

*Т. С. Шелехова, О. В. Васько, И. Н. Демидов*

## ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИОНЕЖЬЯ В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ И ГОЛОЦЕНЕ

На завершающих этапах позднеледниковья – в начале послеледниковья в бассейне Онежского озера катастрофически быстро происходили масштабные изменения окружающей среды. За тысячу лет его котловина освободилась от материкового льда, и около 11 400 лет назад край ледника отступил в северо-западное Прионежье. В это время Онежское приледниковое озеро (ОПО) достигло максимальных размеров, но вскоре его уровень начал быстро падать. Частые глобальные изменения климата на рубеже поздне- и послеледниковья отразились в быстрой смене ландшафтов.

Озеро Шавнилампи (62°32' с. ш., 33°42' в. д.) расположено в 9 км к северу от пос. Гирвас, в 800 м к западу от западного берега оз. Пальеозеро, на высоте 88,5 м над уровнем моря (рис. 1). Глубина его более 6 м, площадь около 9 га. Котловина приурочена к понижению коренных пород, представленных габбро-долеритами, и входила в состав ОПО. В 4 км к югу от пос. Гирвас на песчаной террасе, на высоте 80 м расположено оз. Большое Хавгилампи, глубина которого более 9 м, площадь около 4,5 га.

В районе пос. Гирвас перешеек озер Пальеозеро и Сундозеро сложен крупнейшей в Карелии экстрамаргинальной дельтой, сформировавшейся в устье впадения мощной системы стока талых ледниковых вод в ОПО. Дельта площадью около 40–50 км<sup>2</sup> сложена диагонально слоистыми, преимущественно мелко- и среднезернистыми песками мощностью до 35 м. Абсолютные отметки поверхности дельты составляют 95–100 м. Через нее проходил основной сброс талых ледниковых вод и глинистого материала в ОПО на заключительной, перигляциальной стадии его развития, когда край ледника отступил в западную Карелию. Максимальный уровень ОПО в районе Гирваса составлял около 120 м, но после дегляциации Онего-Беломорского водораздела озеро получило новый сток в Беломорскую котловину, и его уровень около 11 300 лет назад упал до отметки 95–100 м (Демидов, 2004). Поэтапное падение уровня ОПО в районе пос. Гирвас и д. Юркостров фиксируют серии аккумулятивных и абразионных террас на абсолютных отметках от 115 до 75 м. Результаты комплексного изучения донных отложений оз. Шавнилампи, дополненные радиоуглеродными датировками осадков оз. Большое Хавгилампи, позволяют выявить особенности дегляциации тер-

ритории, развития ОПО, формирования крупнейшей в Карелии флювиогляциальной дельты, определить особенности быстро меняющихся палеоэкологических обстановок северо-западного Прионежья на рубеже позднеледниковья и голоцена.

### Методы и объекты исследований

С помощью ручного бурения был получен ненарушенный керн донных отложений оз. Шавнилампи, мощностью 590 см.

900–890 см – песчано-гравийные отложения.

890–855 см – серые ленточные глины с мощностью слоев до 0,5 см, в подошве слоя глины опесчанены и мощность слоев достигает 2 см.



**Рис. 1. Онежское приледниковое озеро и положение изученных разрезов**

855–835 см – розовато-коричневые ленточные глины, «розовый горизонт» с мощностью слоев 0,5–0,7 см.

835–695 см – серые ленточные глины, на глубине 765–695 см микрослоистые, ниже опесчаненные с мощностью слоев 0,5–0,7 см.

695–680 см – неясно-слоистые серые алевроиты.

680–650 см – гомогенные серые алевроиты с растительными остатками, сверху более темные.

650–628 см – темно-коричневые алевроиты без крупных растительных остатков.

628–310 см – сапропель темно-коричневый.

Был проведен спорово-пыльцевой, диатомовый и химический анализы керн с изучением его текстурных особенностей. Получены радиоуглеродные датировки базальных слоев сапропеля. Спорово-пыльцевой и диатомовый анализы выполнены по 50 образцам с интервалом 10 см, химический – по 14. В результате спорово-пыльцевого анализа определено 68 таксонов растений, в том числе 25 видов. С помощью программы TILIA построена спорово-пыльцевая диаграмма (рис. 2). Образцы на диатомовый анализ приготовлены по стандартной методике (Диатомовые водоросли, 1951; Давыдова, 1985). Диатомовая флора по возможности определялась до вида, разновидности и формы. На основании полученных данных построена диатомовая диаграмма (рис. 3), где представлены группы диатомей по местообитанию, а также суммы видов одного рода, содержание которых в составе диатомового комплекса – менее 1% (за исключением отдельных таксонов). Единичное присутствие видов (до 2%) показано знаком «+». Диаграммы экологических характеристик флоры – галобность и биогеография видов, а также реконструкции pH среды (по: Renberg, Hellberg, 1982) приведены на рис. 4. В результате диатомового анализа было выявлено 168 видов и разновидностей диатомовых водорослей, принадлежащих к двум классам и 10 родам пресноводной флоры. Кроме них в образцах с гл. 650–635 см обнаружены отсутствующие в справочной литературе три створки хорошей сохранности переотложенных морских диатомей. Практически по всему разрезу встречаются целые колонии и обломки водоросли *Pediastrum*. Для реконструкции палеоэкологических условий использовались материалы по геологическому строению района, развитию растительности, изменениям уровня Онежского озера.

