

СКОРОСТЬ ГОЛОЦЕНОВОГО ТОРФОНАКОПЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ КАМЧАТКИ

© 2014 г. Л. В. Захарихина

Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН,
683002, Петропавловск-Камчатский, Северо-Восточное шоссе, 30
e-mail zlv63@yandex.ru

Поступила в редакцию 18.02.2013 г.

Наиболее благоприятные условия для торфонакопления на Камчатке были в атлантический климатический оптимум голоцена (5–6 тыс. л. н.) и в его бореальный период (8–9 тыс. л. н.), менее благоприятные – в суббореальный. На современном этапе субатлантического периода скорость линейного роста торфа для Камчатки составляет в среднем от 1.1 до 1.5 мм/год. Более ранний этап субатлантического периода (без учета последних 100 лет) характеризуется скоростью торфообразования от 0.1 до 0.3 мм/год, суббореальный период – 0.03–0.08 мм/год, период атлантического оптимума – 0.08–0.5 мм/год, предшествующий ему более ранний этап атлантического периода – 0.06–0.2 мм/год, бореальный период – 0.1–0.6 мм/год. Наиболее существенные вариации скоростей торфонакопления наблюдаются при смене климатических условий Камчатки от западного побережья к восточному.

Ключевые слова: Камчатка, вулканические пеплы, скорость торфонакопления.

DOI: 10.7868/S0032180X14060148

ВВЕДЕНИЕ

Камчатка является одним из регионов России, обладающих существенными запасами торфа, которые рассматриваются как энергетическое сырье и в определенном смысле считаются возобновляемым ресурсом. При этом опубликованных материалов о скоростях торфонакопления в условиях полуострова на сегодня нет.

На Камчатке скорость развития процесса заболачивания можно проследить по глубине залегания в торфяных почвах горизонтов датированных вулканических пеплов крупных и катастрофических извержений, произошедших здесь в голоцене.

На основе изучения морфологического строения торфяных почв в разных климатических районах полуострова и обработки опубликованных материалов о характере залегания вулканических пеплов в торфяных почвах [1, 12] представлены данные временных характеристик голоценового торфонакопления на Камчатке.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Величина линейного прироста торфа в большей степени зависит от климатических условий. Соотношение водного и теплового балансов определяет биологическую продуктивность и,

следовательно, интенсивность процессов аккумуляции и торфонакопления. Интенсивность торфонакопления связана с ландшафтным положением образующегося болота, характером водосбора, связью внешних и внутренних факторов, определяющих процесс седиментации. Но в первую очередь мощность отдельных горизонтов торфяных почв является индикатором смены климатических условий в послеледниковый период.

Согласно исследованиям [2, 3, 11, 13–15, 17], потепление на Камчатке в субатлантическом периоде (от холодного суббореального) датируется в промежутке 2.2–2.3 тыс. л. н. Суббореальное похолодание на Камчатке, на Северо-Востоке России и в Японии началось 4.5 тыс. л. н.

В атлантический климатический оптимум голоцена на полуострове потепление приходится на 6.7 тыс. л. н. То есть наиболее теплые условия были характерны для середины и конца атлантического периода. Пик тепла приходится на 4.8–5 тыс. л. н. Температура воздуха в июле 5–6 тыс. л. н. на Камчатке была на 3–4°С выше современной.

Бореальный период в целом относят к регрессивной стадии развития голоцена, однако в его начале было потепление. На Камчатке пик тепла в начале бореального периода датируется 9.3 тыс. л. н.

Мы рассматриваем скорость торфонакопления по широтному профилю от западного побережья южной Камчатки (пос. Усть-Большерецк) до восточного побережья в районе г. Петропавловск-Камчатский. То есть в условиях от умеренно континентального климата на побережье Охотского моря, континентального — в центральной части полуострова и наиболее влажного и относительно мягкого климата — на побережье Тихого океана. Скорость голоценового линейного прироста торфа на удалении от этого профиля, рассмотрена в условиях западного побережья центральной Камчатки; (среднее течение рек западного побережья); а также на крайнем северо-востоке полуострова (нижнее течение р. Камчатка); севернее пос. Ключи в верховьях р. Левая Озерная и на крайнем северо-западе Камчатки (мыс Утхолук) при климате, характерном для севера Камчатки — переходном от умеренно континентального к морскому (рис. 1).

