

## РЕЛЬЕФ И ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ПЕТРОЗАВОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА, КАК ОСНОВА ЕГО СОВРЕМЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Демидов И. Н., Лукашов А. Д.<sup>1</sup>

*Ботанический сад ПетрГУ располагается на северо-западном побережье Петрозаводской губы Онежского озера в пределах денудационно-тектонической Соломенской гряды на абсолютных отметках 33—123 м выше уровня моря. Маломощные морены последнего верхневалдайского оледенения прерывистым чехлом залегают на вулканогенно-осадочных породах протерозоя и местами перекрыты песчано-гравийными озерно-ледниковыми и озерными отложениями, фиксирующими поэтапное падение уровня Онежского водоема в поздне- и последнеледниковье. Палеосейсмодислокации последнеледникового возраста представлены сейсмокolloвиальными осыпями, разрушенными и деформированными скалами. Сильнопересеченный рельеф территории, сочетание различных по составу и увлажненности четвертичных отложений обусловили разнообразие современных ландшафтов Ботанического сада.*

\*\*\*

Основной особенностью четвертичного периода, начавшегося около 1.8 млн. лет назад, были глобальные циклические колебания климата, вызывавшие чередование холодных ледниковых эпох и теплых межледниковий. Причиной оледенений явилось сложное совпадение и комплексное влияние астрономических, тектонических и климатических факторов. Ледниковые панцири, мощностью до 2—3 км, зарождались на севере Европы в Скандинавских горах и распространялись далеко на юг, до широты Москвы и Киева. Развитие на севере Европы и Америки таких огромных ледниковых щитов, сопоставимых с современным оледенением Антарктиды и Гренландии, изменяло природные условия всей планеты. Во время оледенений смещались климатические пояса, северные реки, подпруженные ледниковым краем, поворачивали на юг, уровень Мирового Океана падал на десятки метров. Растительность, животные и древний человек отступали перед надвигающимися ледниками, мигрировали по осушившимся океаническим шельфам с континента на континент. Древние ледники разрушали, выпахивали подстилающие горные породы, переносили их обломки за сотни километров, и отлагали их в виде песчаных и моренных гряд и холмов. Под тяжестью гигантских ледников прогибалась земная кора, а после их таяния, обширные площади континентов покрывались морскими водами в межледниковые периоды. Вслед за отступающим краем ледника, формировались обширные приледниковые озера, зеленой волной наступала растительность, пионерные тундровые сообщества сменялись лесостепями, березовыми и хвойными лесами. После снятия ледниковой нагрузки, происходило поднятие земной коры, сопровождавшееся землетрясениями и отступлением береговой линии океана.

Все эти основные геологические процессы четвертичного периода, обусловленные циклическими

планетарными изменениями климата, получили отражение в разнообразных и живописных ландшафтах, как всей территории Карелии, так и побережий Петрозаводской губы Онежского озера.

### **Орография и рельеф территории**

Территория Ботанического сада Петрозаводского государственного университета располагается на северо-западном побережье Петрозаводской губы Онежского озера, восточнее пос. Соломенное и входит в состав водораздела Петрозаводской губы и озера Логмозера (рис. 1, 2). Основная её часть находится на абсолютных отметках 60—80 м над уровнем моря. Максимальная высота — 122.9 м — относится к горе Большая Ваара, минимальные отметки — 33 м — фиксируют современный уровень Онежского озера.

В целом рассматриваемая территория представляет собой ось отпрепарированной процессами денудации антиклинальной складки, выраженной в современном рельефе в виде мощного крутосклонного кряжа субширотного простирания (Соломенской гряды), сложенной прочными вулканогенно-осадочными породами суйсарской свиты протерозоя. Южное крыло антиклинальной структуры с частью её свода, по-видимому, опущено тектоническим сбросом значительной амплитуды, протягивающимся вдоль побережья Петрозаводской губы [Экман, 1972].

Относительное превышение кряжа над окружающими озерами и равнинами достигает 90 м. Денудационно-тектонический рельеф территории, характеризуется значительной пересеченностью и крутизной склонов. Для северной части Ботанического сада в основном характерны небольшие, от 0° до 3—5°, уклоны земной поверхности в северном и северо-западном направлениях. В южной, прилегающей к озеру части, склоны крутые, до 20° и бо-

лее. Часто они осложнены сериями небольших структурных террас и эрозионно-тектоническими уступами высотой до 10—15 м.