**Аллерёд (~11 400–10 800 лет назад).** Аллерёдский интерстадиал начался около 11 800 лет назад и характеризовался интенсивным таянием и отступанием края ледникового покрова. В начале его вся северная часть Онежской котловины была перекрыта материковым льдом. В разрезе Шавнилампи отложения второй половины аллерёда (гл. 890–780 см) представлены серыми ленточными глинами, залегающими на песках. Мощность годичных слоев изменяется от 2 см в подошве горизонта до 4 мм в его кровле. Маркирующий горизонт «розовых» ленточных глин (855–835 см) не характеризуется микрослоистостью, наблюдаемой во всех разрезах ОПО, мощность годичных слоев в нем больше и достигает 5–8 мм. С одной стороны, это объясняется высоким гипсометрическим положением разреза (88,5 м), а с другой – близостью края ледникового покрова при формировании «розового» горизонта

ленточных глин и, соответственно, значительным отступлением терригенного песчаного материала. «Розовый» горизонт образовался в результате окисления осадков при обогащении придонных вод кислородом в связи с резким падением уровня ОПО после деградации Онего-Беломорского водораздела и открытия порога стока на север, в Беломорскую котловину, около 11 300 лет назад (Демидов, 2004). В районе Гирваса уровень ОПО опустился примерно со 120 до 95–100 м, после чего начала формироваться мощная Гирвасская экстрамаргинальная дельта. Как и в других разрезах ОПО, «розовый» горизонт в Шавнилампи несколько обогащен окислами железа по сравнению с вмещающими его серыми ленточными глинами. Ниже этого горизонта насчитывается около 100 годичных лент, что позволяет продатировать начало формирования разреза и отступление ледникового края примерно 11 400 лет назад. Содержание органики в ленточных глинах составляет 1,58–2,12%.

По результатам спорово-пыльцевого анализа на гл. 890–780 см выделена пыльцевая зона (ПЗ) SH 1 – **B. Albae – Pinus – Artemisia – Chenopodiaceae** по большому содержанию пыльцы древесных, представленных в основном *Betula Albae* (30%) и *Pinus* (25%). Наряду с лесным комплексом в составе спектров участвуют перигляциальные и степные виды (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Ephedra*, *B. nana* и др.). Насыщенность отложений пыльцой невелика. Кроме этого, выявлено много деформированной, фоссилизированной пыльцы, из-за чего неопределимой. Все это вместе с присутствием пыльцы термофильных элементов *Corylus*, *Alnus glutinosa*, а также *Ulmus*, не свойственных данному времени, свидетельствует о переотложении (особенно тяжелой пыльцы вяза). Отмечен рост кривых пыльцы сем. *Rosaceae*, *Scrophulariaceae*, *Polygonaceae*, *Apiaceae* и др., а также пыльцы *Salix* и пыльцы прибрежно-водной растительности. Совместная встречаемость *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Ephedra* и *Plantago* характеризует необлесенные пространства с бедными минеральными почвами. В группе споровых широко представлены *Bryales*, *Polypodiaceae* и *Shpagnales* с небольшим количеством спор *Hepaticae*. Все это свидетельствует о несомкнутости растительного покрова. Очень разнообразная экологическая принадлежность и флористический состав пыльцевых спектров дает возможность говорить об их образовании в аллереде, когда одновременно встречались растения различных экологических группировок. На данной территории распространялись редкостойные березовые сообщества с небольшим участием сосны и ольхи серой. Кроме этого, в составе растительных ценозов участвовали ерничково-зеленомошные тундровые и луговые формации с участием степных видов и мезофильного разнотравья. Факт формирования данных спорово-пыльцевых спектров во второй половине аллерёда подтверждается ранее полученной датировкой маркирующего «розового» горизонта (Демидов, 2004).

В толще ленточных глин, включая «розовый горизонт», и низах алевроитов с гл. 890 до 650 см в результате диатомового анализа обнаружены только водоросли *Pediastrum* и единичные створки диатомей. Чем же можно объяснить отсутствие диатомовой флоры? Известно, что седиментация ленточных глин происходит в приледниковых водоемах на глубинах 20–25 м.



