

УДК 551.79:551.311:551.345.3 (571.66)

Б.И. ВТЮРИН, Н.С. БОЛИХОВСКАЯ, В.Ф. БОЛИХОВСКИЙ, Ш.Ш. ГАСАНОВ

ВОРОНЦОВСКИЙ РАЗРЕЗ ЕДОМНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В НИЗОВЬЯХ р. ИНДИГИРКИ

Большие площади низменных равнин Восточной Сибири и Северо-Востока СССР сложены песчано-пылеватými отложениями, вмещающими мощные сингенетические повторно-жильные льды (ПЖЛ). Они образуют аккумулятивную поверхность, максимальные отметки которой на 50 м и более превосходят уровни высоких пойм региона. Эта поверхность расчленена долинами небольших водотоков и аласами на отдельные увалы, которые местное население издавна называло "едомами". А.П. Васьковским (1963) предложено рассматривать отложения этих увалов как составные части единой едомной свиты. Она известна также под названиями Воронцовской, Мухаинской и Ойгосской свит.

В 1975—1976 гг. нами выполнено исследование одного из наиболее известных обнажений едомы — Воронцовского Яра¹. Ранее это обнажение изучали С.Ф. Бискэ (1960), Ю.А. Лаврушин (1963), С.В. Томирдиаро (1980) и другие исследователи. В аналитической обработке материалов по Воронцовскому Яру участвовали многие специалисты. Настоящая статья подводит некоторые итоги комплексного изучения Воронцовского обнажения, которое мы рассматриваем в качестве опорного разреза едомы для низовьев бассейна р. Индигирки.

Общая характеристика разреза. Разрез расположен на правом берегу р. Индигирки, в районе устья р. Большая Эрча, у гидрометеопоста Воронцово, на удалении около 250 км от берегов Северного Ледовитого океана. Район Воронцовского Яра находится в полосе гипоарктической тайги (Юрцев, 1974), в нескольких десятках километров от ее северной границы. Древесная растительность здесь представлена исключительно даурской лиственницей (*Larix dahurica*). Среди кустарников много ольховника (*Alnus*), карликовой березки (*Betula sect. Nanae*) и различных видов ив. Широко представлены кустарнички: брусника (*Vaccinium vitis idaea*), голубика (*V. uliginosum*), черника (*V. myrtillus*) и др. Максимальная отметка поверхности едомы в окрестностях разреза 101 м. Исследовались осадочные отложения мощностью 50 м, залегающие между абсолютными высотами 91 и 41 м (рис. 1, 2).

Воронцовский Яр представляет собой активный термокар, возникший в результате спуска вод небольшого термокарстового озера в р. Индигирку через едомную перемычку и формирования в ней каньонообразной долины прорыва. В теплое время года склоны каньона отступали параллельно самим себе благодаря вытаиванию подземных льдов и выносу тальными водами грунтовых частиц. Постепенно склоны, за исключением активного участка современного Воронцовского Яра, выколаживались и превратились в байджараховые поля. Судя по возрасту лиственниц и ивняка в днище Воронцовского аласа, спуск Воронцовского термокарстового озера произошел в первом-втором десятилетиях текущего столетия. За это время (до 1976 г.) максимальное продвижение уступа термокара в глубь едомного массива составило около 600 м. Высота уступа термокара достигает 22 м. Нижележащие 28 м осадочных пород вскрыты по бортам термоэрозионных оврагов в термокаре. Четвертичная толща в окрестностях

¹ В полевых работах принимали участие также С.М. Зимов, С.М. Говорушко и И.М. Майоров — сотрудники ТИГ ДВНЦ АН СССР.

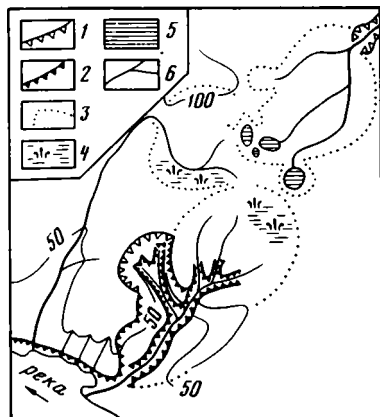


Рис. 1. Схема окрестностей Воронцовского Яра

1 — уступы с обнажениями ПЖЛ; 2 — уступы без видимых ПЖЛ; 3 — границы спущенных термокарстовых озер-аласов; 4 — мокрые луга, болота; 5 — озера; 6 — тальвеги

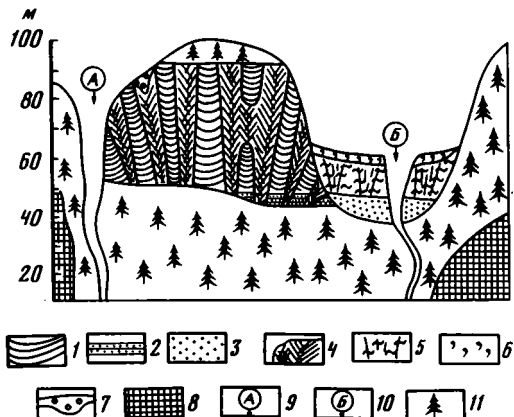


Рис. 2. Соотношение едомного массива и аласа на участке Воронцовского Яра

1 — суглинок пылеватый, неслоистый; 2 — песок слоистый; 3 — песок неслоистый, таберальный; 4 — сингенетические ПЖЛ; 5 — суглинки пылевато-таберальные, с псевдоморфозами по ПЖЛ; 6 — отложения термокарстового озера; 7 — отложения термокарстового "колодца" в ПЖЛ; 8 — коренные породы (песчаники и аргиллиты); 9 — первоначальное направление стока из группы термокарстовых озер; 10 — долина прорыва вод Воронцовского термокарстового озера и современное направление стока из Воронцовского аласа; 11 — поверхности с древесной растительностью

Воронцовского Яра залегает на неровной поверхности коренных пород — песчаников и алевролитов, выходы которых можно наблюдать на берегу р. Индигирки.