В вулканологии в настоящее время накоплен обширный материал тифрохронологических исследований (тефра — вулканический пепел, переносимый по воздуху), с определением абсолютного возраста пепловых горизонтов, залегающих в почвах Камчатки, а также ареалов распространения этих вулканических пеплов, отложившихся в результате известных крупных и катастрофических голоценовых вулканических извержений полуострова [1, 12].

Скорость линейного прироста торфа устанавливалась путем оценки мощностей торфяных горизонтов, залегающих между прослоями датированных вулканических пеплов, рассматриваемых нами как временные маркеры. Для полуострова Камчатка наиболее характерными и широко распространенными являются олиготрофные торфяные почвы [6, 10], скорость образования которых рассматривается в предлагаемой работе.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Во всех разрезах, где удалось зафиксировать скорость линейного прироста торфа за последние 100 лет (где присутствуют пеплы недавних извержений вулканов Ксудач, 1907 г., Авачинского, 1926 г. и Шивелуч, 1964 г. разр. 520, К17-02, 546, 538, 1105, 8901, 7), отмечается максимальная скорость торфонакопления в это время относительно всех более поздних периодов голоцена, составляющая от 0.67 до 1.54 мм/год (табл. 1).

По широтному профилю от запада Камчатки до ее восточного побережья — для западного побережья полуострова и юга его центральной части показатель современного торфонакопления больше (от 1.06 до 1.54 мм/год). Восточнее в районе Начикинского перевала и вплоть до юго-восточного побережья полуострова скорость аккумуляции

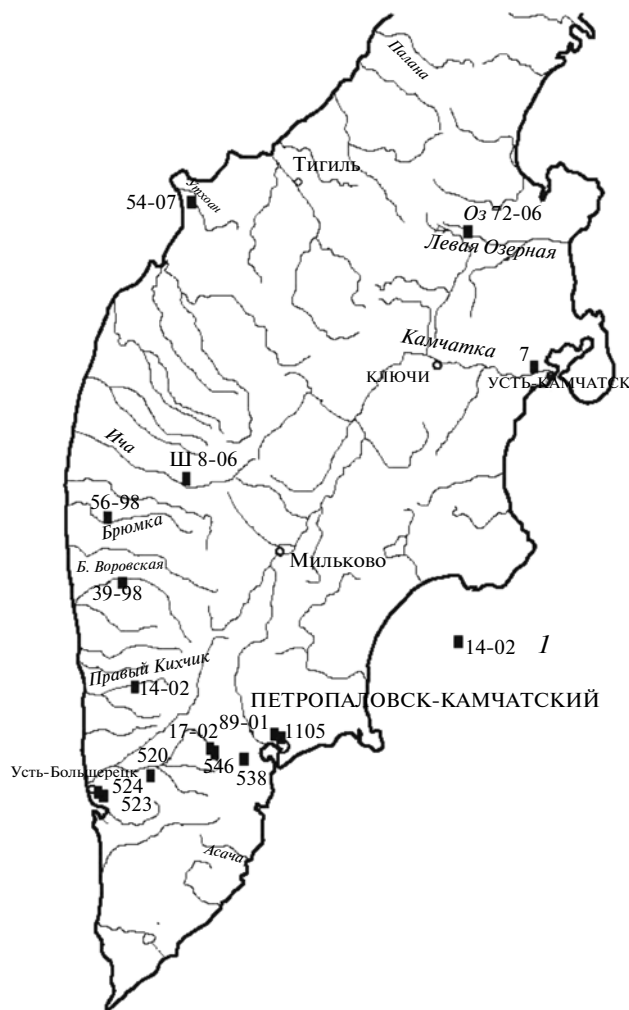


Рис. 1. Обзорная карта района работ. I — номера разрезов.

муляции и линейного роста торфа несколько меньше, составляет от 0.67 до 0.77 мм/год. Вероятно, это объяснимо различными климатическими условиями: влажными и относительно мягкими для Восточного побережья и умеренно континентальными, избыточно увлажненными (годовой коэффициент увлажнения — 2.5) — для западной Камчатки.