Практически на всем протяжении четвертичного периода процессы ледниковой и водной эрозии преобладали здесь над процессами аккумуляции. В ледниковые эпохи ледники интенсивно эродировали край Соломенской гряды. Практически на всей территории сада можно наблюдать типичные экзарационные формы ледникового рельефа — бараньи лбы. Скала с бывшей церковью на восточном берегу Соломенского пролива (1) является классическим примером такой экзарационной формы ледникового рельефа, образовавшейся в результате эрозии и шлифовки материковым льдом поверхности скальных пород. Контрастно выражена асимметрия скло-

нов бараньего лба, отражающая различия в воздействии ледника на подстилающие породы в зависимости от их рельефа. Северо-западный склон (проксимальный), обращенный навстречу движения древних ледников — пологий и отшлифованный. Придонные горизонты ледника, обогащенные обломками горных пород, как гигантский наждак сглаживали и шлифовали его на протяжении тысячелетий. При боковом освещении заметны ледниковые шрамы — царапины, оставленные вмержшими в ледник обломками камней. Юго-восточный склон бараньего лба, обращенный по движению ледников (дистальный), крутой, обрывистый, с «рваными» краями. Здесь, под основанием ледника, преобладали процессы заморзания-оттаивания воды в трещинах горной породы, вызывавшие ее разрушение и последующий отрыв ее блоков ледником.



Рис. 1. Карта четвертичных отложений территории Ботанического сада на северном побережье Петрозаводской Губы Онежского озера. Условные обозначения: 1 — коренные породы, 2 — супесчаная морена последнего оледенения, 3 — песчаная, абрадированная морена, 4 — озерные, озерно-ледниковые пески с гравием и галькой, 5 — озерно-ледниковые ленточные глины, 6 — болота, 7 — пос. Соломенное, 8 — денудационно-тектонические уступы, 9 — террасы, 10 — береговые валы, 11 — максимальный уровень Онежского приледникового озера, 12 — дороги, 13 — границы Ботанического Сада, 14 — номера объектов, упоминаемых в тексте.

Аналогичные формы рельефа можно наблюдать и на других участках территории. В целом такая асимметрия склонов относится и практически ко всей Соломенской гряде. Её можно отнести к таким крупным формам экзарационного ледникового рельефа как флиггбергам — гигантским бараньим лбам, длиной в сотни метров, у которых проксимальные склоны пологие, а дистальные и латеральные — крутые.

В межледниковые и позднеледниковые эпохи котловина Онежского озера заполнялась водами

приледниковых и морских бассейнов. Южная, обращенная к открытому водоему, часть рассматриваемой территории была наиболее подвержена волновой абразии (рис. 2 А, Б).

В целом значительная пересеченность рельефа Ботанического сада не способствовала процессам аккумуляции. Рыхлые отложения легко сносились с крутых склонов и уступов процессами эрозии. Только в понижениях рельефа коренных пород, и на субгоризонтальных структурных террасах сохрани-

лись ледниковые и озерные отложения, слегка нивелирующие неровности докембрийских пород.

Аккумулятивные озерные террасы поздне- и послеледникового времени, местами осложненные сериями небольших, до 1 м в высоту, береговых

валов, наблюдаются в основном на южных склонах Соломенской гряды и фиксируют постепенное падение уровня Онежского озера с 85—90 м в позднеледниковье и до 33 м в наши дни (рис. 1, 2). Строение древних береговых образований будет рассмотрено ниже.