Сверху вниз в разрезе обнажены (рис. 3).

1. Покровный горизонт пылеватого серого суглинка с современной тундрово-глеевой почвой в пределах сезонноталого слоя (до глубины 0,8–1 м). Нижняя часть покровного суглинка ныне находится в многолетнемерзлом состоянии, однако наличие в нем слоев сильно льдистого грунта указывает на его более глубокое протаивание в прошлом. Мощность 1,1–1,3 м.

2. Собственно едома — суглинки и супеси пылевато-серого и темно-серого цвета, горизонтально-слоистые с ископаемыми почвами, вмещающие непрерывные ПЖЛ. Расстояние между ПЖЛ 8–12 м, ширина жил в кровле ~1,2 м. На глубине 40–41 м едомный грунт представлен волнистослоистыми пылеватыми мелкозернистыми песками. Примечательная особенность Воронцовской едомы — наклонное положение многих ПЖЛ и грунтовых ядер полигонов. Максимальное отклонение их длинных осей от вертикали 20°. Видимая мощность едомы в обнажении около 41 м, а общая несколько более 50 м.

3. Пески серо-желтые, мелко- и среднезернистые, таберальные. Вскрыты оврагом на абсолютной отметке около 50 м в аласе, примыкающем с востока к термокару (см. рис. 2). В результате протаивания под термокарстовым озером эти пески утратили первичную слоистую текстуру. У основания видимой части песчаной толщи имеется оглеенный слой мощностью 1–1,5 м с остатками кустарниковых растений. Видимая мощность 8 м.

Как показывают наши данные (Болиховская и др., 1978), а также данные С.В. Томирдиаро (1980), для всех отложений Воронцовского Яра характерно высокое содержание крупнопылеватой фракции (табл. 1).

Криогенные текстуры. Преобладающий вид криотекстуры едомного грунта — горизонтальная неполнослоистая, редкая микро- и тонкошлифовая. Под некоторыми ископаемыми почвами хорошо выражена горизонтальная тонкошлифовая и горизонтальная сетчато-слоистая криотекстура. Слоистая криотекстура хорошо заметна на вытаивающих стенках ядер полигонов. При вытаивании более льдистые прослои образуют

Таблица 1

Гранулометрический состав характерных толщ Воронцовского Яра, %

Горизонт; глубина, м	Размерность, мм					
	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05
Покровный слой; 0,5	0,16	0,3	0,11	0,31	1,11	24,84
Едома; 5	—	0,18	0,11	0,41	1,21	25,9
Едома; 15	0,24	0,1	0,1	0,3	0,6	23,62
Ископаемая почва; 29,5	0,06	0,18	0,2	0,4	0,61	7,32
Слоистый горизонт; 42	0,14	0,34	0,4	0,61	5,83	37,0

Примечание. Полный комбинированный гранулометрический анализ с применением пипетки Н.А. Качинского и дисперсной подготовкой образца выполнен Н.Н. Кузьминой.

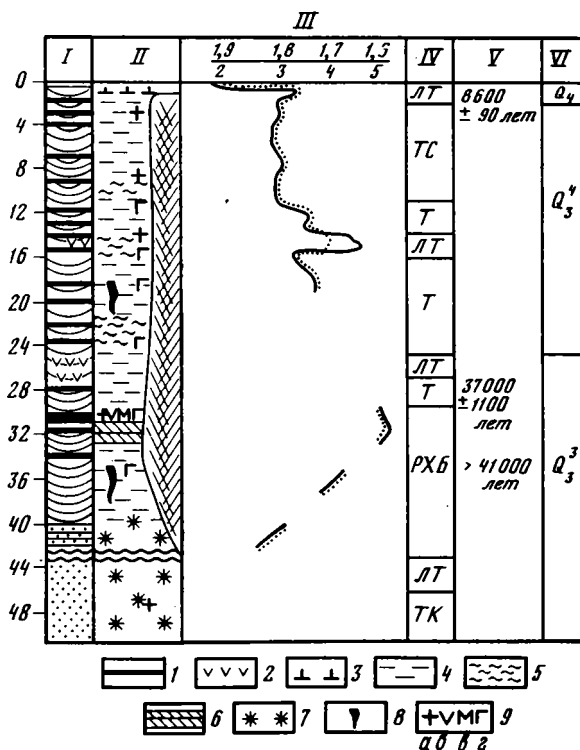


Рис. 3. Комплексная характеристика отложений Воронцовского Яра

1 — почвы; 2 — прослои палевого пылеватого сильнольдистого суглинка; 3 — граница сезонно-талого слоя; 4-7 — криотекстуры: 4 — горизонтальная неполнослоистая редкая тонкошлифованная, 5 — горизонтальная слоистая тонкошлифованная, 6 — горизонтальная сетчатослоистая, 7 — массивная; 8 — эпигенетические ледяные жилы в ядре полигона; 9 — включения: а — веточек кустарников и кустарничков, б — корней кустарников, в — костей крупных млекопитающих, г — костей и скелетов мелких млекопитающих

