

Эльви ТАВАСТ

## О ГЕОЛОГИИ СЕВЕРНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЧУДСКОГО ОЗЕРА

В последние годы значительно возрос интерес к комплексному изучению Чудского озера, которое имеет большое значение для водного транспорта и рыбного хозяйства северо-восточной Эстонии. Кроме того, водные ресурсы и берега озера имеют большое рекреативное значение. И если учесть, что в будущем предусматривается пополнение запасов питьевой воды Таллина и других городов Северной Эстонии за счет Чудского озера, то актуальность этих исследований не вызывает сомнений.

В силу того, что переработка горючих сланцев все развивается и продолжается эксплуатация Прибалтийской и Эстонской ГРЭС, а строительство очистных сооружений в городах водосбора (Тарту, Псков и др.) отстает, существенно ухудшилось санитарное состояние воды Чудского озера (Mäemets и др., 1982; Mäemets, Tiidor, 1982). За последние десятилетия наблюдались также сильные разрушения береговой зоны, в частности на северном побережье озера. Все это вызывает серьезную тревогу. По предложению Комиссии по охране окружающей среды и рационального использования природных ресурсов при СМ ЭССР утверждена Межведомственная комиссия для оценки и прогнозирования состояния озера и реконструкции его экосистемы, одной из задач которой является также изучение современной береговой зоны и прогнозирование ее развития. Ниже рассмотрим некоторые результаты одного из этапов этих исследований.

Автором данной статьи исследована вся береговая зона озера, но здесь приведен обзор лишь одного отрезка (от устья р. Авийыги до истоков р. Нарвы) общей длиной около 40 км. По характеру береговой зоны данный отрезок подразделяется на три участка: 1) от устья р. Авийыги до ручья Каукси; 2) от ручья Каукси до истоков р. Нарвы; 3) истоки р. Нарвы.

Из-за преобладающих юго-западных ветров западный берег озера сильно зарастает (Klinge, 1889). Заращению способствует также попадание в озеро удобрений с близлежащих полей. Особенно широка (около 40 м) тростниковая зона на участке от р. Авийыги до ручья Каукси, находящаяся в стороне от ветра. Здесь прослеживается умеренно или сильно задернованный песчаный берег, заросший кустарником. Ширина пляжа при среднем уровне воды составляет 40—50, а местами достигает 80 м. На пляже от р. Авийыги до р. Раннапунгерья проходит низкий (1—2 м) береговой вал, в котором эпизодически повторяющимися штормами абрадирован небольшой уступ. Местами, например, в 1,5 км к востоку от Лагеди имеются два береговых вала, первый перед небольшим уступом (высотой около 0,5 м) примерно в 10 м от уреза воды, а второй (высотой около 1,0 м) на уступе. Береговые валы видоизменены эоловыми процессами, а местами перевены в дюны. Наиболее широко дюны расположены близ устья р. Раннапунгерья, где они образуют более или менее парал-



лельные гряды. В данной работе дюны более подробно не рассматриваются. Можно лишь сказать, что из-за повторяющейся абразии они имеют нехарактерный для дюн поперечный профиль — с уступовым наветренным и пологим подветренным склонами.

На участке от ручья Каукси характер береговой зоны несколько изменяется. Ширина активного пляжа перед уступом в дюнах сужается до 10—15 и лишь изредка достигает 20 м. Мощность песчаных наносов на пляже и на подводном склоне небольшая, но они пополняются материалом абразии дюн при эпизодических нагонах и при сильных штормах. Во время низкого стояния вод при сгонах на осушенном подводном склоне местами обнажается морена (табл. I, 1). Ширина осушки достигает около 100 м. Берег на этом участке слабо задернован, тростниковая зона отсутствует и лишь местами на берегу растут кустарники. Некоторый избыток песка наблюдается только в устьях рек и ручьев, поэтому и дюны здесь наиболее мощные. Примером могут служить дюны близ Смольницы, Алайыэ и др. Под влиянием юго-западного ветра вдоль берегов проходят потоки наносов в сторону р. Нарвы, и устья рек закрываются песком. Из-за образующихся в устьях рек береговых валов реки все время вынуждены искать новых выходов к озеру (табл. I, 2).

