

ГЕНЕЗИС И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.48

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КАМЧАТКИ (ГИС-МОДЕЛЬ)

© 2009 г. М. С. Маречек¹, И. О. Алябина², С. А. Шоба¹

¹ Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы

² Институт экологического почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, 119991, Москва, Ленинские горы,
e-mail: marechekm@mail.ru

Поступила в редакцию 13.02.2008 г.

Пространственные закономерности распространения основных почвенных горизонтов и слоев почвенно-пирокластического чехла на Камчатке исследовали с помощью ГИС-методов, для чего были созданы база данных по почвам, а также компьютерная картографическая база данных. Их совместное использование с применением ГИС-технологий позволило изучить зависимость строения почвенных профилей как от биоклиматических условий формирования, так и от пепловой колонки, а также построить модель ареалов ряда почвенных горизонтов.

Обоснована концепция тефростратотипов, в основу которой положены закономерные сочетания пепловых прослоев, определяющие состав почв и направление почвообразования на Камчатке. Выделено несколько основных почвенных тефростратотипов центральной части полуострова, различающихся по совокупности экологических признаков, составлена их картосхема. Предложена методика составления почвенной карты на основе концепции тефростратотипов и с учетом поверхностных органогенных горизонтов, соответствующая специфике почвообразования вулканических регионов.

ВВЕДЕНИЕ

Особенностью почвообразования на п-ове Камчатка является его синлитогенный характер, что обусловлено активной вулканической деятельностью на протяжении всего голоцена. На Камчатке насчитывается около 30 действующих и более 100 потухших вулканов. В результате эруптивной деятельности вулканов значительная часть поверхности п-ова перекрыта толщей пирокластического материала, являющейся здесь материнской породой для почв. Для понимания сущности почвообразования на Камчатке необходимо учитывать факторы, связанные с вулканической деятельностью.

История исследований почвенного покрова полуострова насчитывает более 200 лет, наиболее активно исследования велись в течение последних 100 лет [9, 11–13, 17–19, 28, 30 и др.].

В вулканических почвах Камчатки протекают преимущественно следующие процессы: подсыпание пеплов (геологический процесс, имеющий определяющее значение при формировании вулканических почв), подстилскообразование, гумусообразование, дерновый, перегнойный, оподзоливание, процесс внутрипочвенного выветривания и некоторые другие. Наиболее ярко особенности камчатского почвообразования проявляются в профиле охристых вулканических почв, широко здесь распространенных. Они имеют ярко окрашенный гор. Bmf (или B oхр), харак-

теризующийся высоким содержанием аморфных соединений полуторных оксидов, а также четко выраженными признаками внутриагрегатной тиксотропии.

Специфическим отличием синлитогенного педогенеза Камчатки является относительная независимость современного подстилскообразования, формирования органических и органоминеральных горизонтов, с одной стороны, и протекания внутрипочвенных процессов, в значительной мере обусловленных строением почвенно-пирокластического чехла, с другой.

Взгляды разных исследователей на роль этих двух векторов почвообразования на Камчатке нашли отражение в их подходах к классификации почв Камчатки [11, 28, 31].

В классификационной схеме, разработанной Зонном, Карпачевским и Стефиным [11], в основу разделения вулканических почв на типы и подтипы положен формационный состав лесов. В соответствии с ним и свойствами верхних горизонтов почв были выделены основные типы вулканических почв.

Подход Соколова, лежащий в основе классификации почв России 2004 г. [14], основывается на рассмотрении степени влияния пеплов на почвообразование в разных биоклиматических зонах. На территории п-ова автор выделил три зоны пеплопадов (интенсивных, умеренных, сла-

Таблица 1. Некоторые крупнейшие извержения на Камчатке в голоцене (по [3, 5, 6] с добавлениями и изменениями)