I — литологическая колонка; II — криогенное строение и включения; III — кривые влажности (%) — сплошная линия и объемного веса (г/см³) — точечная линия; IV — растительность: Т — тундра, ТС — тундростепь, ЛТ — лесотундра, ТК — тундра кустарниковая, РХБ — редколесье хвойно-березовое; V — радиоуглеродные даты; VI — стратиграфические подразделения: Q₃ — каргинский горизонт, Q₃⁴ — сартанский горизонт, Q₄ — голоцен

Остальные обозначения см. на рис. 2

Размерность, мм				Обработка 0,2% HCl	Гигроскопи- ческая влаж- ность
0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001		
52,23	9,28	5,36	6,33	1,68	1,3
53,40	6,29	8,87	3,63	4,36	1,04
42,49	7,73	16,11	8,61	1,46	1,13
68,94	12	7,24	3,05	4,89	1,99
48,45	2,29	3,49	1,45	2,13	0,94

выпуклые пояски, а менее льдистые — вогнутые. Отчетливо заметны серии разных порядков, отражающие сложный ход криолитогенеза едомы. Ледяные пояски в центре ядер полигонов перпендикулярны длинным осям этих ядер. На контакте с ПЖЛ они несколько приподняты вверх. В целом для едомы Воронцовского Яра характерны слабые деформации криотекстур, что указывает на высокую скорость осадконакопления и на небольшую степень напряженности грунта в ядрах полигонов.

Криогенная слоистость в едоме тесно связана с литологической слоистостью и подчеркивает ее. В однородных по механическому составу суглинистых разностях едомы при первичном мерзлом состоянии едомного грунта литологическая слоистость незаметна. Она становится ясно видной на стенках байджарахов, после вытаивания льда из едомного грунта, не сопровождающегося его оплыванием. Особенно отчетливо тонкая горизонтальная слоистость видна на вершинах байджарахов, где сухой едомный грунт отпрепарирован ветром. Высыхание едомного грунта без потери его первичного сложения является следствием испарения внутригрунтового льда на вершинах байджарахов в зимнее время. Реальность такого иссушения мерзлого грунта подтверждена экспериментально (Минервин, 1979). Слоистую текстуру едомы с прослоями опесчаненного грунта толщиной 15—20 см можно наблюдать в разрезе и на более высоких отметках. Такой характер криогенного строения едомных отложений определенно свидетельствует о сингенетическом способе формирования мерзлой толщи.

Ископаемые почвы. Впервые о наличии ископаемых почв в едоме сообщалось В.В. Колпаковым (1973). Горизонты ископаемых почв Воронцовского Яра можно отличить от основной массы едомного грунта по следующим признакам: более темной окраске, повышенному содержанию корней травянистых растений, присутствию корней кустарников и кустарничков, зернистой структуре (агрегированности), включениям "дробин" железомарганцевых новообразований.

К гумусовому горизонту ископаемых почв и к бывшему сезонноталому слою под ними приурочены довольно многочисленные следы жизнедеятельности мелких млекопитающих: остатки ходов, заполненные грунтом; их гнезда из травы, листьев и шерсти крупных млекопитающих; пищевые запасы; экскременты, а иногда и скелеты самих зверьков — копытных леммингов. Вероятно, к ископаемой почве было приурочено "зернохранилище" грызунов, ранее описанное В.К. Рябчуном (Томирдиаро, 1980). Мощность гумусовых горизонтов ископаемых почв колеблется от первых сантиметров до 1 м. Кровля и подошва некоторых из них деформированы.

Первые два из перечисленных признаков характерны для каждой ископаемой почвы, а в совокупности они выражены только в одной из них, залегающей на глубине 29,1—30 м. Эту почву впредь мы будем именовать воронцовской. Воронцовская почва заметна в разрезе благодаря мощному, интенсивно окрашенному гумусовому горизонту. Содержание гумуса в ней на глубине 29,4 и 29,8 м составляет 2,07 и 2,63%. Содержание гумуса в двух образцах из выше- и нижележащих пород — 1,52 и 1,55%. Состав гумуса во всех исследованных образцах фульватный. Отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот 0,3—0,5 (анализы Т.А. Гребенниковой по методике Н.П. Бельчиковой и Н.М. Кононовой, 1963). Такие характеристики свойственны гумусу современных почв высоких пойм Заполярья.

Значительная гумусированность едомного грунта, наличие в нем макроостатков растений, произраставших одновременно с его накоплением, свидетельствуют о проявлении процессов почвообразования не только в периоды образования ископаемых почв, но и при формировании отложений, разделяющих эти почвы.