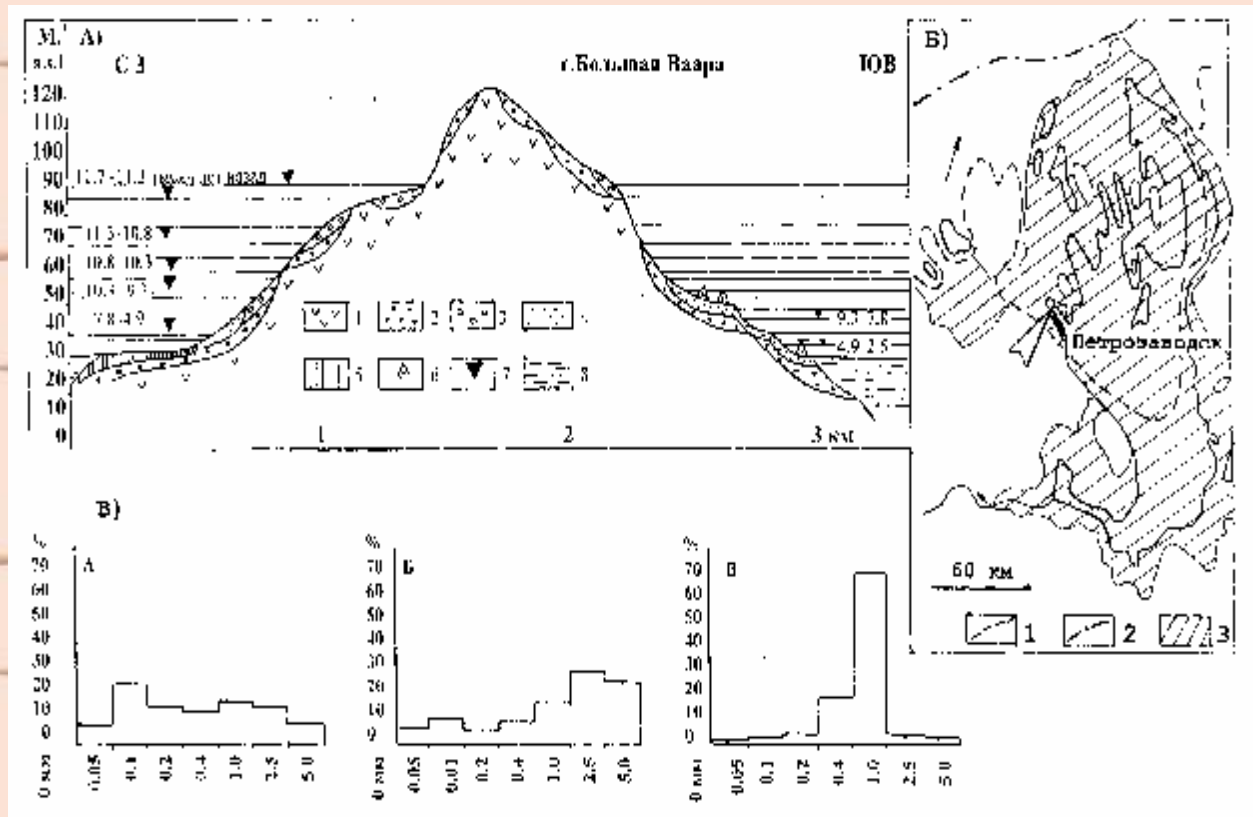


Рис. 2. Особенности формирования четвертичных отложений территории Ботанического сада.

А. Гипсометрический профиль через гору Большая Ваара с элементами геологического строения и древними уровнями Онежского озера. Условные обозначения: 1 — коренные породы, 2 — супесчаная морена, 3 — песчаная, абрадированная морена, 4 — озерные и озерно-ледниковые пески с гравием и галькой, 5 — озерно-ледниковые ленточные глины, 6 — древние береговые валы, 7 — древние уровни Онежского озера и их возраст, 8 — современный уровень Онежского озера.

Б. Палеогеографическая схема положения края ледника невоской стадии оледенения в начале — около 11 800 л. н. (1) и в середине — около 11 400 л. н. (2) интерстадиала аллерёд и максимальные размеры Онежского приледникового озера (3). Стрелкой показано расположение территории Ботанического сада.

В. Гранулярный состав (фракции < 5 мм) супесчаных (А), песчаных абрадированных (Б) морен и озерно-ледниковых песков (В) на территории Ботанического сада ПетрГУ.

Более благоприятные условия для накопления осадков существовали в восточной части Ботанического сада, где рельеф коренных пород более пологий и сглаженный. Севернее и северо-западнее рассматриваемой территории, вдоль берегов озера Логмозера и Логмо-ручья располагается плоская озерно-ледниковая равнина, сложенная ленточными глинами, песками и алевритами.

В поздне- и послеледниковое время на территории Карелии происходили сильные, до 8—9 баллов, землетрясения. Их следы в виде крупноглыбовых

обвалов, деформированных и разрушенных скал можно наблюдать и на территории Ботанического сада. Среди неотектонических движений земной коры выделяется два типа: медленные, вековые (эпейрогенетические), определяющие воздымание региона в течение целых геологических эпох и создающие своеобразный денудационно-тектонический рельеф и быстрые импульсные движения, генерирующие землетрясения и разрушающие отдельные формы рельефа, и геологические тела в эпицентральной зоне. Следы разрушительного воздействия импульсных движений на рельеф

или палеосейсмодислокации являются прямыми признаками сильных землетрясений в прошлом.

На побережье Онежского озера и на Заонежском полуострове были обнаружены многочисленные палеосейсмодислокации [Лукашов, 1993]. Аналогичные образования встречены и на территории Ботанического сада. Урочище Чертов Стул является одной из них (2). Здесь в крутом склоне на протяжении 50 м наблюдается выкол, скальный оползень и сейсмогравитационный обвал. Выкол представляет собой нишу в стене уступа, имеет размер 4.1 x 3.7 x 3.5 м и объем 53 м<sup>3</sup>. Ниша возникла в результате выброса горизонтальным сейсмическим ударом глыбы кристаллических пород на 22 м. В 9 м к востоку от уступа были отчленены блоки пород, которые сползли на 3—5 м. На протяжении всех 50 м вдоль основания уступа располагается сейсмогравитационный обвал скальных пород, объем глыб в котором достигает 8—39 м<sup>3</sup>.