На третьем характерном участке рассматриваемой береговой зоны — близ истоков р. Нарвы — пляж снова расширяется. Уступ в дюнах удаляется от озера примерно на 100 м, берег сильно задернован, растет густой кустарник и проходит широкая тростниковая зона. Наносы, направляющиеся вдоль берега на восток, и их аккумуляция близ истоков реки постоянно расширяют сушу перед уступом, а сами истоки реки время от времени нуждаются в очистке от песка.

Береговой склон на всем северном побережье очень пологий и широкий, песчаный покров здесь весьма маломощный. Обычно песок образует множество мелких параллельных берегу пологих береговых валов (рис. 1А). Во время сгона они выступают из воды. Местами перед осушенным первым подводным валом и берегом образуется временная лагуна (табл. II, 1), а сам песчаный береговой вал прекращает волнам путь к берегу. Рельеф поверхности пляжа и подводного склона постоянно изменяется, что подтверждают результаты выполненных нами повторных нивелировочных работ (рис. 1А, Б). Скольнибудь заметных постоянных мезоформ здесь все-же не возникает. Образовавшиеся во время сгонов валы разрушаются первыми же штормовыми нагонами, а нагонные образования подвергаются эоловым процессам. Несмотря на дефицит наносов в береговой зоне образуются крупные фестоны (табл. II, 2).

Береговая зона на всем рассматриваемом отрезке сложена хорошо отсортированным (коэффициент отсортированности обычно колеблется от 1,2 до 1,3) (см. рис. 2) мелко- или среднезернистым песком ( $Md=0,15-0,47$ , чаще всего  $0,18-0,40$ ), на первом и третьем участках песок в основном мелкозернистый ( $Md=0,15-0,20$ ;  $S_0=1,26-1,41$ ), а на участке от р. Раннапунгерья до устья ручья Яма — среднезернистый ( $Md=0,38-0,44$ ) и менее отсортированный ( $S_0=1,29-1,72$ ). Значительных изменений в гранулометрическом составе поперечных профилей не наблюдается (рис. 1). Вернее, гранулометрический состав во многом зависит от времени и места отбора проб на гребне или склоне песчаного вала, или на межваловом участке.

Минеральный состав песков, по имеющимся минералогическим анализам, выполненным старшим инженером Института геологии АН ЭССР М. Вийдинг, довольно однообразен. В легкой подфракции (плотностью меньше  $2,89 \text{ мг/м}^3$ ) всегда преобладают кварц (84—94%) и полевые шпаты (7—16%), доля остальных минералов не превышает





Табл. I, 1. Осушенное во  
время сгона дно озера с  
мореной близ Каукси в.  
1965 г.