В шлифах монолитов с ненарушенной первичной структурой, взятых из воронцовской почвы и перекрывающего ее едомного грунта, отмечается высокая степень сортировки материала, слабая выраженность микроагрегатов, отсутствие оптически ориентированных глин; имеется много бесформенных остатков в разной степени разложившейся растительной ткани (анализы Н.Н. Кобзаря). Вместе с тем велико количество аллохтонного растительного детрита, имеющего вид палочек с округлыми окатанными краями. Такие же палочки, но более крупного размера, можно наблюдать невооруженным глазом в отмытках едомного грунта. Их аллювиальное происхождение не вызывает сомнений, так как современная река Индигирка в половодье несет множество мелких растительных частиц именно такой морфологии.

Ископаемые почвы Воронцовского Яра принадлежат в основном к типу аллювиальных дерновых тундровых почв, сформировавшихся, как показывает спорово-пыльцевой анализ, а зонах тундры, тундростепи, лесотундры. И лишь самая древняя ископаемая почва на глубине 33,7–34,2 м, которая возникла при господстве растительного покрова северной тайги, отнесена нами к родственному типу аллювиальных дерновых почв по классификации Е.Н. Ивановой (1976). Кроме воронцовской почвы, ископаемые почвы отчетливо выражены на глубинах около 3, 7, 9, 13, 15, 18, 20, 23, 28, 30, 32 и 34 м. Судя по интенсивности окраски, гумусированность собственно едомного грунта неодинакова: на глубинах 5–10, 11–12, 13–22 м она повышена, а на глубинах 1–5, 10–11, 12–13, 22–42 м понижена. Очевидно, при формировании более темноокрашенных горизонтов темп седиментации едомного грунта был замедленным, что способствовало повышенному накоплению в них гумуса, хотя и в меньшем количестве по сравнению с ископаемыми почвами.

Повторно-жильные льды. В термокарстовом уступе Воронцовского Яра протяженностью 650 м летом 1975 г. было выявлено 68 крупных ледяных жил. По характерным признакам залегания и строения ПЖЛ принадлежат к сингенетическому типу. Они сформировались в условиях вечной мерзлоты параллельно с накоплением материала вмещающих пород. Неравномерность скорости седиментации нашла отражение в морфологии ПЖЛ. Так, в период формирования ископаемых почв, когда темп осадконакопления был минимальным, происходил относительный рост ПЖЛ в ширину. Максимальная ширина ПЖЛ (до 4–6 м) в несколько раз больше их обычной ширины по разрезу. Рост ПЖЛ вширь при замедлении осадконакопления сопровождался смятием вмещающих пород, о чем можно судить по приподнятым краям параллельнослоистых криотекстур на контакте ПЖЛ и вмещающего грунта.

Сингенетический ПЖЛ принадлежит преимущественно к конжеляционному типу; доля сублимационного материала в нем невелика. Осевые прослойки элементарных ледяных жилок заполнены твердыми примесями. Толщина таких прослоек от 1 до 5 мм. Как правило, границы осевых прослоек нечеткие, но в нижних частях жил можно видеть очень четкие границы, а в осевой прослойке — скопление пылеватых и более крупных частиц, напоминающих ксенолиты. Длина ксенолитов 3–5 см, ширина 3–5 мм. Большое количество твердых примесей в осевых прослойках явилось следствием заполнения морозобойных трещин речными водами в половодье, когда реки переносили особенно большое количество минеральных частиц. Пузырьков воздуха в ПЖЛ Воронцовского Яра немного по сравнению с ПЖЛ разреза Мус-Хая на р. Яне (Втюрин, 1975). Преобладают мелкие пузырьки сферической формы, диаметром 1 мм и менее. Зоны сгущения пузырьков тяготеют к прослойкам с твердыми примесями. Такой характер газовых пузырьков указывает на их чисто водное происхождение. При участии в сложении жил сублимационного материала во льду наблюдаются пузырьки разного, чаще крупного, размера и разной, обычно сложной, формы. Цилиндрические вертикально вытянутые пузырьки длиной до 15 мм, встречающиеся в самой верхней части жил, по отношению к округлым пузырькам вторичны. Они возникли в процессе метаморфизации льда.

Кроме сингенетических ПЖЛ, в Воронцовском Яре имеются и эпигенетические ПЖЛ. Они значительно уступают сингенетическим ПЖЛ по своим размерам и приурочены к ядрам полигонов; встречаются на разных высотах. Их вертикальное протяжение не

превышает 3–5 м, ширина 10–20 см. Образование эпигенетических ПЖЛ в ядрах полигонов явилось следствием суровых климатических условий в прошлом. Высокие скорости накопления едомного грунта и в связи с этим его слабая напряженность, отсутствие переуплотнения обеспечили реализацию морозного трещинообразования и рост таких жил.

Ископаемая фауна. В Воронцовском Яре на склонах байджарахов, по осыпям и в первичном залегании было найдено свыше 120 костных остатков крупных и мелких млекопитающих верхнепалеолитического комплекса, а также птиц. Определение крупных млекопитающих выполнено А.В. Шером, кости мелких млекопитающих определялись В.С. Зажиговым (Болиховская и др., 1978).