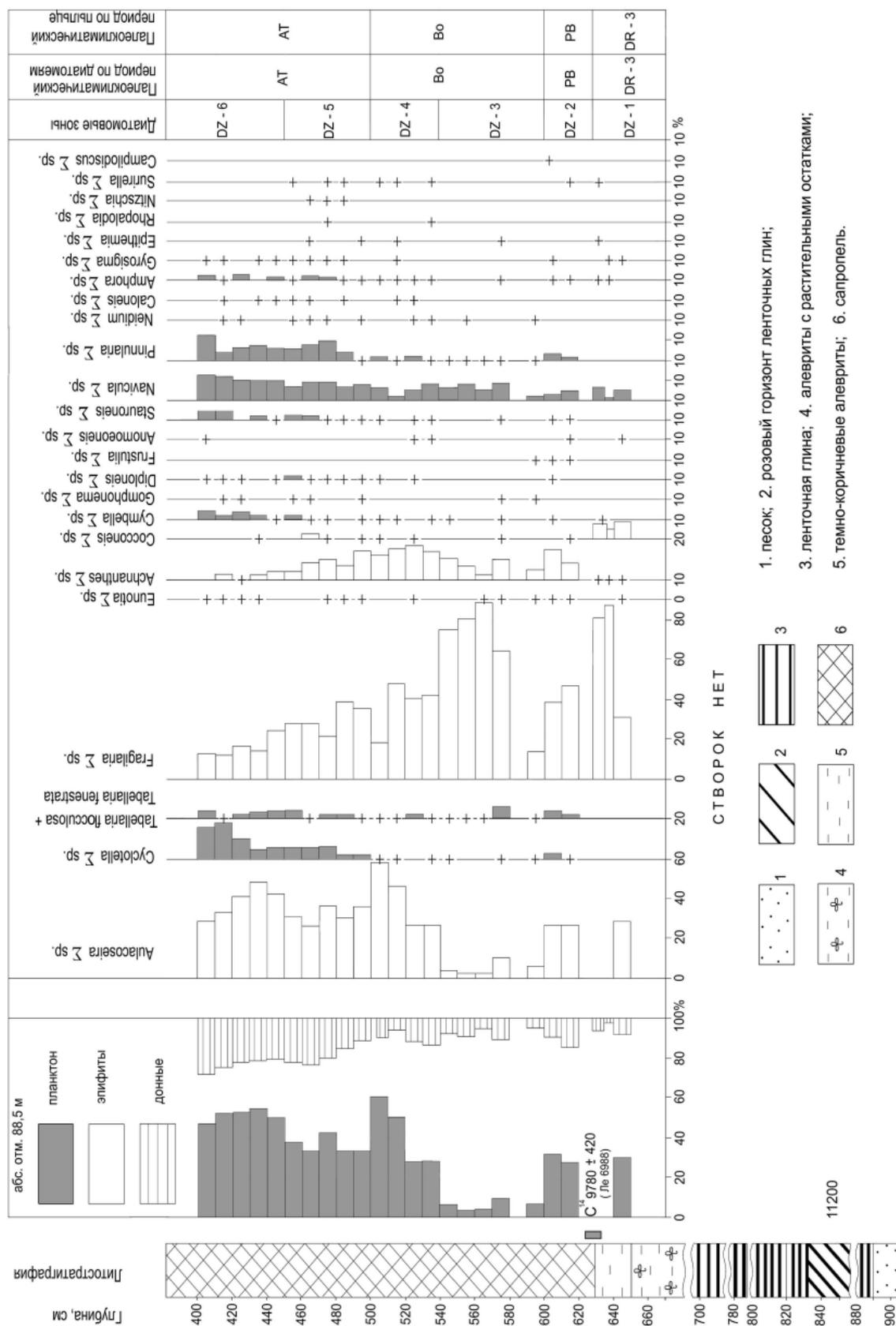


Рис. 3. Диадомовая диаграмма донных отложений оз. Шавилампи

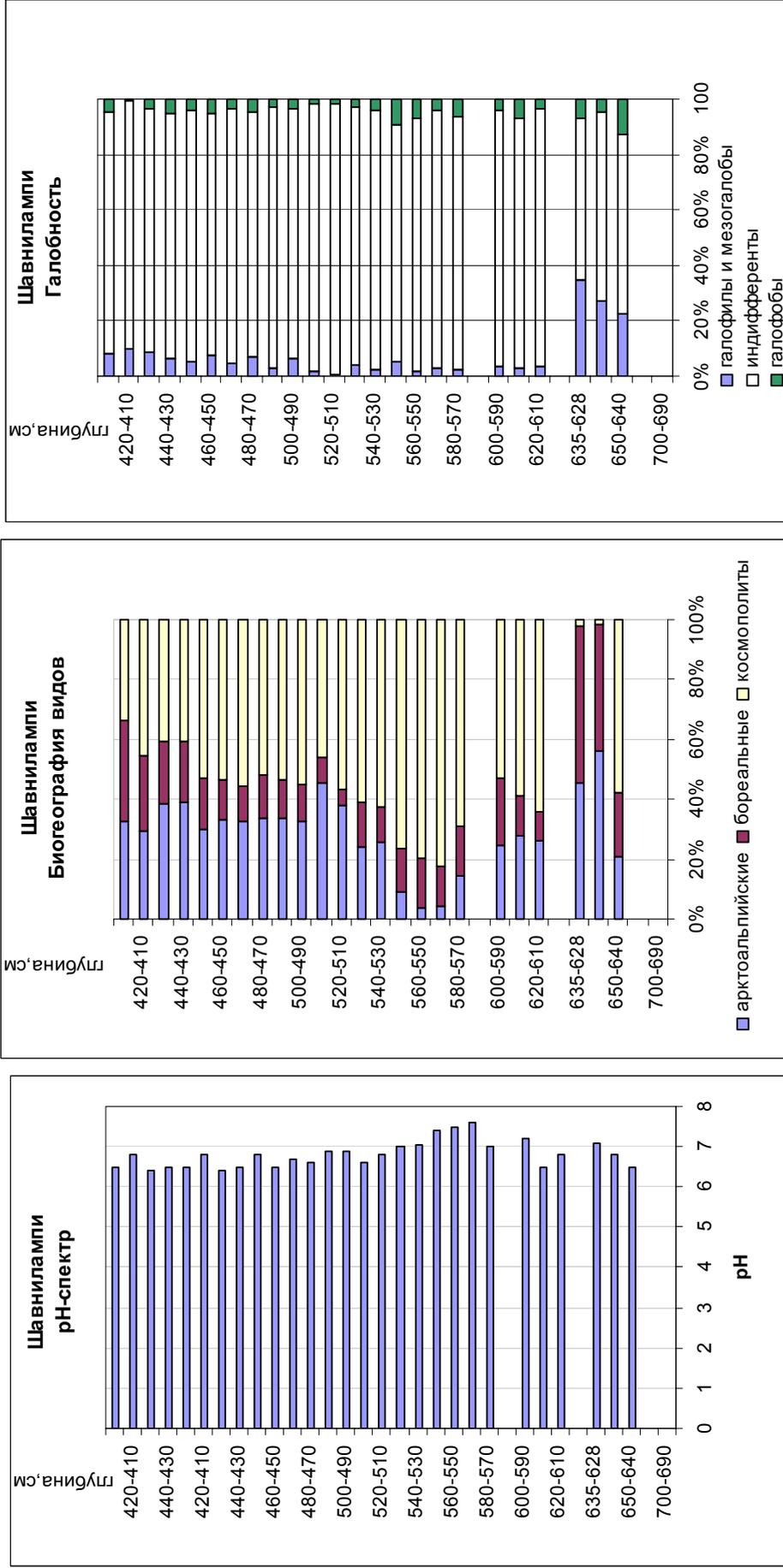


Рис. 4. Эколого-географическая характеристика диатомовой флоры и pH спектр донных отложений оз. Шавнилампы

Во второй половине аллереда климат оставался холодным, а край ледника располагался в нескольких километрах к западу от древнего Онежского озера, которое, как и его залив, вероятно, были перекрыты плавучим льдом и подпитывались талыми ледниковыми водами. Отсутствие диатомовой флоры в ленточных глинах аллереда и в нижней части алевроитов на глубинах 890–667 см можно объяснить двумя причинами. Во-первых, изоляция залива от атмосферы плавучими льдами и значительное поступление ультрапресных вод, бедных кислородом и кремнекислотой, препятствовали развитию диатомей. Во-вторых, высокое терригенное разбавление отложений не позволило из небольших по объему образцов выделить ископаемую диатомовую флору в достаточном для анализа количестве. По-видимому, необходимо изменить методику отбора проб на диатомовый анализ из ленточных глин, образец должен весить не менее 300 г.

**Молодой дриас (10 800–10 200 лет назад).** В ходе глобального и резкого похолодания в молодом дриасе ледниковый фронт продвинулся и сформировал систему краевых гряд ругозерской (сальпаусселькя I) стадии примерно в 120 км к северо-западу от района пос. Гирвас. Похолодание климата отразилось на условиях осадконакопления и в спорово-пыльцевых спектрах. Отложения первой половины молодого дриаса представлены микрослоистыми серыми ленточными глинами с мощностью слоев до 4 мм (гл. 695–680 см). Примерно в середине молодого дриаса, около 10 600 лет назад, в ходе незначительного потепления край ледника отступает за пределы водосборного бассейна Онежского озера и формирование ленточных глин прекращается. С этого времени в водоеме начинают накапливаться алевроиты, вначале неясно-слоистые, вероятно отражающие сезонные изменения в таянии массивов мертвого льда, а потом и гомогенные (гл. 680–650 см). В пределах гл. 650–628 см постепенно (с 1,35 до 2,95%) увеличивается содержание органики, окрашивающей алевроиты в коричневый цвет.

С гл. 780–628 см в ленточных глинах по резкому снижению пыльцы древесных *Pinus* (с 25 до 2–5%) и *Betula* (с 30 до 15%), а также по значительной доле травянистых растений (до 60%) выделена ПЗ SH 2: **Artemisia – Chenopodiaceae – Ephedra – A. incana – Cyperaceae – Poaceae – Pediastrum.