На крайнем северо-востоке полуострова (разр. 7) скорость современного линейного роста торфа близка к значениям, характерным для юго-восточного побережья Камчатки — 0.85 мм/год.

В целом для позднеголоценового субатлантического периода (без учета последних 100 лет) характерны большие скорости торфонакопления (в среднем от 0.03 до 0.37 мм/год), чем в более древние климатические стадии голоцена (табл. 2).

Обсуждая мощности залегающих ниже уплотнившихся и минерализовавшихся после погребения, древних торфяников, правильнее будет го-

Таблица 1. Скорости прироста торфа, образовавшегося в периоды между крупными извержениями вулканов Камчатки в голоцене

Центр извержения, индекс тefры	Глубина залегания пепла, см	Возраст пепла (приблизительно), лет	Время образования торфа между извержениями, лет	Мощность образовавшегося торфа, см	Средний прирост торфа, мм/год	Период голоцена
ЮГ КАМЧАТКИ						
Пос. Усть-Большерецк. Разр. 524						
Опала, ОП	52*	1410	1410	52	0.37	SA
Ходуткинский "маар", ХД	69	2670	1260	17	0.13	
Авача, АВ ₂₈₀₀	71–72	3008	338	2	0.06	SB
Ксудач, КС ₂	144	6890	3882	72	0.19	SB–АТО
Курильское озеро, КО	153	8466	1576	9	0.06	АТ
р. Быстрая. Разр. 523						
Опала, ОП	46–47	1410	1410	46	0.33	SA
Ходуткинский "маар", ХД	80–81	2670	1260	34	0.27	
Пос. Апача. Разр. 520						
Ксудач, КШТ ₃	11	104	104	11	1.06	SSA
Опала, ОП	53–55	1410	1410	42	0.30	SA
Ксудач, КС ₁	65–66	1774	364	10	0.27	
Ходуткинский "маар", ХД	92	2670	896	26	0.29	
Авача, АВ ₂₈₀₀	93–96	3008	338	1	0.03	SB
Ксудач, КС ₂	171–175	6890	3882	75	0.19	SB–АТО
Курильское озеро, КО	194–197	8466	1576	19	0.12	АТ
Неопознанный*	212–213	9796	1330	15	0.11	BO
Оз. Начикинское. Разр. К17-02						
Ксудач, КШТ ₃	13–15	104	104	13	1.25	SSA
Опала, ОП	30–41	1410	1306	15	0.11	SA
Ксудач, КС ₁	44–53	1774	364	3	0.08	
Кратер Чаша, ОПтр	80–81	5450	3676	27	0.07	SB
Авачинский, АВ ₅₃₀₀	87–89	6050	600	6	0.10	АТО
Ксудач, КС ₂	119–129	6890	840	30	0.36	АТ
Курильское озеро, КО	170–174	8466	1576	41	0.26	
Оз. Начикинское. Разр. 546						
Ксудач, КШТ ₃	16–17	104	104	16	1.54	SSA
Опала, ОП	56–66	1410	1306	39	0.30	SA
Ксудач, КС ₁	74–84	1774	364	8	0.22	
Авача, АВ ₂₈₀₀	95–98	3008	1234	11	0.10	SB
Кратер Чаша, ОПтр	118–120	5450	2442	20	0.08	
Авачинский, АВ ₅₃₀₀	126–127	6050	600	6	0.10	АТО
Ксудач, КС ₂	147–152	6890	840	20	0.24	АТ
Курильское озеро, КО	161–162	8466	1576	9	0.06	
Неопознанный	220–222	9796	1330	58	0.44	BO
Начикинский перевал. Разр. 538						
Ксудач, КШТ ₃	8	104	104	8	0.77	SSA
Опала, ОП	12–17	1410	1306	4	0.03	SA
Ксудач, КС ₁	22–30	1774	364	5	0.14	
Авача, АВ ₂₈₀₀	36–39	3008	1234	5	0.04	SB
Кратер Чаша, ОПтр	69–70	5450	2442	6	0.02	SB
Авачинский, АВ ₅₃₀₀	83–85	6050	600	30	0.50	АТО
Ксудач, КС ₂	102–110	6890	840	17	0.20	АТ
Курильское озеро, КО	138–140	8466	1576	28	0.18	
Неопознанный	220–222	9796	1330	80	0.60	BO
г. Петропавловск-Камчатский. Разр. 1105						
Ксудач, КШТ ₃	8–9	104	104	8	0.77	SSA
Авача, АВ ₁₈₂₇	10	184	80	1	0.12	SA
Опала, ОП	19–20	1410	1226	9	0.07	
Ксудач, КС ₁	25–29	1774	364	5	0.14	
Авача, АВ ₂₅₀₀	48–49	2775	1001	19	0.19	