В состав ископаемой фауны Воронцовского Яра входит мелкая кабаллоидная лошадь (*Equus caballus* L.), бизон (*Bison priscus* Boj.), мамонт некрупных размеров (*Mammuthus primigenius* Blum.), северный олень (*Rangifer tarandus* L.), заяц (*Lepus* sp.), суслик (*Citellus* cf. *parry* Rich.), лемминг (*Dicrostonyx* cf. *torquatus* Pall.), волосатый носорог (*Coelodonta antiquitatis* (Blum.)), лось (*Alces* sp.), белая куропатка (*Lagopus lagopus* L.). В гумусовом горизонте воронцовской почвы найдены остатки скелета млекопитающего средних размеров в анатомическом порядке и зубы хищника. Захоронения копытных леммингов носят скелетный характер. Ходы, в которых находятся гнезда ископаемых копытных леммингов, по-видимому, вырыты другими животными. Приуроченность гнезд мелких млекопитающих к ископаемым почвам и деятельным горизонтом под ними свидетельствует о том, что они селились на участках высокой поймы, длительное время не заливавшейся речными водами.

Радиоуглеродные даты. Вывод о позднплейстоценовом возрасте едомных отложений Воронцовского Яра, сделанный по ископаемой териофауне, подтверждается конечной радиоуглеродной датировкой древесины из воронцовской ископаемой почвы на глубине 29,6 м — $37\,000 \pm 1100$ лет назад (п. н.) (ГИН—1675). Из этой же почвы по древесине получена дата $\geq 37\,000$ л. н. (МГУ—535). Еще одна дата получена по остаткам травянистых растений из гнезда грызуна, найденного в бывшем сезонноталом горизонте под самой древней ископаемой почвой, на глубине 35 м. Она составляет $\geq 41\,000$ л. н. (ГИН—1674). Судя по радиоуглеродной датировке древесины из термокарстового колодца в ПЖЛ на поверхности едомы, ее накопление прекратилось не позже 8600 л. н. (обр. с глубины 4 м). Радиоуглеродные даты позволяют рассчитать среднюю скорость накопления осадков. Принимая длительность голоцена за 10 000 лет, находим, что верхние 40 м едомной толщи (до абсолютной отметки 101 м) накопились за 37 000 лет со средней скоростью 1,1 мм в год. Едома в интервале глубин от 29,6 до 35 м накапливалась не менее 4000 лет со средней скоростью более 1,35 мм.

Палинологическая характеристика. Во всех палиноспектрах нижней половины толщи песков в основании разреза (45–50 м) преобладают пыльца травяно-кустарничковых растений (до 61%) и споры² (до 42%). В этих группах спектра основную долю составляют п.³ осоковых (до 80%), злаков, сп. зеленых мхов (до 57%) и плаунка сибирского (до 40%). Пыльца древесных растений принадлежит *Pinus pumila* (Pall.) Regel. и кустарникам *Betula* sect. *Nanae* и *Alnaster*. Сравнение рассматриваемых спектров с субфосильными спектрами разнофациальных поверхностных проб, отобранных нами в долине р. Индигирки, а также с опубликованными материалами по современному спектру Северо-Востока СССР позволило заключить, что во время накопления этой части песчаной толщи господствовала кустарниковая тундра с зарослями карликовых березок и ольховника. На выходах коренных пород произрастал кедровый стланник. Из травянистых растений были широко представлены осоки, зеленые мхи, плаунок сибирский.

Дальнейшее накопление аллювиальных песков (40–45 м) сопровождалось возрастанием роли древесно-кустарниковых растений в составе палеофитоценозов. В палиноспектрах, характеризующих эту часть разреза, увеличивается содержание п. ели и берез, появляется п. лиственница и сосны (*Pinus sylvestris* L.). В группе травяно-кустарниковых растений превалирует п. злаков (до 76%). В это время доминировали лесотундровые ландшафты: "острова" разреженных лиственничников соседствовали с открытыми участками из луговых разнотравно-злаковых группировок и болотных ценозов. Ареалы сосны обыкновенной и белоствольной березы приблизились к району Воронцовского Яра.

² Спорно-пыльцевая диаграмма приведена в статье Н.С. Болиховской и В.Ф. Болиховского (1979).

³ Здесь и далее приняты сокращения: п. — пыльца, сп. — споры.

Смягчение климатических условий достигло максимума в период формирования ископаемой почвы на глубине 33,6–34 м. Господство п. древесно-кустарниковых растений (51%), существенное увеличение роли п. *Pinus sylvestris* L. (9%) и *Betula sect. Albae* Rgl. (до 26%), высокое содержание п. *Pinus pumila* (Pall.) Regel. (46%) позволяют сделать вывод о появлении участков разреженных хвойно-березовых лесов и широком распространении зарослей кедрового стланика. Большие площади были заняты ерниками. В травяно-кустарничковом ярусе преобладал плаунок сибирский.

В спектрах воронцовской почвы преобладают сп. и п. травяно-кустарничковых растений. Господствующую роль играют п. осоковых (свыше 90%), сп. зеленых мхов (до 38%) и плаунка сибирского (до 85%). Обнаружены также сп. *Lycopodium pungens* La. Pyl., *L. appressum* (Desv.) Petr., и *Diphazium alpinum* (L.) Rothm. Формирование воронцовской почвы происходило при ландшафтах кочкарной осоковой тундры. Присутствие в значительном количестве сп. арктоальпийских видов плаунов свидетельствует о значительной роли сухих незатененных местообитаний на склонах коренных пород и на длительно незаливаемых участках аллювиальных поверхностей.

В образце из основания едомного грунта, кроющего воронцовскую почву, преобладают сп. (главным образом Bryales), а содержание п. древесно-кустарниковых видов возрастает до 20%. Этот спектр фиксирует некоторое смягчение климатических условий по сравнению с условиями формирования воронцовской почвы.