** В кустарниковом ярусе возрастает роль *Alnus incana* и *Salix*. Отмеченные зерна *Ulmus*, *Tilia* и *Carpinus* являются переотложенными. Зона характеризуется высоким содержанием пыльцы *Artemisia*, *Chenopodiaceae* и *Ephedra* и резким повышением количества пыльцы *Thalictrum*, предположительно *Thalictrum alpinum*, предпочитающей щебнистые, кустарничковые, лишайниковые, тундровые луговины и сырые скалы. Интересно появление пыльцы *Galium*, некоторые его виды могут встречаться в тундре и лесотундре. Максимальное содержание пыльцы злаков и осок может быть связано со снижением уровня грунтовых вод и осушением прибрежной территории. Но вероятнее всего, это были виды, характерные для районов с многолетнемерзлым грунтом, которые в настоящее время встречаются в злаково-дерновинных и осоково-дерновинных тундрах Восточной Сибири, Якутии и Монголии (Юрцев, 1974; Лавренко, 1981). Из споровых господствуют зеленые мхи. Определены колонии

водорослей *Pediastrum*, в основном представленные *P. boryanum* var. *boryanum* – космополитом с широкой экологической амплитудой и *P. integrum* var. *integrum* – арктобореальным видом, предпочитающим местообитания с чистой холодной водой.

В ПЗ SH 2 можно выделить три подзоны. Первая (гл. 780–720 см) – с максимальным содержанием пыльцы трав, характеризующим похолодание в первой трети дриаса. Вторая (гл. 720–640 см) – с увеличением пыльцы в группе древесных до 25%, свидетельствующим о потеплении в середине дриаса. Третья (гл. 640–628 см) – с ростом количества пыльцы в группе трав, а именно: степных и перигляциальных видов растений, указывающим на похолодание. Резкое снижение роли древесных, увеличение перигляциального комплекса, а также максимальное присутствие пыльцы степных элементов флоры – *Ephedra*, *Artemisia*, *Chenopodiaceae* – позволяют предположить, что спектры SH 2 сформировались в течение холодного молодого дриаса в связи с общим похолоданием и ксерофитизацией климата. Граница позднеледниковье – голоцен проведена на уровне резкого снижения количества пыльцы *Artemisia* и *Chenopodiaceae*. В это время распространялись ерниково-зеленомошные тундровые и лесотундровые сообщества с примесью березы. Присутствовали несомкнутые группировки из польней, маревых с большим участием злаков и осок.