Таблица 1. Окончание

Центр извержения, индекс тейфры	Глубина залегания пепла, см	Возраст пепла (приблизительно), лет	Время образования торфа между извержениями, лет	Мощность образовавшегося торфа, см	Средний прирост торфа, мм/год	Период голоцена
г. Петропавловск-Камчатский. Разр. 8901						
Ксудач, КШТ ₃	7–8	104	104	7	0.67	SSA
Опала, ОП	18–19	1410	1306	10	0.08	SA
Авача, АВ ₁₆₀₀	21–23	2434	177	2	0.11	
Ксудач, КС ₁	26–29	1774	187	3	0.16	
Авача, АВ ₂₅₀₀	38–40	2775	1001	9	0.09	
Авача, АВ ₃₃₀₀	52–54	3534	759	12	0.16	SB
Авача, АВ ₃₅₀₀	57–58	4000	466	3	0.06	
Кратер Чаша, ОПтр	77	5450	1450	19	0.13	
Авачинский, АВ ₅₃₀₀	82–83	6050	600	5	0.08	АТО
Ксудач, КС ₂	92–97	6890	840	9	0.11	АТ
Курильское озеро, КО	110–112	8466	1576	13	0.08	
ЗАПАДНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ КАМЧАТКИ						
Среднее течение р. Правый Кихчик. Разр. К14-02						
Ксудач, КС ₂	107–109	6890	6890	107	0.16	SA–АТ
Курильское озеро, КО	137–142	8466	1576	28	0.18	АТ
Среднее течение р. Большая Воровская. Разр. 39-98						
Ксудач, КС ₂	96–99	6890	6890	96	0.14	SA–АТ
Среднее течение р. Брюмка. Разр. 56-98						
Ксудач, КС ₂	124–129	6890	6890	124	0.18	SA–АТ
Среднее течение р. Ича. Разр. Ш 8-06						
Хангар, ХГ	161–166	7700	7700	161	0.21	SA–АТ
СЕВЕР КАМЧАТКИ						
Верховье р. Левая Озерная. Разр. Оз 72-06						
Шивелуч, Ш ₁	14–19	350	350	14	0.40	SA
Шивелуч, Ш ₂	32–33	970	620	13	0.21	
Шивелуч, Ш ₃	37–38	1400	430	5	0.12	
Шивелуч, Ш ₄	55–57	2600	1200	17	0.14	
Северо-восточное побережье						
Нижнее течение р. Камчатка. Разр. 7						
Шивелуч, Ш ₁₉₆₄	4	47	47	4	0.85	SSA
Шивелуч, Ш ₁	16–18	970	923	10	0.11	SA
Шивелуч, Ш ₂	28–32	1400	620	12	0.19	
Ксудач, КС ₁	44–52	1774	804	12	0.15	
Северо-западное побережье						
Мыс Утхолок. Разр. 54-07						
Шивелуч, Ш ₂	80–82	970	970	80	0.82	SA

* Пепловый горизонт, для которого установлен возраст, но не известен источник (вулкан его поставивший).

Примечание. SSA, SA, SB, АТО, АТ, ВО – периоды голоцена соответственно: современный субатлантический, субатлантический, суббореальный, атлантический оптимум (пик тепла), атлантический, бореальный. Разр. 524, 523, 520, 546, 538, 1105, 8901 по данным [1]; разр. 7 по данным [8].

ворить не о скорости линейного роста торфа в тот или иной период голоцена, а о средних мощностях торфов, характеризующих определенные периоды голоцена. Известно, что глубинные слои торфа, переходя в состояние погребенных и испытывая воздействие поверхностных современных горизонтов, претерпевают изменение во времени, они минерализуются и уплотняются [4, 9, 16].