Следующая палеосейсмодислокация находится в северной части территории у высоты 92.5 м (3). Здесь поверхность скалы со следами ледниковой полировки разбита на фрагменты трещинами, ориентированными в северо-западном и северо-восточном направлениях. Склон высоты преобразован в сбросовой уступ, в основании которого залегает скальный оползень и сейсмогравитационный обвал. В западной части территории располагаются иные по морфологии сейсмодислокации (4). Здесь находится сглаженная, удлиненная гряда скальных пород — бараний лоб. Целостность гряды нарушена многочисленными трещинами, по которым отдельные блоки гряды смещены относительно друг друга на 0.5, 0.3 и 1.5 м. Такая дислокация могла возникнуть в результате вертикальных, направленных снизу вверх ударов и вибраций. В непосредственной близости располагается другая сейсмодислокация, представляющая собой провал кубообразной формы, объемом около 2 м<sup>3</sup> на отшлифованной ледником поверхности скального бараньего лба.

### **Четвертичные отложения**

#### *Ледниковые отложения*

Строение четвертичного покрова территории Ботанического сада ПетрГУ обусловлено тремя основными и взаимосвязанными факторами: рельефом дочетвертичных скальных пород, условиями аккумуляции отложений в ледниковое время, деятельностью позднего и послеледниковых водоемов. Четвертичные отложения территории представлены главным образом моренной последнего Скандинавского верхневалдайского оледенения и озерными песчано-гравийными отложениями, фиксирующими изменения уровня Онежского озера в позднего и послеледниковое время. Биогенные торфа, мощностью

до 30—50 см и грубообломочные сейсмоколлювиальные осыпи имеют ограниченное локальное распространение (рис. 1). Средняя мощность четвертичных осадков редко превышает 2 м, а значительные площади рассматриваемой территории вообще лишены четвертичного покрова или его мощность составляет не более 0,5 м.

На территории Ботанического сада, как и на большей части Карелии, отложения последнего оледенения залегают непосредственно на древних метаморфизованных породах докембрия. Последний Скандинавский ледниковый покров, достиг максимальных своих размеров около 18 тыс. л. н. и отступил из Петрозаводской губы около 11.7 тыс. л. н. В ходе развития и деградации последнего оледенения, рассматриваемая территория примерно в течение 8—10 тыс. лет была перекрыта движущимся льдом. Ледник преобразовал земную поверхность — разрушил и отшлифовал скалы, преотложил их разноразмерные обломки в виде морен — несортированных песков и супесей, обогащенных щебнем и валунами.

Захваченные ледником обломки горных пород транспортировались им, как правило, на небольшое расстояние. В целом для Карелии дальность ледниковой транспортировки обломочного материала составляет 10—15 км. На такое расстояние переносилось до 30 % захваченных ледником фрагментов горных пород. Отдельные обломки, попавшие по внутренним сколам в теле ледника в его верхние горизонты, переносились за сотни километров, но они составляют только десятые доли процента от основной массы перемещаемого ледником материала. На территории Ботанического сада сильнопересеченный рельеф коренных пород способствовал усиленной ледниковой эрозии, быстрому обогащению придонных горизонтов льда местным обломочным материалом и отслаиванию его в виде локальных морен, не претерпевших значительной транспортировки. Разрез ледниковых отложений (5) можно наблюдать в небольшом карьере у северного подножия высоты 90.2 м (юго-западная часть территории). Супесчаная пылеватая морена представляет собой супесь, обогащенную не окатанными, угловатыми, несортированными обломками преимущественно местных пород основного состава — туфов и базальтов. Большие валуны и глыбы также не окатаны, имеют острые ребра и грани и представлены местными горными породами, что свидетельствует об их незначительной ледниковой транспортировке. В северной части сада, около дороги Соломенное—Пиньгуба, в сосновом лесу живописно расположились две глыбы местных туфов размером 3 x 2.5 x 2.5 м, перенесенные ледником не более чем за 1—2 км (6).

Среди ледниковых отложений по их гранулярному составу можно выделить следующие разновидности (рис. 2 Б):

1) супесчаная морена развита на абсолютных отметках выше 65—80 м и сложена бурой или серовато-бурой валунной супесью с содержанием алевроитовых частиц (< 0.1 мм) 23—50 %, при средних значениях около 30 %. В гравийно-галечных фракциях преобладают фрагменты местных коренных пород — базальтов и туфов. Только около 15 % обломков представлены дальнепринесенными фрагментами кислых пород — гранитов и гнейсов. Мощность супесчаной морены в среднем составляет 1.5—2 м, редко достигает 3 м. Залегает такая морена непосредственно на скальных породах, а ниже абсолютных отметок 65—80 м бывает перекрыта абрадированной перемытой песчаной мореной, озерными или болотными осадками;

2) песчаная морена встречается на абсолютных отметках ниже 65—80 м и сложена сильно-завалуненными серовато-желтыми и серовато-бурыми песками с большим содержанием плохо

окатанного валунно-галечного материала. Алевроитовых частиц содержится только 7—15 %. Мощность отложений обычно не превышает первых десятков сантиметров. Залегает песчаная морена на коренных породах или на супесчаной морене и сформировалась в результате частичного перемыва супесчаной морены водами приледниковых и послеледниковых водоемов;

3) суглинистая морена представлена темными серовато-бурыми или темно-серыми валунными суглинками, обычно сильно увлажненными. Развита она локально, в понижениях рельефа северной части территории. Возможно, её формирование связано с привнесом и ближним переотложением ледником глинистого вещества из расположенной к северу от рассматриваемой территории депрессии, заполненной до наступления ледника в невскую стадию песчано-глинистыми озерно-ледниковыми осадками.