Ископаемая диатомовая флора выявлена только с гл. 650 см в темно-коричневых алевроитах. В образце (650–640 см) обнаружена 71 створка, сохранность которых очень плохая, а сам комплекс довольно скуден и представлен всего 22 видами из 11 родов пресноводной флоры. Кроме этого, здесь присутствуют неопределимые обломки переотложенных морских диатомей, а также колонии водорослей *Pediastrum kawraiski*, *P. boryanum* var. *boryanum*, характерных для холодных олиготрофных водоемов. Ископаемая диатомовая флора отличается от выявленной выше с гл. 640 см. Основу ее (87–83%) составляют эпифиты рода *Fragilaria* (*F. pinnata*, *F. leptostauron*, *F. leptostauron v. dubia*, *F. lapponica*, *F. virescense*). Примечательно появление обитающего в обрастаниях холодолюбивого арктоальпийского вида *Tetracyclus lacustris* и кальцефила *Cocconeis diminuta*. Вторая по численности группа – планктонные формы рода *Aulacoseira* (*A. distans*, *A. italica* var. *valida*, *A. granulata* var. *angustissima*). Все названные виды имеют толстостенный довольно грубый панцирь, что свидетельствует о приспособленности к холодным и суровым условиям развития в молодом дриасе. Группа донных малочисленна (8,2%) и состоит в основном из диатомовых водорослей приледниковых водоемов: *Navicula cocconeiformis*, *Navicula farta*, *Navicula aboensis*, *Navicula pseudoscutiformis*. В следующих двух образцах (гл. 641–635, 635–628 см) планктонные полностью вытеснились обрастателями рода *Fragilaria*, что указывает на резкое снижение уровня водоема. Донные не превышали 3–7%; среди них доминировали прежние виды: *Navicula cocconeiformis*, *N. farta*, *N. aboensis*, *N. pseudoscutiformis*. Сравнивая результаты диатомового и спорово-пыльцевого анализов с гл. 650–628 см, можно выделить DZ 1 с двумя фазами: «а» – 650–640 см, «б» – 640–628 см. Первая фаза отражает потепление в середине позднего дриаса, а вторая – похолодание в конце его.

Низкие значения рН (6,5–7,1), господство арктоальпийских и бореальных видов (рис. 4) также связаны с холодными климатическими условиями данного периода, а высокое содержание галофилов (22–36%) может свидетельствовать о выщелачивании развитых в данном районе карбонатных пород. Таким образом, из полученных данных диатомового и спорово-пыльцевого анализов следует, что падение уровня ОПО произошло в конце позднего дриаса приблизительно 10 300 лет назад. Абсолютные датировки, полученные из контакта коричневых алевритов и сапропелей (гл. 635–625 см), дали возраст  $9780 \pm 420$  (горячие гумины) и  $10 490 \pm 110$  (холодные гумины) (ЛЕ-6988).

**Пребореал (10 200–9300 лет назад).** Пребореальный период начался с потепления, вскоре сменившегося новым похолоданием. В разрезе отложения пребореала представлены на глубинах 628–600 см темно-коричневыми алевритами, перекрытыми темно-коричневыми сапропелями, с высоким (44%) содержанием органики. В начале пребореала произошла крупная регрессия Онежского озера, следы которой отмечаются как в донных отложениях, так и в его береговых образованиях. Возможно, она была связана с повторным открытием стока по р. Свири в результате гляциоизостатического поднятия Онего-Беломорского водораздела, а также с эрозионными процессами в долине реки (Демидов, 2004; Saarnisto et al., 1995).

В отложениях пребореала (гл. 628–600 см) на основании резкого скачка пыльцы березы, в том числе *Betula nana*, и уменьшения пыльцы в группе трав выделена ПЗ SH 3: **B. Albae – Ericales – Equisetum – Polyodiaceae**. Разнотравье представлено единичными зернами сем. *Rosaceae*, *Ranunculaceae*, *Scrophulariaceae*, отмечены зерна *Epilobium* и *Gentiana*. Учитывая резкое увеличение содержания березы и кустарничков, а также нарастание кривой пыльцы сосны, характерное для начала голоцена, можно говорить об образовании данного спектра в пребореальном периоде, связанном с быстрым ростом тепло- и влагообеспеченности при переходе от позднеледниковья к голоцену. Это соотносится с радиоуглеродной датировкой ( $9780 \pm 420$ ). Малая мощность отложений рассматриваемой зоны может свидетельствовать о размыве осадков, в связи с регрессией водоема в начале голоцена. Указанный факт подтверждает появление в спектрах новых прибрежно-водных видов растений (*Potamogeton*, *Typha latifolia*), а также увеличение спор хвощей, заселяющих открытые мелководные пространства. В результате падения уровня водоема сократилось число колоний *Pediastrum*. Возрастает роль бореальных видов *Ericales*. Увеличение спор *Lycopodium pungens*, *Hyperzia appressum* свидетельствует о наличии голых скальных участков. Доминировали редкостойные березовые леса с тундровыми кустарничковыми ценозами, а наземный покров создавали папоротники.