Верхнюю 25-метровую толщу по палинологическим данным можно разделить на две части. Серой супеси с горизонтами маломощных почв (16–24,8 м) свойственны спектры, в которых доминируют споры. Среди них основную долю составляют сп. плаунка сибирского. В группе п. травяно-кустарничковых растений преобладает п. разнотравья и верескоцветных. В образце на глубине 24,5 м подсчитано значительное количество п. полыни (73%). При накоплении серой супеси доминировали тундровые ландшафты. На приречных лугах господствовали разнотравные ассоциации, а на заболоченных местообитаниях — эрикоидные кустарнички. На сухих незадернованных участках произрастали полынь и плаунок сибирский. В сп.-п. спектре ископаемой почвы на глубине 15,2–15,7 м возрастает содержание п. кустарников, представленной п. *Pinus pumila* (Pall.) Regel. (28%), *Betula sect. Nanae* (41%), *Alnaster* (23%). Присутствует единичная п. белоствольной березы. Среди п. трав и спор преобладают п. злаков и сп. зеленых мхов. Увеличение роли кустарниковых формаций при формировании данной почвы указывает на новую волну смягчения климата.

Вышележащая толща едомы характеризуется спектрами, в которых доминируют сп. и п. травяно-кустарничковых растений. Причем в образце с глубины 12,5 м преобладают п. осоковых и сп. зеленых мхов, а во всех остальных — полыни и плаунка сибирского. Седиментация этой толщи происходила при повсеместном господстве безлесных ландшафтов. Сначала была развита типичная кочкарная тундра, а затем, усилившаяся аридизация, привела к широкому распространению остепненных участков с полынью в качестве эдификатора и к формированию тундростепных ландшафтов.

В верхних горизонтах полных разрезов едомы тундростепные палиноспектры фиксируются повсеместно (Каплина, 1979). Во многих образцах едомного грунта Воронцовского Яра отмечены остатки синезеленых водорослей из рода *Pediastrum*. Аналогичные спорово-пыльцевые данные для верхних 30 м едомной толщи Воронцовского Яра получены Л.Л. Казачихиной (Томирдиаро, 1980).

Палиноспектр образца из покровного слоя (глубина 0,5 м) смешанный. По-видимому, этот слой образовался за счет протаивания и склонового перемещения едомного грунта в голоцене. По сравнению с поверхностной пробой из современной почвы в покровном суглинке повышено содержание п. таких суходобивых растений, как полынь и гвоздичные, но понижено содержание п. древесных растений (22% против 58% в современной почве). Вся п. хвойных — ели и кедрового стланика — плохой сохранности. Сохранность п. и сп. других растений в покровном суглинке по сравнению с едомным грунтом также хуже. Это является следствием склонового перемещения материала, воздействия промерзания и протаивания, его летнего иссушения.

Изотопно-кислородный анализ выполнен С.А. Горбаренко и В.И. Киселевым на модернизированном масс-спектрометре МИ-13-09 (Болиховская и др., 1978). Подготовка образцов сделана по методу Кона и Юри с уравниванием CO_2 с водой при постоянной температуре. Точность анализа $\pm 0,5\%$ на 95% доверительном уровне. Результаты даны относительно средней океанической воды (СОВ) в тысячных долях (табл. 2).

Таблица 2

Изотопный состав кислорода ($\delta^{18}\text{O}$) в пробах из района Воронцовского Яра (образцы отобраны в июне 1975 г.)

Объект	Количество проб	Значения $\delta^{18}\text{O}$	
		Среднее	Интервал
Лед в ядрах полигонов едомы	12	-30,4	29,3—31,6
Верхнеплейстоценовые сингенетические ПЖЛ	10	-31,3	27,2—32,3
Голоценовый эпигенетический ПЖЛ	1	-17,8	
Снег зимний перекристаллизованный	1	-28,5	
Снег июньский	1	-23,9	
Лед из р. Индигирки	1	-17,0	
Лед озерный	1	-17,5	
Вода из р. Индигирки	2	-21,1	20,9—21,3

Низкие значения коэффициентов $\delta^{18}\text{O}$ в едоме мы связываем с более холодными климатическими условиями по сравнению с современностью, что согласуется с другими палеогеографическими данными. Повышенное значение $\delta^{18}\text{O}$ в голоценовом эпигенетическом ПЖЛ отражает условия ее формирования в межледниковых климатических условиях голоцена.

Реконструкция едомообразования. Наличие большого числа гидрогенных признаков в едоме позволяет взять за основу реконструкции криогенно-аллювиальную концепцию А.И. Попова (1953) сингенетического формирования едомы. Наиболее существенны следующие признаки гидрогенности отложений едомы:

серая окраска грунта в ядрах полигонов, наличие в нем выделений вивианита, индицирующих восстановительную обстановку осадконакопления;

слоистая текстура грунта (хотя и не всегда отчетливая), присутствие в нем окатанного растительного детрита;

высокая льдистость едомы, преобладание в ней конжеляционных льдов (при малом количестве сублимационных льдов);

наличие значительной массы грунтовых частиц в осевых прослойках сингенетических ПЖЛ.