Индекс пепла	Центр извержения	Объем, км ³	¹⁴ C возраст, лет (приблизительно)
Ш ₁	Шивелуч	≥1	265
Ш ₂	Шивелуч	≥2	900–1000
Ш ₃	Шивелуч	≥2	1400
ОП	Опала (Бараний Амфитеатр)	9–10	1500
КС ₁	Ксудач	18–19	1800
Ш ₅	Шивелуч	≥1	2500–2600
АВ ₁	Авачинский	≥4	3500
АВ ₃ = IAB20	Авачинский	≥1.1	4500
ОПтр	Кратер оз. Чаша	0.9–1	4600
IAв16	Авачинский	≥0.5	5000
IAв14	Авачинский	< 1	5300
АВ ₄ = IAB12	Авачинский	≥1.3	5500
АВ ₅ = IAB10	Авачинский	≥0.4	5600
КС ₂	Ксудач	9–11	6000
ХГ	Хангар	14–16	6900
IAв2	Авачинский	8–10	7150
КО	Кальдера Курильское озеро – Ильинская	140–170	7600

бых) и определил связанные с ними типы вулканических почв.

Согласно почвенной карте России масштаба 1 : 2500000 [26] на территории Камчатки развит ряд вулканических почв (иллювиально-гумусовые тундровые, слоисто-пепловые, сухоторфянистые, охристые, светло-охристые, подзолисто-охристые, слоисто-охристые), а также подзолы охристые и сухоторфянистые, подбуры сухоторфянистые и темные тундровые, таежные глеевые торфянисто-перегнойные, различные торфяные и торфяно-пепловые слоистые болотные, луговые почвы и криогидрогенные комплексы почв.

Начиная с 60-х гг. прошлого века на территории Камчатки проводятся тефрохронологические исследования (тефра – изверженный пирокластический материал, переносимый от кратера вулкана по воздуху). Тефрохронологами выделено более тридцати широко распространенных по площади слоев пеплов сильных извержений вулканов за последние 10 тыс. лет (табл. 1); определены их ареалы, составы, абсолютный возраст (на основе радиоуглеродного датирования), изучены закономерности формирования почвенно-пирокластического чехла, состоящего из серии разновозрастных маркирующих прослоев тефры и горизонтов погребенных почв [6, 33].

Широкое площадное распространение пеплов кислого и среднего состава, называемых маркирующими, является одной из важнейших особенностей камчатского вулканизма. Пеплы наибо-

лее значительных извержений покрывают площади радиусом до 900 км. На большей части ареала такие маркирующие пеплы имеют выдержанную мощность 5–10 см. Между прослоями маркирующих пеплов как правило находятся почвенные горизонты разной мощности, сформированные в пирокластическом материале смешанной природы. Устойчивое сочетание ряда маркирующих пеплов в пределах обширных ареалов предложено называть тефростратотипом почвенного профиля [20]. Тефростратотип определяет строение и многие свойства почвенного профиля (мощность голоценового профиля, количество погребенных гумусовых горизонтов и пепловых прослоев, степень выветрелости пирокластического материала, интенсивность развития почвенных процессов, наличие охристых горизонтов и др.). Понятие “тефростратотип” близко понятию “нормальная пепловая колонка” по Соколову [28], но этот исследователь не учитывал ни возраста пеплов, ни их распространение, за отсутствием этих данных, поэтому понятие “нормальная пепловая колонка” осталось на уровне чисто качественного. Тефростратотип – “нормальная пепловая колонка”, дополненная современными данными тефрохронологических исследований и имеющая территориально определенное распространение. В пределах одного тефростратотипа почвы, сформированные в разных биоклиматических условиях, имеют сходное строение почвенного профиля. В то же время почвы, сформированные в близких биоклимати-

ческих условиях, но в разных тейфростратотипах, заметно различаются по строению профиля [25].

Тейфростратотипы отражают, по сути, стратиграфию почвообразующего субстрата. При этом влияние тейфростратотипов на строение почвенного профиля столь сильно и многообразно, что представляется необходимым учитывать их при классификации почв в качестве отдельной координаты [21].

Представления о том, что базовую классификацию почв следует строить отдельно по профилно-генетической и литологической характеристикам почв высказывались и ранее [8, 27, 29]. Понятие “тейфростратотип” аналогично понятию почвенной серии, широко применяемой при крупномасштабном картографировании почв США [7, 38] и призванной отражать местную специфику почвенного профиля независимо от классификационного уровня. При выделении серий доминируют стратиграфические особенности исходной почвообразующей породы.