В тонкодетритовых коричневых сапропелях с гл. 628 см резко возрастает содержание створок диатомей и их видовое разнообразие. На основании значительных изменений в составе диатомового комплекса выделена DZ 2 (гл. 628–600 см, рис. 3), в которой большинство составляют эпифиты *Fragilaria* и *Achnanthes*. Однако среди *Fragilaria* доминируют не те формы, которые преобладали в DZ 1. Их сменили типичные

представители обрастаний литоральной зоны небольших и неглубоких водоемов, пионеры, населяющие озера после отступления ледника, – *Fragilaria construens*, *F. construens* var. *venter*, *F. brevistriata* (Saarnisto et al., 1995). Во второй по численности группе планктона выделяются *Aulacoseira (distans, italica, italica var. valida)*, а *Cyclotella comta* и *Tabellaria fenestrata* единичны. В это время с 10 до 16% увеличивается содержание донных видов, из которых разнообразны *Navicula* (13), *Pinnularia* (10), *Stauroneis anseps*, *Amphora ovalis*, *Frustulia rhomboides* var. *saxonica*, *Diploneis marginestrata*, *Campilodiscus hibernicus*, *Surirella* sp. единичны. На потепление и увеличение влажности указывает резко возросшее количество космополитов (рис. 4) и снижение с 38 до 2% доли галофилов, слабкокислая среда (рН 6,8–6,5).

В оз. Хавгилампи, расположенном в 16 км к югу от Шавнилампи, на песчаной террасе с абсолютной отметкой 80 м из основания базального слоя песков, обогащенных органикой, получена датировка  $10 060 \pm 130$  (ЛЕ-6986), а в 10 см выше из торфяников, залегающих над песками и сантиметровым прослойком глины, – датировка  $9640 \pm 100$  (ЛЕ-6987). Падение уровня и отделение озер Хавгилампи и Шавгилампи от Онежского озера произошло примерно  $10 060 \pm 130$  лет назад, что хорошо совпадает с результатами диатомового и спорово-пыльцевого анализов донных отложений оз. Шавнилампи. Вероятно, регрессия была довольно продолжительной, поскольку темно-коричневые алевриты пребореала в оз. Шавнилампи имеют мощность лишь 28 см и с размывом перекрываются богатыми органикой сапропелями. Во многих разрезах побережья Онежского озера отложения пребореала вообще отсутствуют (Елина, 1981; Елина и др., 2000), а следы значительной регрессии в это время наблюдаются как в донных, так и в береговых его образованиях. С этой регрессией, очевидно, и связано прекращение формирования Гирвасской экстрамаргинальной дельты.

**Бореал – обширная регрессия.** Отложения (гл. 600–500 см) представлены сапропелями, спорово-пыльцевой анализ которых позволил выделить по максимальному присутствию пыльцы *Pinus* (55%) и некоторому сокращению пыльцы березы ПЗ SH 4: **Pinus – Betula Albae**. Появляется в небольшом количестве пыльца широколиственных пород (*Ulmus*, *Tilia*, *Frangula* и др.). Интересна находка пыльцы *Hippophae ramnoides* – псаммофита, гелиофита, типичного обитателя каменистых, щебнистых грунтов и ассоциаций с нарушенным и несформированным почвенным покровом. Наличие пыльцы *Betula nana* свидетельствует о ее участии в болотных ценозах. Роль разнотравья незначительна. Отмечена пыльца хмеля (*Humulus*), предпочитающего березовые леса. Споры в основном представлены папоротниками. Широко распространялись северотаяжные светлохвойные сосново-березовые крупнотравные леса, характерные для бореального времени, граница которого проведена по пику пыльцы *Pinus*. Господство сосны, вероятно, связано как с общим снижением базиса эрозии после регрессии ОПО, так как с падением уровня грунтовых вод сосна становится более конкурентоспособной, чем береза, так и с подстилающими породами. Наличие в спектре этой зоны пыльцы тростников и другой

прибрежно-водной растительности дает основание говорить о зарастании мелководий.

По данным диатомового анализа отложения бореала представлены двумя зонами: **DZ 3** – гл. **600–540 см** и **DZ 4** – гл. **540–500 см**. Выделение DZ 3 основано на значительных изменениях в составе комплекса. Во-первых, в накопившихся в это время гомогенных сапропелях очень низкое содержание диатомей. В образце с гл. 600–590 см обнаружено всего 93 створки, а следующий за ним образец «немой». Доминируют эпифиты *Fragilaria construens*, *F. brevistriata*, а также разнообразные, хоть и единичные *Achnanthes* (8 видов), *Cymbella*, *Eucocconeis*, *Gomphonema*, *Eunotia*, *Tabellaria flocculosa*. Планктонные и донные формы составляют примерно равную долю на протяжении всей зоны (рис. 3). Первые представлены ранее отмеченными видами рода *Aulacoseira*, а среди донных преобладают *Navicula*. Но это совершенно не те виды, которые обитали в водоеме ранее (DZ 1 и DZ 2). Главенствующее положение занимает *Navicula laterostrata*, и единично присутствуют *Navicula pupula* var. *rectangularis*, *N. radiosa*, *N. bacillum*. Состав диатомового комплекса указывает на обмеление водоема, вероятно связанное с понижением общего базиса эрозии в бассейне Онежского озера, уровня грунтовых вод и похолоданием и сухостью климата в бореале. Низкое содержание створок ископаемой диатомовой флоры в начале DZ, полное господство космополитов (82%) подтверждают падение уровня. И хотя явного увеличения минерализации не отмечается, единичное присутствие некоторых галофилов и мезогалобов *Navicula pupula* var. *rectangularis*, *N. radiosa*, *N. meniscus*, *N. halophila*, *N. graciloides*, слабощелочная среда при максимальных для разреза значениях pH (7,0–7,5) – типичные признаки первой половины бореального времени.