То есть сравнение мощностей торфяных горизонтов, образовавшихся в тот или иной период голоцена, корректно проводить только для торфяных залежей, сформировавшихся ранее субатлантического периода.

Для субатлантического периода можно лишь констатировать скорость современного торфонакопления в последние 100 лет, составляющую в среднем для Камчатки от 0.67 до 1.54 мм/год. В более ранний отрезок субатлантического периода (без учета последних 100 лет) скорости образования торфяных горизонтов составляют от 0.03 до 0.37 мм/год.

Усреднение полученных данных показывает следующее. Фактически для всех болот, описанных по широтному профилю от Охотского моря до Тихого океана, отмечаются наименьшие скорости образования торфяных горизонтов, для холодного суббореального периода (от 0.03 до

Таблица 2. Средняя скорость прироста торфа в разные периоды голоцена по широтному профилю западное–восточное побережье Камчатки, мм/год

Район	Период голоцена					
	SSA	SA	SB	ATO	AT	BO
Пос. Усть-Большерецк	—	0.25	0.06	0.19	0.06	—
Пос. Апача	1.06	0.29	0.03	0.19	0.12	0.11
Оз. Начикинское	1.39	0.18	0.08	0.10	0.23	0.44
Начикинский перевал	0.77	0.08	0.03	0.50	0.19	0.60
г. Петропавловск-Камчатский	0.72	0.12	0.12	0.08	0.09	—

Примечание. Прочерк – нет данных.

0.08 мм/год), и относительно более высокие в течение атлантического пика тепла в голоцене (от 0.08 до 0.50 мм/год) и предшествующего ему более позднего отрезка атлантического периода (от 0.06 до 0.23 мм/год).

Не отмечается этой закономерности для болот Восточного побережья Камчатки (окрестности г. Петропавловск-Камчатский), где характеризующихся фактически схожей скоростью линейного роста торфа в течение всего голоцена (от 0.12 и 0.08–0.09 мм/год в суббореальный и атлантический периоды соответственно).

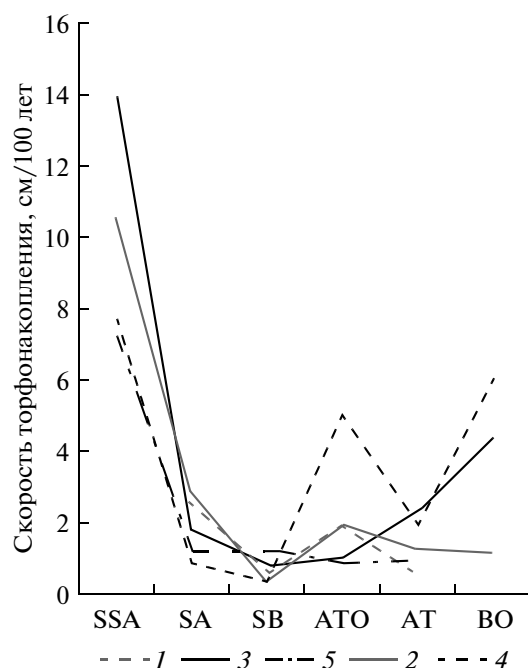


Рис. 2. Линейная скорость прироста торфа в разные периоды голоцена по широтному профилю западное–восточное побережье Камчатки: 1 – пос. Усть-Большерецк; 2 – пос. Апача; 3 – оз. Начикинское; 4 – Начикинский перевал; 5 – г. Петропавловск-Камчатский.

Известно, что в настоящее время Восточное побережье Камчатки отличается наименее контрастными для полуострова как термическими условиями, так и условиями увлажнения, сложившимися под влиянием Тихого океана. Возможно, и в течение всего голоцена колебание температур в разные его климатические этапы отчасти нивелировалось этим фактором, что обусловило отсутствие существенных изменений в скорости торфонакопления в восточной приморской подобласти юго-восточного побережья Камчатки в этот период.

Для раннеголоценового бореального периода голоцена (с пиком тепла 9.3 тыс. л. н.) характерны скорости торфонакопления от 0.12 мм/год в районе пос. Апача, 0.43 мм/год вблизи оз. Начикинского и до – 0.6 мм/год на Начикинском перевале.