Минеральный и химический состав песчано-алевроитовых фракций морен так же хорошо отражает состав подстилающих пород ледникового ложа.

Таблица

Химический состав морен территории Ботанического сада, Западной Карелии и ленточных глин Соломенского месторождения

№	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	П.п.п
21	61.7	0.93	12.4	3.93	4.38	0.12	3.35	3.55	3.11	1.49	0.14	4.55
2	66.7	0.57	11.7	3.3	3.06	0.08	1.99	2.31	2.61	1.72	0.43	6.7
9	73.7	0.5	10.8	2.17	2.09	0.06	1.81	1.93	3.01	1.99	-	1.75
25	72.3	0.5	11.1	2.79	2.09	0.08	1.95	1.44	2.7	2.15	0.13	2.42
гл	61.4		18.36				3.15	2.13				4.3
гр	75.8	0.4	11.3	1.32	1.37	0.04	1.17	2.41	3.16	1.78	-	1.18
ба	50.2	1.42	12.7	1.69	9.10	0.18	7.96	8.98	3.16	1.37	0.25	2.91

В таблице приведены химические составы проб морен ( фракция < 1 мм), отобранных с южных (№№ 2, 21) и северных (№№ 9, 25) склонов территории сада. Для сравнения приведены данные химического анализа морен Западной Карелии, развитых на кислых гранитоидах (*гр*), химический состав пироксен-плагиоклазового базальта района пос. Соломенное [*ба*, по Голубеву и др., 1987] и ленточных глин Соломенского месторождения [*гл*, по Митрофановой, Филинцеву, 1956]. Как видно из таблицы, содержание двуокси кремния, окислов кальция, магния и железа в морене на южном склоне Соломенской гряды более отвечает химическому составу подстилающих базальтов, чем в моренах северного склона. Возможно, что на северном склоне содержится больше разноразмерных фрагментов кислых гранитоидов, принесенных ледником, чем в моренах южного склона, формировавшихся в большей степени за счет ближнего переотложения ледником местных пород

### Озерные и озерно-ледниковые отложения

Озерные песчаные и песчано-гравийно-галечные отложения широко развиты на нижних, голоценовых, террасах Онежского озера на абсолютных отметках от 35 до 55 м. Песчано-гравийные осадки древних, более высоких уровней Онежского приледникового озера, наиболее хорошо сохранились в восточной части Ботанического сада, на абсолютных отметках 85, 75, 60 м. Они слагают небольшие, до 1,5—2 м высотой, аккумулятивные террасы, а также серии береговых валов высотой до 1 м (рис. 1, 2). Из-за сильно пересеченного рельефа коренных пород и крутизны его склонов, древние береговые образования сохранились, главным образом, в понижениях рельефа, в которых ранее существовали заливы, защищенные от абразионной деятельности крупного водоема.

После отступления ледникового края из Петрозаводской губы около 11 700 лет назад объединились два обширных приледниковых озера — Шуйское, располагавшееся в долине р.Шуя, и Онежское, занимавшего в то время южную часть современного Онежского озера, долину р.Водла и южное Прионежье. Уровень этого огромного приледникового бассейна составлял в районе г. Петрозаводска современных абсолютных отметок 85 м, и большая часть рассматриваемой территории находилась под его холодными водами (рис. 1, 2 Б). Практически только два острова существовали на территории сада. Один в районе горы Большая Ваара, другой — севернее урочища Пески. На дне водоема, на глубинах более 20 м, формировались сезонно-слоистые ленточные глины. Каждую весну в ходе бурного таяния ледника в водоеме осаждались песчаные частицы, формируя летний песчаный слой. В зимний период шло медленное осаждение глинистых частиц, образующих глиняный — зимний слой. Ленточные глины широко распространены по берегам озера Логмозеро, где их мощность местами достигает 7 м. Нередко в глинах наблюдается гравий и галька, вытаявшая из плавающих льдин и айсбергов.

В прибрежной зоне древних водоемов формировались песчаные и гравийно-галечные отложения, слагающие аккумулятивные террасы и береговые валы, фиксирующие положения древних береговых линий.