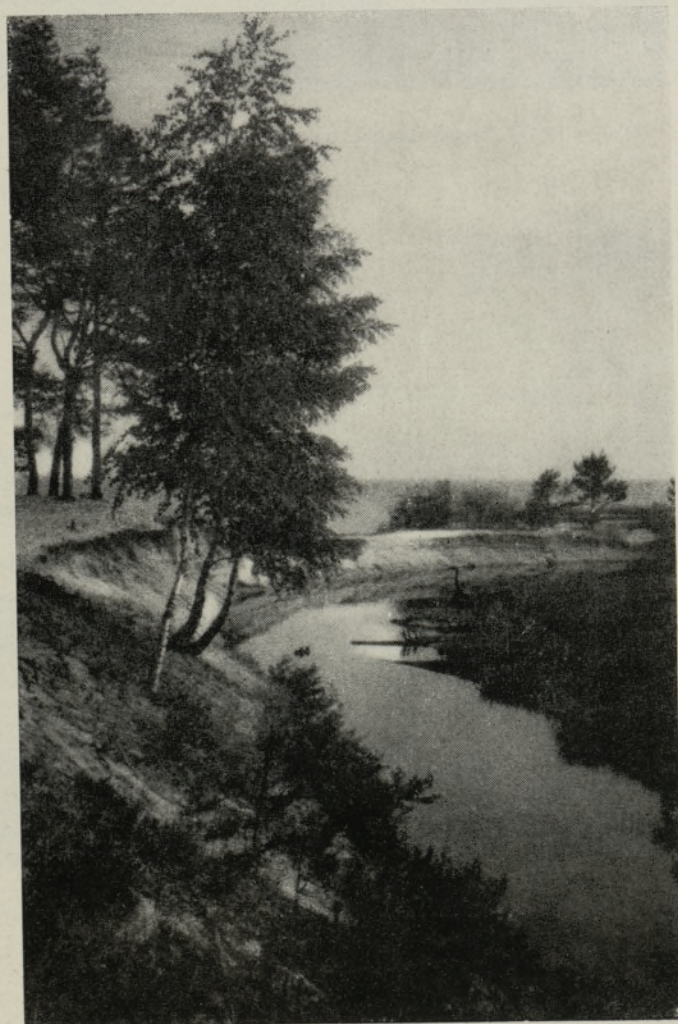


Табл. I, 2. Устье ручья  
Каукси.





Табл. II, 1. Лагуна между первым подводным валом и берегом близ Алайыэ в 1965 г.



Табл. II, 2. Фестоны на северном побережье Чудского озера (фото А. Мийделя).