Скорости линейного роста торфа на севере Камчатки прослеживаются только по позднеголоценовым горизонтам пеплов. В целом наблюдаются уже отмеченные выше закономерности, характерные для юга полуострова. Для последних столетий субатлантического периода (последние 300 лет) характерны наибольшие скорости образования торфяных горизонтов (0.81 мм/год). В начале и середине субатлантического периода скорости торфонакопления были меньше и составляли в среднем от 0.11 до 0.4 мм/год.

Таким образом, учитывая отличия скоростей линейного роста торфа в разные периоды голоцена, можно констатировать, что наиболее благоприятные условия для торфонакопления на Камчатке были в атлантический оптимум голоцена (5–6 тыс. л. н.) и в его бореальный период (8–9 тыс. л. н.), менее благоприятные – в суббореальный период (рис. 2).

Подтверждением более благоприятных для торфонакопления и вероятно более теплых и влажных условий в атлантический климатический период голоцена являются свойства охристых иллювиальных горизонтов минеральных почв, залегающих в средних и нижних частях профилей [5]. Как правило, большинство горизонтов как торфяных, так и минеральных почв Камчатки, сложенных вулканическими пеплами, плохо выветрены и преобразованы процессами гипергенеза и почвообразования [7]. В профилях почв они, залегают хорошо выраженными индивидуализированными прослоями, имея достаточно четкие границы, слагающие слои частицы плохо растираются и раздавливаются при нажиме, мезо- и микроморфология пеплов также свидетельствует об их слабой трансформации.

Исключением являются хорошо преобразованные и трансформированные вулканические пеплы, слагающие охристые иллювиальные горизонты (BAN) минеральных почв. Последние специфичны, если выражены в вулканических поч-

вах, являются типодиагностическими. Сложены охристые горизонты почв Камчатки продуктами извержений разных источников и отчасти являются результатом вторичного переотложения, представляя собой “слепую” толщу, сложенную пеплами разных извержений среднеголоценового возраста, поступали они в почвы именно в атлантический климатический оптимум. В них часто диагностируются пеплы датированного кальдеорообразующего извержения вулкана Ксудач 4907 г. до н.э. В почвенном профиле охристые горизонты являются всегда самыми яркоокрашенными. Слагающий пепловый материал наиболее трансформирован, хорошо выветрен, об этом свидетельствуют как микроморфология пеплов, так и выраженное явление псевдотиксотропии (выделение влаги при разминании структурных отдельностей). Кроме того, охристые горизонты характеризуются высокими валовыми содержаниями железа (8–10%), алюминия (15–20%), и их подвижными формами. Эта особенность связана с метаморфозом пеплов и иллювиальными почвенными процессами.

Ранее установлено, что хорошая трансформация и преобразованность пеплового материала, слагающего гор. VAN, обусловлена длительным периодом нахождения в зоне активного почвообразования под поверхностными органогенными горизонтами, из-за продолжительности стадии “покоя” между вулканическими извержениями, после их отложения [5].

Относительно более теплые и влажные условия в атлантический климатический оптимум, обусловившие сравнительно большие мощности торфов, образовавшихся в это время, способствовали трансформации и выветриванию пеплов, слагающих в минеральных почвах охристые горизонты, которые формировались именно в этот период голоцена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Максимальная скорость торфонакопления на Камчатке характерна для современного этапа субатлантического периода голоцена (последние 100 лет), она составляет в среднем для западного побережья Камчатки, юга его центральной части и севера полуострова от 1.06 до 1.54 мм/год, для восточного побережья полуострова от 0.67 до 0.77 мм/год.

Позднеголоценовый субатлантический период (без учета последних 100 лет) характеризуется более высокими скоростями образования торфяных горизонтов (в среднем от 0.03 до 0.37 мм/год) относительно более древних климатических периодов голоцена.

Наименьшие скорости торфонакопления характерны для холодного суббореального периода

(от 0.03 до 0.08 мм/год) и относительно высокие — для атлантического пика тепла в голоцене (от 0.08 до 0.50 мм/год) и предшествующего ему более позднего отрезка атлантического периода (от 0.06 до 0.23 мм/год).