В северной части урочища Чертов Стул в центральной части поляны выше обрыва располагается небольшая терраса высотой около 1.5 м (7). Сформировалась она около 11.7—11.5 тыс. лет назад на абсолютной высоте 84—85 м при максимальном уровне Онежского приледникового озера. Ниже уступа террасы верхняя часть морены перемыта и абрадирована. Непосредственно у обрыва урочища Чертов Стул поверхность коренных пород отшлифована ледниками и волнами древнего Онежского озера. Сам обрыв на протяжении около 1000 лет являлся абразионным уступом на берегу озера. Позднее уровень водоема опустился ниже его подножия, где также сформировался шtrand — полоса абразионного берега.

Береговые образования древнего приледникового водоема наиболее отчетливо выражены в урочище Пески, в восточной части Ботанического сада, на пожнях к западу и югу от высоты 102 м (8). У южного подножия высоты 102 м на абсолютных отметках 83—85 м протягивается терраса высотой до 2 м, сформировавшаяся также при максимальном уровне Онежского приледникового озера. В это время здесь существовал пролив, соединяющий Онежское озеро с Логмозером. Хорошо отмытые песчано-гравийные отложения можно наблюдать в заброшенном карьере у лесной дороги. Спускаясь по пожням к совре-

менному берегу Онежского озера, проходим по сериям субширотных аккумулятивных террас, фиксирующих снижение уровня озера за последние 10 тысяч лет. В 200 м на юг от старого карьера в Урочище Пески в сосновом бору наблюдается серия хорошо выраженных береговых валов высотой до 1 м, сложенных гравийно-галечным материалом (9). Около 11 300 л. н. уровень Онежского озера понизился до отметки 70—75 м. Ранее существовавший здесь пролив между Логмозером и Онежским озером превратился в большой, открытый, с пологим берегом, залив. Волны создали на его берегу галечный пляж. Примерно к этому же времени относятся и береговые образования на пожне в западной части сада, южнее высоты 88 м. Этот древний шtrand — полоса древнего абразионного берега Онежского озера между абразионным уступом и урезом воды (10). Шtrand представляет собой полого-наклонную на юг поверхность, сложенную абрадированной, перемытой мореной со значительным количеством валунов. Местами встречаются довольно хорошо отмытые галечники. Абсолютная высота поверхности шtrанда 64—72 м.

#### *Биогенные отложения*

На рассматриваемой территории биогенные отложения представлены маломощными торфами, слагающими два небольших болота с северо-западной и северной части сада. Мощность торфов составляет около 0.5—0.8 метра, что говорит об их молодости. Предположительно они сформировались не ранее субатлантического времени (2500 лет назад). Крутые склоны скал, широкое распространение хорошо дренируемой песчаной морены и песчано-галечных озерных осадков не способствовало заболачиванию территории.

#### *Коллювиальные отложения*

Коллювиальные отложения представлены глыбами и крупнообломочными сейсмоколлювиальными осыпями и обвалами, развитыми непосредственно у крупных уступов коренных пород. Сформировались они в ходе поздне- и послеледниковых землетрясений (см. выше).

#### *Особенности геологического развития территории в четвертичном периоде*

Последние 600 тысяч лет территория Карелии не менее четырех раз перекрывалась материковыми ледниковыми покровами мощностью 1.5—2 км. В межледниковые эпохи климат был теплее современного, а уровень Мирового океана и крупных озер значительно изменялся. В лихвинское (400—300 тыс. л. н.) и одинцовское межледниковья (250—200 тыс. л. н.) морские воды проникали в котловину Онежского озера. В последнее наиболее теплое межледниковье плейстоцена - микулинское (130—

115 тыс. л. н.) уровень океана достигал современных отметок 100 м. Морской пролив соединял Белое и Балтийское моря. Глины и суглинки этого времени, содержащие морскую фауну, широко развиты на первой террасе Онежского озера в г. Петрозаводске, где они перекрываются 2—7-метровой толщиной более молодых осадков [Экман, 1987]. Спорово-пыльцевые спектры этих отложений ясно указывают на характерную для межледниковых эпох последовательную кульминацию широколиственных пород — дуба, вяза, орешника, липы, граба [Девятова, 1972]. В это время широколиственные породы составляли около 20 % лесов западного Прионежья. В максимум микулинской трансгрессии, совпавшей с климатическим оптимумом межледниковья, климат был значительно теплее современного, а большая часть территории Ботанического сада и Петрозаводска были перекрыты водами морского пролива. Учитывая, что в это время территория сада представляла собой два небольших скальных острова, можно предположить, что и в климатическом оптимуме здесь господствовала сосна, а в понижениях рельефа на супесчаных и суглинистых почвах были распространены еловые леса с широколиственными породами.

Последнее валдайское оледенение началось в горах Скандинавии около 115 тыс. л. н. Максимумы похолоданий приходятся на возрастные интервалы 90 и 60 тыс. л. н. Однако край Скандинавского ледника в это время не достиг южной и центральной Карелии и, вероятно, располагался в северо-восточной части Финляндии и сопредельных районах России.