Таким образом, в данной работе представляется актуальным сведение как почвоведов, так и вулканологов всех этих обширных материалов в единую базу данных и их совместная обработка на основе новейших геоинформационных систем (ГИС).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В работе использованы методы ГИС-анализа, которые широко применяются в почвоведении и представляют собой сопряженный анализ почвенных свойств, параметров факторов почвообразования с целью прогнозирования возможности формирования тех или иных почвенных свойств, отдельных горизонтов, самих почв и дальнейшего создания почвенных карт [34–37].

Для создания ГИС-модели почвенного покрова Камчатки были использованы различные литературные, фондовые, картографические материалы, а также составлена компьютерная база данных (БД) с описаниями почвенных разрезов, включающая 338 разрезов. В основу БД легли опубликованные материалы [1, 4, 10, 11, 15, 22, 28, 32], полевые описания Л.О. Карпачевского (1962–2003 гг.) и А.В. Кириченко (1984, 1985 гг.), а также данные экспедиций 2002 и 2003 гг. с участием авторов. БД содержит различные сведения: источник информации; авторское название почвы; привязка почвенного разреза; характеристики растительности, рельефа, пород; информацию об охристых горизонтах; характеристики поверхностных органогенных/органо-минеральных горизонтов и подстилок.

В картографическую базу данных в виде отдельных слоев вошли следующие карты и картосхемы: размещения почвенных разрезов, вклю-

ченных в БД; климатического районирования Камчатки; лесного фонда Камчатской обл.; лесов; рельефа; уклонов; ареалов и изопакит (т.е. изолинии мощностей пеплов) пеплов (всего более 40 картосхем); количества слоев пеплов основных голоценовых извержений на Камчатке; возрастов верхних (наиболее молодых) маркирующих пеплов; поверхностных органогенных и органо-минеральных горизонтов; факторного ареала охристого горизонта; тейфростратотипов и групп тейфростратотипов Камчатки; распространения охристых почв центральной части п-ова Камчатка [23].

МОДЕЛЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КАМЧАТКИ

Для создания модели почвенного покрова Камчатки использовали карты трех главных составляющих почвенно-пирокластического чехла: пеплов крупных извержений, поверхностных органогенных и органо-минеральных горизонтов, охристого горизонта.

П е п л ы. Основу почвенно-пирокластического чехла формируют маркирующие пеплы извержений различных вулканов. Накопление пирокластического материала в периоды между сильными извержениями проходит синхронно с почвообразованием. Горизонты погребенных почв также имеют пирокластическую природу (так называемая “слепая” минеральная толща). Картосхема слоев маркирующих пеплов основных голоценовых извержений на Камчатке (рис. 1) содержит информацию о порядке залегания пеплов, их количестве, возрасте верхних маркирующих пеплов (при построении картосхемы не учитывали множество локальных извержений; каждое из них имеет, как правило, незначительное площадное распространение, но ввиду многочисленности их суммарный вклад может оказаться существенным). Согласно полученной схеме, наибольшее количество прослоев тейфы характерно для территории Восточного хребта в целом, а особенно Ключевской группы вулканов и района Авачинского вулкана. Минимальные количества пепловых слоев наблюдаются в северной и западной частях Камчатки. Почти половина территории имеет возраст верхнего маркирующего пепла более 6000 лет. Почвы с возрастом верхнего маркирующего пепла менее 1000 лет занимают около трети площади Камчатки (Восточный хребет).

П о в е р х н о с т н ы е о р г а н о г е н н ы е и о р г а н о - м и н е р а л ь н ы е г о р и з о н т ы. В условиях активного вулканизма поверхностные органогенные и органо-минеральные горизонты почв наиболее полно отражают современные процессы почвообразования. На территории п-ова Камчатка было выделено 13 разных групп