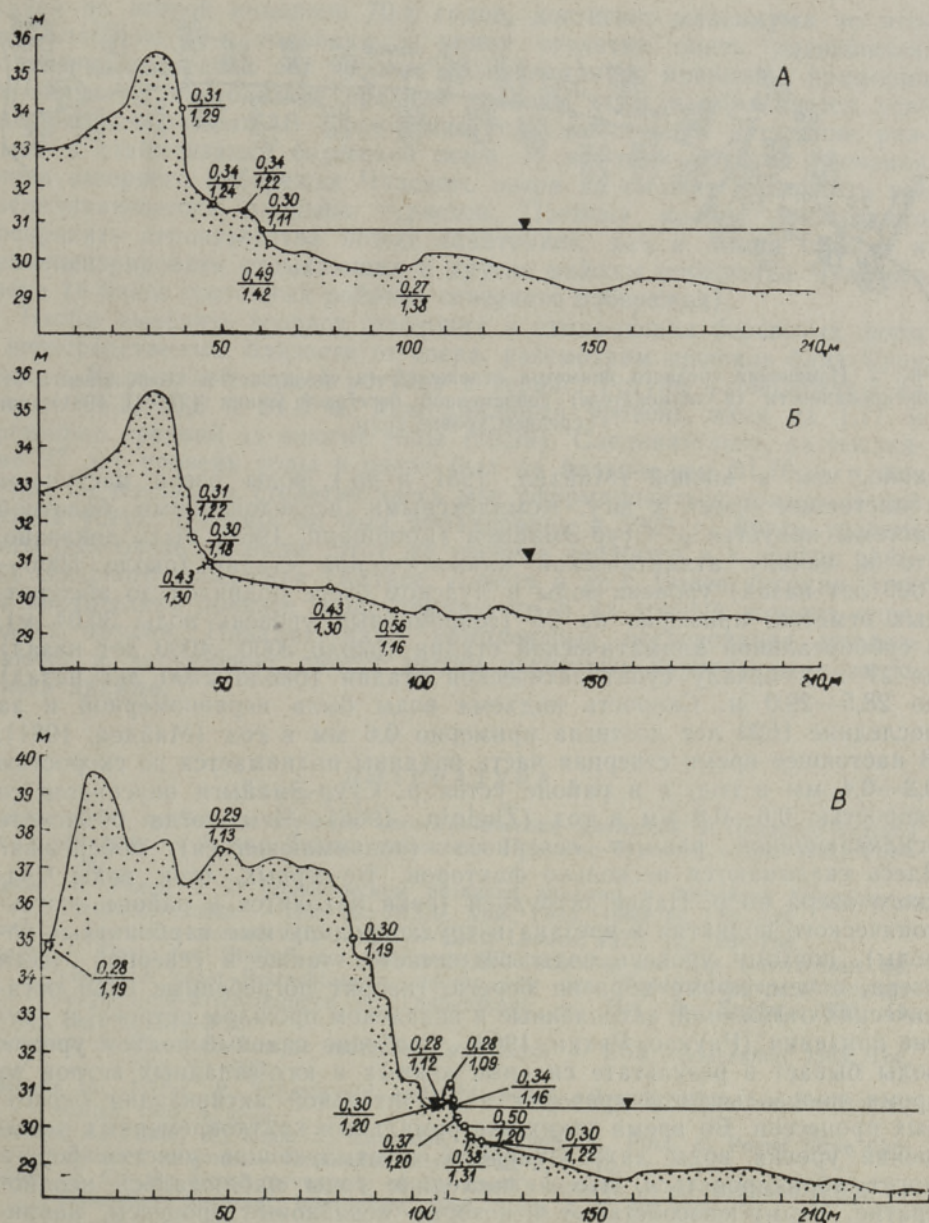


Рис. 1. Морфометрический профиль современной береговой зоны близ Ремнику А — 26/V 1981, Б — 11/VII 1982; близ Куру В — 11/VII 1982. Цифры в числителе обозначают средний диаметр, в знаменателе — коэффициент отсортированности.

1%. В тяжелой подфракции, выход которой составляет 0,16—3%, обычно преобладают амфиболы (максимально до 75%), магнетит и ильменит (до 49,2%) и гранат (до 36,4%). Содержание полезных компонентов, в частности минералов группы циркона, невысокое (1,2—5,6%). Легко выветривающиеся минералы (оливин и др.) практически отсутствуют. Очень мало также слюды и хлоритов (до 4,5%). Количество пироксенов доходит до 4%.

Хорошо известно, что из-за неравномерного неотектонического поднятия Чудской впадины, которое в северной части более интен-







шийся во второй половине 70-х годов, достигнет максимума во второй половине 80-х годов, а к концу столетия опять уменьшится. В течение последних лет уровень воды постоянно превышал примерно на полметра многолетний средний уровень, этим и объясняется усиливающийся размыв. В ближайшие годы ожидается затухание размыва и стабилизация береговой зоны. И все-таки хрупкая песчаная почва северного побережья Чудского озера не сможет выдержать все увеличивающегося наплыва туристов. Поэтому крайне необходимо прекратить строительство новых санаториев, дач и домов отдыха и деконцентрировать отдыхающих в другие районы побережья Чудского озера (в более восточных районах северного побережья).

Чтобы выяснить возраст отмерших и отмирающих береговых форм в непосредственной близости от озера, рассмотрим профиль близ Куру (рис. 1, В) с целой серией уступов и террас. Уступы расположены на высоте 31,2, 33,6 и 34,6 м. Максимальный уровень воды на 1,77 м превышал средний за многие годы (29,99). Следовательно, за последние 97 лет уровень воды в озере был не больше чем 31,76 м и, конечно, за последнее столетие здесь мог сформироваться только самый низкий уступ. Видимо, он был абрадирован в 1924 г., когда уровень воды был очень высоким. Этот же уровень держится и в других районах северного побережья (Катасе, Лагеди и др.). Более высокие уступы значительно древнее вышеупомянутого и их точный возраст определить трудно. Начатые нами комплексные исследования продолжаются и, несомненно, смогут внести некоторые коррективы в имеющиеся данные.