С гл. 540–500 см на основании изменений pH спектра и количественных соотношений в экологических группах диатомей выделена DZ 4. К концу зоны в два раза увеличивается содержание планктонного сообщества (рис. 3) с прежними доминантами из рода *Aulacoseira* (*A. distans*, *A. italica* + var. *valida*) и единичными *Cyclotella comta*. В то же время примерно в таком же соотношении снижается доля эпифитов *Fragilaria*, среди которых выделяются *Fragilaria construens* + var. *venter*, *F. brevistriata*, *F. leptostauron* var. *dubia*, *F. lapponica*. Заметно возрастает участие *Achnanthes* с преобладанием *A. oestrupii*, *A. exiqua*, *A. lanceolata* var. *rostrata*. Наконец, существенную роль в структуре диатомового сообщества играют представители донной флоры рода *Navicula*. В количественном отношении они немногочисленны, но отличаются довольно богатым видовым разнообразием (9 видов). Большинство из них галофилы, мезогалоб *Navicula peregrina* и редкие виды *Navicula notanta*, *N. meniscus*. Возрастает доля арктоальпийской и бореальной флоры, указывая на повышение уровня водоема и ухудшение прогреваемости. Условия среды менялись от нейтральных до слабощелочных (pH 7–6,6), по отношению к солёности полностью господствовали индифференты. Появление диатомовых из рода *Nitzschia* может свидетельствовать о закреплении грунтов и развитии почвенных процессов. Повышение уровня воды в Шавнилампи произошло в связи с потеплением климата в конце бореала.

**Атлантический период** – время дальнейшего накопления тонкодетритовых сапропелей (гл. 500–400 см). По росту кривой *Picea* и наибольшему содержанию пыльцы термофильных пород (*Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Alnus glutinosa*, *Corylus*) выделена ПЗ **SH 5: Q-mix – Picea**. Значение разнотравья здесь невелико. Оно представлено единичными зёрнами сем. *Rosaceae*, *Polygonaceae*, *Caryophyllaceae*, *Fabaceae* и др. Спектры зоны сформировались на начальных этапах атлантического периода. В это время распространялись среднетаёжные, сосновые, березово-сосновые с елью и примесью широколиственных пород леса. Ввиду того, что колонка отобрана не полностью, диаграмма носит незавершённый характер.

В пределах гл. 500–400 см на основании изменения количественных характеристик в группах планктон – эпифиты – донные выделены DZ 5 (гл. 500–450 см) и DZ 6 (гл. 450–400 см). В DZ 5 доля планктонного сообщества заметно снижается. Видовой состав его практически не изменяется, но возрастает роль *Cyclotella* sp. (от единичных створок в предыдущей зоне до 2–6%): к *Cyclotella comta* присоединяется *Cyclotella stelligera*, а также появляется *Aulacoseira granulata*, характерная для озёр с более высокой трофностью. Постоянно присутствуют планктонно-литоральные *Tabellaria fenestrata* + *T. flocculosa*. Количество эпифитов снижается и возрастает участие донных форм. Среди них кроме ранее обитавших различных видов рода *Navicula* начинают развиваться многочисленные *Pinnularia*, доля которых возрастает от единичных экземпляров до 10%, что также указывает на некоторое обмеление водоема и повышение трофности. Присутствие *Nitzschia* свидетельствует о развитии почвенных процессов, галофила *Gyrosigma acuminatum* var. *gallica* – о притоке солей в результате выщелачивания карбонатных пород. Повышается роль галофилов и мезогалобов, среда остается слабощелочной. Кроме этого, необходимо отметить значительное увеличение видового разнообразия комплекса (46–50 видов), хорошую насыщенность препаратов створками, а также появление редких видов (*Navicula similis*, *N. hungarica* + var. *capitata*, *N. graciloides*, *N. meniscus*), галофила *Navicula pupula* var. *rectangularis*, мезогалобов *Navicula peregrina*, *N. meniscus*, показателей эвтрофных вод *Epithemia*, *Rhopalodia*, почвенных *Nitzschia*. Следовательно, на данном этапе развития водоем мелеет, повышается трофность вод, что вполне соответствует АТ-1.

**DZ 6. Гл. 450–400 см.** Диатомовая зона выделена на основании значительного увеличения доли планктонных и донных диатомей (рис. 3). Особенно заметно повысилось содержание створок *Cyclotella comta* и *Cyclotella stelligera* (с 4 до 18%), а также *Aulacoseira distans*, *A. italica* + var. *valida*, в том числе диатомей эвтрофных вод *Aulacoseira granulata*. Соответственно, снизилась роль эпифитов, представленных прежними видами. Появились «обрататели чистой и глубокой воды» рода *Cymbella* (*C. leptoceros*, *C. gracilis*, *C. aspera*, *C. cuspidata*, *C. turgida*) – 2–4%. Донное сообщество обогатилось видами родов *Diploneis*, *Stauroneis*, *Neidium*, *Caloneis*, *Amphora*. Мелких эпифитов, обитающих в литоральной зоне водоема на прибрежной растительности, *Fragilaria construens* и *F. brevistriata*, стало заметно меньше. Вероятно, в результате подъема уровня воды часть литоральной зоны, заросшая

травой, была подтоплена. Исчезла благоприятная среда их обитания. Повышение содержания галофилов, возможно, связано с усилением поверхностного стока. Колебания pH спектра были практически незаметны (6,5–6,8), а доля арктоальпийских и бореальных видов несколько выросла с 50 до 65%. Таким образом, подъем уровня водоема, повышение его трофического статуса и численности створок в грамме осадка, содержание SiO<sub>2</sub> до 30,6%, органики – 44,1% вполне может отражать потепление и увлажнение климата в АТ-2.