Многочисленными скважинами на территории г. Петрозаводска вскрыты отложения средневалдайского мегаинтерстадиала (50—25 тыс. л. н.). Представлены они озерными песчано-гравийными отложениями и озерно-болотными торфами и сапропелями. Радиоуглеродные датировки озерно-болотных отложений указывают на их формирование в интервале от 46 до 31 тыс. л. н. [Экман, 1987; Девятова, 1972]. По данным спорово-пыльцевого анализа для Среднего Валдая г. Петрозаводска выделяются голыковское и древлянское потепления, разделенные куковским похолоданием. В потепления господствовали березово-сосновые леса с небольшой примесью широколиственных пород, в похолодание — березовые леса. В целом климат был холоднее современного.

Глобальное похолодание климата в Позднем Валдае вызвало продвижение Скандинавского ледника на равнины Европы. Вероятно, около 23—22 тыс. л. н. его край достиг Онежского озера, а в максимум оледенения — около 19—18 тыс. л. н. — ледниковый фронт протягивался примерно по линии Смоленск—Вологда—Мезень. Около

12 тыс. л. н., в относительно теплый интерстадиал аллерёд, край ледника отступил в восточную Финляндию от краевых образований холодной невской стадии, протягивающихся от южного побережья Ладоги через оз. Сямозеро к Петрозаводску и далее через Повенецкий залив Онежского озера (рис. 2 Б). Уровень Онежского приледникового озера достигает своего максимума около 11.5 тыс. л. н. Процессы ледниковой эрозии на территории Ботанического сада, сменяются процессами морозного выветривания и переработкой берегов водами обширного приледникового водоема. В районе г. Петрозаводска древние береговые образования этого периода располагаются на абсолютных отметках около 85—90 м. Только вершины Соломенской гряды не покрыты водами холодного озера (рис. 1, 2 А). К северу от урочищ Чертов Стул и Пески формируются песчано-гравийные террасы, фиксирующие уровень древнего водоема. На глубинах более 20—30 м осаждаются ленточные глины. После отступления края ледника с Онего-Сегозерского водораздела около 11.4 тыс. л. н., Онежское приледниковое озеро получает более низкий порог стока в Белое море, через район современного Беломоро-Балтийского канала и его уровень падает на 15—20 метров (рис. 2 А). Площадь островов на территории Соломенской гряды значительно увеличивается. К этому времени относится и формирование мощных песчано-гравийных береговых образований урочища Пески.

На каменистых островах Соломенской гряды господствуют процессы выветривания, главным образом морозного. На высоте 107 м, к северу от урочища Пески, в подпочвенном слое морены, удлиненные обломки горных пород располагаются вертикально, что указывает на интенсивное промораживание территории. Незакрепленные растительностью грунты интенсивно размываются и выдуваются атмосферными осадками и ветром. Вероятно, развивались и процессы солифлюкции — сползания многолетнемерзлых грунтов по склонам.

К сожалению, для рассматриваемой территории нет данных по развитию растительности в позднеледниковье. Но, учитывая схожесть геолого-геоморфологического строения данного района с Заонежским полуостровом Онежского озера, можно воспользоваться данными Н. Б. Лавровой [1999] по скважине, вскрывшей отложения аллереда южной части озера Путкозеро (70 км к СВ). Освоение территории растительностью, вероятно, началось с распространения видов, характерных для скальных грунтов и грунтов с несформировавшимися и нарушенными почвами (виды семейств *Poaceae*, *Saxifragaceae*, *Brassicaceae*), для щебнистых осыпей (*Paspalaceae*, *Ephedra*) и песчаных суглинков (*Dryas octopetala*, *Scrophulariaceae*, *Caryophyllaceae*).

Пыльца и споры этих растений были принесены из ранее освободившейся от материкового льда Олонецкой возвышенности, отделенной в аллереде от островов Соломенской гряды проливом шириной 6—7 км (рис. 2 Б). По мере образования почв и улучшения климатической обстановки, в понижениях рельефа, на песчаные и супесчаные грунты, особенно на южных склонах темноцветных скал, начинают проникать кустарнички — карликовые березки, ивы и вересковые, а затем древовидные формы березы и ольха. На обширных скальных выходах формируются сосняки лишайниковые. Возможно, в защищенных от северных ветров понижениях рельефа, на суглинистых и супесчаных грунтах появляется ель.