## ЛИТЕРАТУРА

- Мийдел А. О проблемах изучения неотектонических движений в Псковско-Чудской впадине. — В кн.: Донные отложения Псковско-Чудского озера. 1981, 116—126.
- Паукс А., Ряхи Э. О геологическом развитии впадины и бассейнов Чудского и Псковского озера. — Изв. АН ЭССР. Хим., Геол., 1969, 18, 113—127.
- Jaani, A. Veerohkus muutub tsükliliselt. — Eesti Loodus, 1973, 12, 758—764.
- Klinge, I. Über den Einfluß der mittleren Windrichtung auf das Verwachsen der Gewässer nebst Betrachtungen anderer von den Windrichtungen abhängiger Vegetations-Erscheinungen im Ostbaltikum. — Bot. Jb. Engler, 1899, 11, Heft 3, 264—313.
- Loopmann, A. Ulevaade Emajõe suudmeala soostikust. — EGS aastaraamat 1963. Tln., 1964, 73—102.
- Mäemets, A., Tiidor, R. Täiendavaid andmeid Peipsi seisundi kohta. — Keskkonnakaitse, 1982, 4, 1—5.
- Mäemets, A., Tiidor, R., Lokk, S., Laugaste, R., Timm, V., Pihu, E. Peipsi järve ökosüsteemi seisund. — Keskkonnakaitse, 1982, 2, 1—15.
- Zhelmin, G. On the recent movements of the Earth's surface in the Estonian S.S.R. — Suomalais. tiedekat. toimituksia, 1966, Sarja A, 3, 90, 489—493.

Институт геологии  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
4/I 1983

Elvi TAVAST

## PEIPSI PÕHJARANNIKU GEOLOOGIAST

Artiklis on iseloomustatud Peipsi põhjarannikut Avijõe suudmest kuni Narva jõe lähedeni, ligikaudu 40 km pikkuses. Esimeses lõigus (Avijõe suudmest Kauksi ojani) on valdav keskmiselt või tugevasti kamardunud liivarand, mis on kohati põõsaid täis kasvanud. Rannariba laius on keskmiselt 40—50 m. Rannanõlval kasvab kõrkjaid ja pilliroogu paiguti kuni 40 m laiuse võõndina. Plaaži ääristab maa poolt üks või kaks madalat rannavalli. Teises rannalõigus (Kauksi ojast Narva jõe väljavooluni) rannavõõndi iseloom muutub. Aktiivse plaaži laius on siin vaid 10—15, harva 20 m. Seda ääristab vanadesse luidetesse kulutatud üks või mitu astangut. Liivakiht plaažil ja rannanõlval on õhuke ja madala veeseisu (pagupee) ajal paljandub rannanõlval



moreen. Rand on nõrgalt kamardunud, kõrkja- ja pilliroovöönd puudub, põõsaid kasvab rannaastangu all hõredalt. Liiva koguneb rohkem jõesuudmetesse ja seetõttu on seal ka luited paremini välja kujunenud ning kõrgemad kui harilikult rannavööndis. Valitsevate edela- ja läänetuulte mõjul liiguvad setted paralleelselt rannaga Narva jõe lähte poole. Jõesuudmed ummistuvad ja jõed peavad otsima uusi suubumiskohti. Kolmandas rannatõigus (Narva jõe lähte ümbruses) plaaz laieneb uuesti ja luidetes olev astang asub 100 m veeniirist maa pool. Rand on tugevasti kamardunud ja tiheda põõsastikuga kaetud. Rannatõlval kasvab laia vööndina pilliroogu. Et setted kogunevad Narva jõe lähte ümbrusse, laieneb rannariba pidevalt järve arvel ja jõe lähe vajab aegajalt süvendamist.

Rannavööndis Avijõe suudmest kuni Narva jõe lähteni esineb hästi sorteerunud (sorteerumiskoeffitsient 1,2—1,3) peene- ja keskmiseteralist liiva ( $M_d=0.15-0.47$ ). Esimesele ja kolmandale rannatõigule on iseloomulik peeneteraline ( $M_d=0.15-0.20$ ;  $S_0=1.26-1.41$ ), teisele keskmiseteraline liiv ( $M_d=0.38-0.44$ ;  $S_0=1.29-1.72$ ).