Раннеголоценовый бореальный период голоцена (с пиком тепла 9.3 тыс. л. н.) характеризуется скоростями образования торфяных горизонтов от 0.12 до 0.6 мм/год.

Подтверждением более благоприятных для торфонакопления и вероятно более теплых и влажных условий в атлантический климатический период голоцена являются свойства охристых иллювиальных горизонтов минеральных почв Камчатки, сложенных хорошо преобразованными вулканическими пеплами среднеголоценового возраста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Базанова Л.И., Брайцева О.А., Дирксен О.В., Сулержицкий Л.Д., Данхара Т.* Пеплопады крупнейших голоценовых извержений на траверсе Усть-Большерецк—Петропавловск-Камчатский: источники, хронология, частота // *Вулканология и сейсмология*. 2005. № 6. С. 30–46.
2. *Болабко Г.Т., Дмитриев В.Д., Озорнина С.П., Поздеев А.И.* Мерзлые породы Южной Камчатки и следы мерзлотных процессов в голоцене // *Четвертичная стратиграфия и события Евразии и Тихоокеанского региона*. Ч. 1. Якутск: СО АН СССР, 1970. С. 23–24.
3. *Боярская Т.Д.* О развитии растительности Тихоокеанского побережья СССР в голоцене // *Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене*. М.: Наука, 1982. С. 202–207.
4. *Гродницкая И.Д., Карпенко Л.В., Кнорре А.А., Сырцов С.Н.* Микробная активность торфяных почв заболоченных лиственничников и болота в криолитозоне центральной Эвенкии // *Почвоведение*. 2013. № 1. С. 67–77.
5. *Захарихина Л.В.* Особенности почвообразования и геохимии почв в условиях активного вулканизма (на примере Камчатки). Дис. ... докт. б. н. Новосибирск, 2010. 310 с.
6. *Захарихина Л.В.* Почвообразование на кислых и основных разновозрастных вулканических пеплах // *Почвоведение*. 2006. № 9. С. 1229–1236.
7. *Захарихина Л.В., Литвиненко Ю.С.* Геохимические особенности вулканических почв Камчатки // *Почвоведение*. 2010. № 4. С. 412–421.
8. *Классификация почв России*. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2004. С. 57–61.
9. *Кухаренко О.С., Павлова Н.С., Добровольская Т.Г., Головченко А.В., Початкова Т.Н., Зенова Г.М., Зягинцев Д.Г.* Влияние аэрации и температуры на структуру бактериальных комплексов верхового торфяника // *Почвоведение* 2010. № 5. С. 614–620.
10. *Нейштадт М.И.* Торфяные болота Западной Камчатки // *Тр. Центр. торфяной опытной станции*. М., 1936. Т. 1. С. 31–45.

11. *Монин А.С., Шишков Ю.А.* История климата. Л.: Гидрометеоиздат, 1979. 406 с.
12. *Певзнер М.М., Пономарева В.В., Мелекесцев И.В.* Черный Яр – реперный разрез голоценовых маркирующих пеплов северо-восточного побережья Камчатки // Вулканология и сейсмология. 1997. № 4. С. 3–18.
13. *Саидова Х.М.* Сообщества фораминифер Чукотского моря // Океанология. 1990. Т. 30. № 3. С. 450–454.
14. *Саидова Х.М., Сафарова С.А.* Экостратиграфия и палеогеография голоцена шельфа Берингова моря по фораминиферам, спорам и пыльце // Четвертичный период. Стратиграфия. М.: Наука, 1989. С. 176–181.
15. *Свиточ А.А.* Корреляция событий позднего плейстоцена и голоцена Чукотки, Аляски и севера Западной Сибири (по материалам радиоуглеродного датирования) // Новейшие отложения и палеогеография плейстоцена Чукотки. М.: Наука, 1980. С. 243–247.
16. *Титлянова А.А., Шибарева С.В., Биеньковски П.* Процессы разложения торфа в переходном болоте центральной Польши // Почвоведение. 2011. № 2. С. 165–172.
17. *Heusser C.J., Heusser L.E., Streeter S.S.* Quaternary temperatures and precipitation for the North–West Coast of North America // Nature. 1980. V. 286. № 5574. P. 702–704.