После потепления в аллереде наступает сильное похолодание в молодом дриасе (10 800—10 200 л. н.). Край ледника надвигается на западную и центральную Карелию. Холодные ледниковые воды продолжают поступать по древним долинам Шуи и Суны в Онежское озеро, но его уровень падает до отметок 65—63 м. Соломенская гряда представляет собой остров длиной до 10 км и шириной до 1.5 км, протягивающийся в субширотном направлении от современного пос. Соломенное до деревни Пиньгуба. На его территории, вероятно, преобладали тундровые ерниково-ивовые сообщества с покровом из зеленых мхов (*Betula nana*, *Salix*, *Ephedra*, *Bryales*). На южных склонах встречались куртины березы с примесью ольхи.

На протяжении голоцена (с 10 200 л. н.), территория Карелии развивалась в безледных условиях, но неоднократно происходили колебания климата, вызывавшие в свою очередь колебания уровня Онежского озера и изменения растительности. В северо-западном Прионежье с конца пребореального периода (9500 л. н.) преобладали северо-таежные березовые с примесью сосны леса, в конце бореального периода (8500 л. н.) они сменились среднетаежными сосновыми с березой, а в климатический оптимум голоцена — атлантическое время (6000 лет назад) — южно-таежными еловыми лесами с участием широколиственных пород [Елина и др., 2000]. С середины субатлантического периода (1200 л. н.) в Прионежье преобладает сочетание еловых лесов с сосновыми.

Следует подчеркнуть, что, несмотря на колебания климата в голоцене, геолого-геоморфологические особенности в значительной

степени влияли на природные условия рассматриваемой территории. Сложное сочетание обширных выходов коренных пород с каменистыми супесчаными моренами и песчано-гравийными отложениями древних озерных террас, значительные перепады высот, сложный рельеф территории влияют на увлажненность и теплообеспеченность отдельных частей Ботанического сада, процессы почвообразования и формирования растительности. Таким образом, геологические ландшафты, созданные в результате деятельности докембрийских вулканов, плейстоценовых оледенений, послеледниковых водоемов и землетрясений являются основой, определяющей особенности растительного покрова территории в условиях глобальных и региональных климатических изменений в плейстоцене и голоцене.

### *Список литературы*

Голубев А. И., Светов А. П., Куликов В. С. Геологическая экскурсия по маршруту: Петрозаводск — пос. Соломенное — ур. Чертов Стул — Петрозаводск // Путеводитель геологических экскурсий по Карелии. Петрозаводск: Изд-во Карельского филиала АН СССР, 1987. С. 81—89.

Девятова Э. И. Палинологическая характеристика верхнечетвертичных отложений Карелии // Четвертичная геология и геоморфология восточной части Балтийского щита. Л.: Наука, 1972. С. 59—97.

Елина Г. А., Лукашов А. Д., Юрковская Т. К. Позднеледниковье и голоцен Восточной Финляндии (палеорастительность и палеогеография). Петрозаводск: Изд-во Карельского научного центра, 2000. 241 с.

Лаврова Н. Б. Флора и растительность аллереда перигляциальной зоны Восточной Карелии // Вопросы геологии и экологии Карелии. Петрозаводск: Изд-во Карельского научного центра, 1999. С. 36—39.

Лукашов А. Д. Палеосейсмодислокации Заонежья // Кижский вестник №2. Заонежье. Петрозаводск: Госкоиздат, 1993. С. 35—42.

Митрофанова З. Т., Филинцев Г. П. Глины Карелии. Петрозаводск: Госуд. изд-во КАССР, 1956. 160 с.

Экман И. М. Морфоструктуры Западного Прионежья // Четвертичная геология и геоморфология восточной части Балтийского щита. Л.: Наука, 1972. С. 15—25.

Экман И. М. Стратиграфия. Четвертичная система // Геология Карелии. Л.: Наука, 1987. С. 79—93.



\*\*\*

**RELIEF AND QUATERNARY SEDIMENTS OF THE PETROZAVODSK STATE  
UNIVERSITY'S BOTANIC GARDEN AS THE BASIS OF ITS PRESENT LANDSCAPES**

**Demidov I. N., Lukashov A. D.**

*The PetrSU Botanic Garden is situated on the North-West shore of the Petrozavodsk bay of the Onego lake in the limits of the Solomennoye denudative-tectonic ridge on the absolute marks 33—123 m above sea-level. Small moraines of the last Upper Valdai ice accretion form a broken cover on volcanogenous sedimentary rocks of the Proterozoic and they are blocked here and there by sandy-gravel, lake-glacial or lake sediments fixing the gradual fall of the Onego basin's level during the late-glacial and the post-glacial age. Paleoseismic dislocations of the post-glacial period are presented by seismic colluvial scree, by wrecked and deformed rocks. Rugged relief of the territory, the combination of the Quaternary sediments, different by their structure and dampness made for the diversity of the Botanic Garden's present landscapes.*

---

Институт геологии Карельского НЦ РАН. 185610, Петрозаводск, Пушкинская, 11, тел. 8(8142)779824. E-mail: [demidov@krc.karelia.ru](mailto:demidov@krc.karelia.ru)