Setete kerges fraktsioonis (tihedus väiksem kui  $2.89 \text{ Mg/m}^3$ ) on kõige rohkem kvartsi (84—94%) ja päevakive (7—16%), teisi mineraale on 1% või vähem. Raske fraktsioonis, mille osakaal on 0,16—3%, on valdavalt amfiboolid (maksimaalselt 75%), magnetiit ja ilmeniid (kuni 49,2%) ning granaat (kuni 36,4%). Kasulikke komponente, peamiselt tsirkooni grupi mineraale, on 1,2—5,6%, kergesti murenevaid mineraale peaaegu ei ole, ka vilku ja kloriite on vähe (kuni 4,5%). Pürokseenide hulk ulatub 4%-ni.

Abrasioon Peipsi põhjaosa rannavööndis on viimasel 6—7 aastal olnud tugevam kui sellele eelnenud pikal veevaesel perioodil (1934—73). Alates 1974. aastast on Peipsi veetase ületanud paljude aastate keskmise ligikaudu poole meetri, maksimaalselt ühe meetri võrra. Kevadine rüüsi jää ja inimtegevus põhjustavad samuti muutusi rannavööndis.

*Elvi TAVAST*

## ON THE GEOLOGY OF THE NORTHERN COAST OF LAKE PEIPSI

The paper deals with the characteristics of the northern coast of Lake Peipsi from Avijõe to the Narva River. The section of the coastline is about 40 km long. The sodden sandy coastal zone stretches from Avijõe to the Kauksi Brook. The coast is sporadically covered with bushes. The underwater coastal slope is generally flat, and the bed of bulrush or reed on the coastal zone is of 40 m in width. The beach is bordered by one or two low beach barriers. The active sandy coastal zone stretches from the Kauksi Brook to the Narva River. The breadth of the beach is 10—15 m, rarely 20 m. One or several beach scarps have developed on the ancient dune sands (Fig. 1). The sand layer on the beach is thin and the underwater slope may be morainic (Plate I, 1). The beach is slightly sodden, without any bulrush or reed, and there are seldom shrubs at the foot of the beach scarp. Sand deposits at the mouths of the rivers or dunes are higher here than elsewhere in the coastal zone. Here the winds blow mostly from the south-west or the west. Owing to that fact, the sands move in the direction of the outflow of the Narva River. Sand deposition here tends to obstruct the river mouths, and so the rivers must erode a new inflow (Plate I, 2). The beach is wider in the area of the outflow of the Narva River and the beach scarp is at the distance of about 100 m from the surface of the water. The beach is widely sodden and covered with dense brushwood. Bulrush and reed spread on the underwater coastal slope. As a result of the transport of sand from west to east, the outflow of the Narva River has been gradually blocked and needs therefore to be dredged from time to time.

Well-sorted (the coefficient of sorting is usually 1.2—1.3; Fig. 2) fine and medium-grained sand ( $M_d 0.15-0.47$ ) is spread of the beach from Avijõe to the outflow of the Narva River. Fine sand ( $M_d 0.15-0.20$ ;  $S_0 1.26-1.41$ ) is usually represented in the coastal zone on the stretches from Avijõe to Kauksi Brook and from Jama to the outflow of the Narva River, and medium-grained sand ( $M_d 0.38-0.44$ ;  $S_0 1.29-1.72$ ) from Kauksi Brook to Jama.

The mineralogical composition of the light subfraction (the density smaller than  $2.89 \text{ Mg/m}^3$ ) is characterized by quartz (84—94%) and feldspars (7—16%). Other minerals are represented in lesser amounts than 1%. Amphiboles (max 75%), magnetite and ilmenite (up to 49.2%) and garnet (up to 36.4%) are the main minerals belonging to the heavy fraction. The quantity of valuable components, mainly zirkone, is comparatively small (1.2—5.6%). Less resistant minerals are practically absent. Micas and chlorites and pyroxenes are represented in small quantities (4.5 and up to 4%, respectively).

The abrasion on the northern coast of L. Peipsi has been intenser during the last 6—7 years than it was in the long previous period (1934—73). The water-level of the lake exceeded the medium level of the previous years for the first time in 1974. The rise of the level amounts to 0.5—1.0 m. As a result, the northern coastal zone of L. Peipsi has actually been changed due to the high water-level, intensive human action and influence of the drifting ice.