boreal—Atlantikum BO/AT TA-152; 8040 ± 75 ; Grenze Präboreal—Boreal PB/BO TA-153; 9130 ± 135 .