Сингенетическое накопление грунтового и ледового компонентов едомы аллювиальным способом возможно при следующих условиях: преобладание аккумуляции над эрозией в речных руслах (констративный режим) и сохранение многолетнемерзлых пород под руслами рек и на площадях речных разливов.

Обычно установление констративного осадконакопления на реках связывают с тектоническими опусканиями. Однако на приморской равнине, начиная с каргинского времени, не отмечается общей тенденции к опусканию. Об этом свидетельствует преимущественное расположение корней ПЖЛ едомы на уровне урезов современных рек приморских равнин (Стрелков, 1965). Для предположения о региональном опускании приморских равнин в период едомонакопления, а затем последующего их поднятия в голоцене оснований также не имеется (Шило, 1971; Гасанов, 1981). Сказанное не исключает индивидуальной неотектонической истории отдельных блоков земной коры в пределах приморских равнин. Так, на опускающихся блоках едомные отложения уходят под урез современных рек (как в районе Шамановского разреза), а на поднимающихся — располагаются значительно выше урезом (как в Воронцовском Яре).

Мы придерживаемся точки зрения, что установление констративного режима на реках приморских равнин было связано с общим изменением физико-географической обстановки в результате послеказанцевского планетарного похолодания климата. Следствием такого похолодания было понижение уровня Мирового океана и усиление континентальности климата на приморских равнинах.

Н.И. Маккавеевым (1955, 1972) было показано, что геоморфологический эффект от понижения уровня водоема в его водосборном бассейне различен в зависимости от формирующихся при этом уклонов продольного профиля водотоков. При понижении уровня Мирового океана в позднем плейстоцене до -50 м его береговая линия отсту-

пала к северу на сотни километров (Гасанов, Зимов, 1979). При этом уклоны рек уменьшались, соотношение между эрозией и аккумуляцией в речных руслах смещалось в сторону усиления аккумуляции.

Снижение транспортирующей способности рек вследствие уменьшения уклонов их русел, уменьшения расходов воды в половодья и паводки и перегруженности речных вод влекомым и взвешенным материалом вели к тому, что в период едомонакопления реками переносились и отлагались частицы в основном не крупнее среднего и мелкого песка. Более крупные частицы постепенно отсортировывались или истирались.

Существенной пространственной дифференциации песчаных и пылеватых компонентов аллювия не происходило, что затрудняло формирование в нем слоистой текстуры и вело к гранулометрическому однообразию русловых и пойменных фаций. В этой связи следует отметить справедливость точки зрения Ю.А. Лаврушина (1963) о неизбежности участия русловых фаций в строении едомных толщ.

Морфологической индивидуальностью обладают лишь фации (подфации) высокой поймы благодаря горизонтам ископаемых почв. Ископаемые почвы едомы локальны и фиксируют этапы прекращения или снижения темпа аллювиального осадконакопления на каждом конкретном участке. Из-за этого для дальних стратиграфических корреляций эти почвы малопригодны. Вместе с тем не исключено возникновение в отдельные периоды активизации эрозии единого почвенного покрова практически на всей площади приморских равнин, остатки которого пригодны для стратиграфических сопоставлений.

Избыточность взвешенного и влекомого материала в речных водах вела к тому, что, загромождая свои русла наносами, реки были вынуждены постоянно искать новые пути, как бы "убегая" от собственных наносов. Миграции речных русел обеспечивали высокую степень однообразия проявления седиментационных, почвенных и криогенных процессов в пространстве и во времени. Ввиду значительно более низких, чем ныне, среднегодовых температур воздуха в период накопления едомы при миграциях русел рек полного протаивания ранее отложившихся наносов с ПЖЛ не происходило и ПЖЛ становились устойчивыми сингенетическими элементами аллювиальных толщ. Об этом, в частности, свидетельствует сохранение пылеватых суглинков с ПЖЛ под слоистыми русловыми песками в разрезе Сыпной Яр на р. Индигирке (Каплина, Шер, 1977).

Участки приморских равнин, сезонноталый слой которых находился выше максимальных уровней речных половодий и паводков, являлись автономными в ландшафтно-геохимическом отношении, и на них развивались зональные фитоценозы. Учитывая, что даже в современных "межледниковых" климатических условиях глубина сезонного протаивания на нижней Индигирке не более 1 м, превышения местности в 1 м над максимальным уровнем половодий и паводков было достаточно для формирования зональных фитоценозов, не испытывавших непосредственного влияния такого интразонального фактора, как подтопление грунта. Летняя сухость почвенного покрова автономных ландшафтов (как и ныне) создавала необходимые условия для жизни мелких и крупных млекопитающих. В понижениях рельефа развивались интразональные лугово-болотные сообщества, также имевшие свою зональную специфику.

Переход от сартанского ледникового этапа к голоцену сопровождался потеплением и увлажнением климата. Произошло врезание рек в собственные сильнольдистые наносы. Под их руслами возникли глубокие талики. Широко развился термокарст. Стали активно проявляться склоновые процессы. Как было показано Н.А. Цытовичем (1973), массивы многолетнемерзлых пород на склонах подвержены деформациям ползучести, и тем большим, чем круче склоны и выше температура мерзлых пород. Наклонная ориентировка сингенетических ПЖЛ и грунтовых ядер полигонов вдоль склонов в Воронцовском Яре подтверждает справедливость этого вывода применительно к едоме. Характерно, что макроостатки травянистых растений в грунтовых ядрах полигонов сохраняют свою первичную ориентировку преимущественно вдоль длинных осей ядер полигонов независимо от направления и угла наклона последних.