### Заключение

Неоднократные изменения климата, растительности, условий осадконакопления на территории северо-западного Прионежья отразились в литологии, спорово-пыльцевых и диатомовых спектрах донных отложений оз. Шавнилампи. Его образование связано с отступлением ледникового края с рассматриваемой территории 11 400 лет назад (по <sup>14</sup>C) и заполнением котловины водами Онежского приледникового озера (ОПО). Около 11 300 лет назад ОПО получает новый сток на север в Беломорскую котловину и его уровень резко падает. Южнее залива Шавнилампи, в районе современного пос. Гирвас, формируется мощная экстремаргинальная дельта, с абсолютными отметками поверхности 95–100 м, указывающими на уровень древнего водоема. На протяжении второй половины аллерёда (11 400 – 11 000 лет назад) и части молодого дриаса (11 000–10 700) в озере, представлявшем тогда небольшой залив ОПО, осаждались ленточные глины, практически не содержащие диатомовых водорослей вследствие значительного поступления ультрапресных и холодных талых ледниковых вод. На побережьях и

водоразделах в это время господствовали тундровые группировки с редкостойными березовыми и ольховыми сообществами. Примерно в середине молодого дриаса ледник отступает с водосборного бассейна Онежского озера, и в нем начинают осаждаться гомогенные алевриты. В конце позднеледникового – начале голоцена значительная регрессия Онежского озера, возможно связанная с повторным открытием стока по р. Свири, вызывает осушение 80-метровой террасы и изоляцию озер Шавнилампи и Хавгилампи от основного водоема. Регрессия отразилась в накоплении богатых органикой алевритов, исчезновении планктонных форм диатомей в осадках оз. Шавнилампи, появлении новых прибрежно-водных видов растений. По результатам палеонтологических исследований и радиоуглеродного датирования регрессия произошла около 10 300–10 200 лет назад. С ней, вероятно, связано и завершение формирования экстремаргинальной Гирвасской дельты. Общее потепление климата оказало влияние на развитие редкостойных березовых лесов в пребореале, которые в бореальном периоде сменились северотаежными сосново-березовыми, а в атлантикуме – среднетаежными сосновыми с примесью ели и широколиственных пород.

Развитие диатомовой флоры в оз. Шавнилампи началось со второй половины молодого дриаса. Диатомовый анализ донных отложений озера позволил дополнить новыми данными очень скудные сведения о составе и экологических характеристиках диатомовых комплексов, свойственных молодому дриасу. В список диатомовых водорослей приледниковых водоемов Карелии необходимо включить следующие новые виды: *Navicula aboensis*, *Navicula cocconeiformis*, *Navicula farta*, *Gyrosigma* sp., *Cocconeis disculus* var. *diminuta*, *Campilodiscus noricus* var. *hibernicus*.

### ЛИТЕРАТУРА

Давыдова Н. Н. Комплексы диатомей в донных отложениях Онежского озера // Палеолимнология Онежского озера. Л., 1976. С. 130–191 (с. 148).

Давыдова Н. Н. Диатомовые водоросли – индикаторы экологических условий водоемов в голоцене. Л., 1985. 244 с.

Демидов И. Н. Строение ленточных глин и особенности дегляциации Центральной Карелии // Вопросы геологии докембрия Карелии. Петрозаводск, 1993. С. 127–151.

Демидов И. Н. Донные отложения и колебания уровня Онежского озера в позднеледниковье // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 7. Петрозаводск, 2004. С. 207–218.

Диатомовые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. М., 1951. 619 с.

Елина Г. А. Принципы и методы реконструкции и картирования растительности голоцена. Л., 1981. 159 с.

Елина Г. А., Лукашов А. Д., Юрковская Т. К. Позднелед-

никовье и голоцен Восточной Фенноскандии (палеорасти-тельность и палеогеография). Петрозаводск, 2000. 242 с.

Лавренко Е. М. О растительности плейстоценовых перигляциальных степей СССР // Ботан. журн. 1981. Т. 66, № 3. С. 313–328.

Юрцев Б. А. Степные сообщества Чукотской тундры и плейстоценовая «тундростепь» // Там же. 1974. Т. 59, № 4. С. 473–484.

Demidov J. N. Varved clay formation and deglaciation in the northern Lake Onega area // Contribution to the origin of Quaternary deposits and their resources in Finland and northwestern part of the Russian Federation. GSF. Espoo, 1997. P. 57–65.

Renberg I., Hellberg T. The pH history of Lakes in Southwestern Sweden, as calculated from subfossil diatom flora of the sediments // Ambio. 1982. Vol. 11, N 1. P. 30–33.

Saarnisto M., Gronlund T., Ekman I. Lateglacial of Lake Onega – contribution to the history of the eastern Baltic basin // Quaternary International. 1995. Vol. 27. P. 111–120.