Как уже упоминалось, район Воронцовского Яра был вовлечен в неотектоническое поднятие, которое испытывает близлежащий массив хребта Улахан-Сис. Судя по тому, что в интервале высот 81–91 м отложениям свойственны сп.-п. спектры, характерные для сартанского ледникового этапа, полагаем, что оставшиеся не вскрытыми Воронцовским термокаром самые молодые 10 м едомной толщи охватывают финальные отрезки сартанского времени. Седиментация едомы на участке Воронцовского Яра заверши-

лось, как и везде на приморских равнинах, на рубеже сартанского и голоценового этапов.

Считая 50-метровую мощность едомной толщи Воронцовского Яра нормальной для позднелайстического констративного аллювия данного широтного пояса бассейна р. Индигирки (Баранова, Бискэ, 1964), находим, что за 10 000 лет поверхность едомы поднялась здесь еще на 50 м и достигла абсолютных отметок 100 м. Средняя скорость неотектонического поднятия за голоцен на участке Воронцовского Яра составила около 5 мм в год.

Едомные отложения Воронцовского разреза в низовьях р. Индигирки представляют собой многолетнемерзлый песчано-пылеватый констративный аллювий с сингенетическими повторно-жильными льдами, который накапливался при участии процессов почвообразования в каргийско-сартанское время позднего плейстоцена.

ЛИТЕРАТУРА

- Баранова Ю.П., Бискэ С.Ф. Северо-Восток СССР. М.: Наука, 1964. 290 с.
- Бискэ С.Ф. Четвертичные отложения озерно-аллювиальной равнины в низовьях р. Индигирки. — Геология и геофизика, 1960, № 8, с. 29—42.
- Болховская Н.С., Болховский В.Ф., Втюрин Б.И. и др. Едомные отложения Воронцовского Яра в низовьях р. Индигирки. — В кн.: Палеогеография плейстоцена Дальнего Востока и его морей. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978, с. 42—47.
- Болховская Н.С., Болховский В.Ф. Ископаемые почвы в лёссовидных отложениях Северо-Востока Евразии. — Докл. АН СССР, 1979, т. 247, № 2, с. 409—412.
- Васьковский А.П. Очерк стратиграфии четвертичных (антропогенных) отложений крайнего Северо-Востока Азии. — В кн.: Геология Корякского нагорья. М.: Госгортехиздат, 1963, с. 143—168.
- Втюрин Б.И. Подземные льды и криогенный рельеф в долине р. Яны. М. 1975. 260 с. Рукопись деп. в ВИНТИ № 702—75.
- Гасанов Ш.Ш. Криолитологический анализ. М.: Наука, 1981. 196 с.
- Гасанов Ш.Ш., Зимов С.А. Роль древних и современных гидроклиматических факторов в морфо- и литогенезе равнин криогенной зоны. — В кн.: Исследование глобальных факторов климатоморфогенеза Дальнего Востока. Владивосток, 1979, с. 143—156.
- Иванова Е.Н. Классификация почв СССР. М.: Наука, 1976. 227 с.
- Каплина Т.Н. Спорно-пыльцевые спектры осадков ледового комплекса приморских низменностей Якутии (обзор). — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1979, № 2, с. 85—93.
- Каплина Т.Н., Шер А.В. Криогенное строение, условия формирования и возраст констративной аллювиальной свиты Сыпного Яра на Индигирке. — В кн.: Мерзлые породы и снежный покров. М.: Наука, 1977, с. 27—41.
- Колпаков В.В. Палеогеографическое значение четвертичных эоловых отложений севера Восточной Сибири. — В кн.: Некоторые вопросы региональной геологии. М.: Изд-во МГУ, 1973, с. 38—41.
- Кононова М.М. Органическое вещество почвы. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 314 с.
- Лаврушин Ю.А. Аллювий равнинных рек субарктического пояса и перигляциальных областей материковых оледенений. М.: Наука, 1963. 265 с. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 87).
- Минервин А.В., Комиссарова Н.Н. Формирование структуры и текстуры просадочных лёссовых пород Минусинского межгорного прогиба. — Инж. геология, 1979, № 1, с. 70—82.
- Маккаев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 114 с.
- Маккаев Н.И. Сток и русловые процессы. — В кн.: Тексты лекций для геоморфологов. М.: Изд-во МГУ, 1972. 185 с.
- Попов А.И. Особенности литогенеза аллювиальных равнин в условиях сурового климата. — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1953, № 2, с. 29—41.
- Стрелков С.А. Север Сибири. М.: Наука, 1965. 336 с.
- Томридиаро С.В. Лёссово-ледовая формация Восточной Сибири в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1980. 184 с.
- Цытович Н.А. Механика мерзлых грунтов (общая и прикладная). М.: Высш. шк., 1973. 446 с.
- Шило Н.А. Перигляциальный литогенез в общей схеме процесса континентального породообразования. — В кн.: Перигляциальные процессы. Магадан, 1971, с. 3—58. (Тр. СВКНИИ ДВНЦ СССР; Вып. 38).
- Юрцев Б.А. Проблемы ботанической географии Северо-Восточной Азии. Л.: Наука, 1974. 159 с.