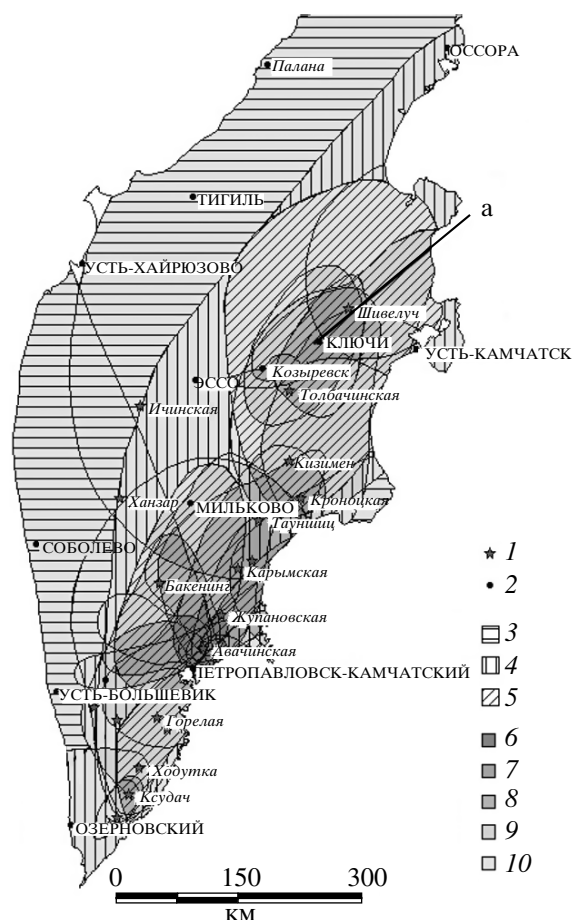


Рис. 1. Залегание маркирующих пеплов основных голоценовых извержений на Камчатке и возраст верхнего пепла. Список слоев тефры в указанной точке на карте: а – Б₁₉₅₆, Ш₁, Ш₂, Ш₃, КС₁, Ш₅, ХГ, КЗ; б – ОП, КС₁, КС₂, КО. Обозначения: 1 – вулканы, 2 – населенные пункты; возраст верхнего маркирующего пепла, лет: 3 – более 6000, 4 – 1000–6000, 5 – менее 1000; количество слоев пеплов: 6 – 11–17, 7 – 9–10, 8 – 7–8, 9 – 5–6, 10 – 1–4.

типов органогенных и органо-минеральных горизонтов (фрагмент карты представлен на рис. 2). Рассчитано площадное распространение органогенных и органо-минеральных горизонтов, а также возрастная структура каждой группы типов поверхностных горизонтов, с одной стороны, и состав типов поверхностных горизонтов для разновозрастных поверхностей почв, с другой. Выявлено, что набор групп типов поверхностных органогенных и органо-минеральных горизонтов в различных возрастных группах заметно различается [23].

Охристый горизонт. Закономерности распространения охристого горизонта на территории Камчатки изучались по материалам, вошедшим в БД. Все почвенные разрезы БД были поделены на 3 группы: аллювиальных и болотных почв, “неохристых” почв и “охристых” почв

[2]. Как установлено, почвы “охристой” группы (133 разреза) развиты под разными растительными сообществами, но в 60% случаев – под каменными березняками. Чаще в профиле выделяется 1–2 охристых горизонта, однако имеются описания с тремя и более горизонтами. Охристые горизонты имеют мощность от первых сантиметров до 30–40 см и залегают на различной глубине, чаще до 50–60 см. Охристые горизонты на глубине более 60 см встречаются в почвах территорий умеренно активной вулканической деятельности, где перерыв во времени между крупными извержениями был достаточен для их формирования.

В большинстве случаев охристый гор. Bmf развивается в толще среднеголоценовых пеплов КС₂, ОПтр, IАв14, КО¹. Включение этих пеплов в охристый горизонт подтверждается их залеганием в толще торфяников, непосредственно прилегающих к массивам охристых почв, где пеплы разделены слоями торфа и значительно меньше преобразованы, чем в почвах [20]. Вместе с тем характер профилей охристых почв показывает, что толща охристых горизонтов мощнее, чем толща ясно диагностируемых маркирующих пеплов. Поэтому очевидно, что в качестве минеральной основы гор. Bmf служила и “слепая толща”, состоящая из маломощных пепловых поступлений, имеющих, как правило, более основной состав, чем маркирующие пеплы. Кроме того было установлено, что охристые горизонты могут встречаться и в почвах районов за пределами распространения среднеголоценовых пеплов.

Как правило, кислые пеплы, как более устойчивые к выветриванию, не формируют охристых прослоев. В то же время вблизи пос. Усть-Большерецк нами был описан профиль почвы с охристым горизонтом, развитым в кислом пепле [20]. По-видимому, при определенных условиях (сравнительно небольшая глубина залегания (30–40 см от дневной поверхности), значительный возраст, определенные климатические условия) кислый пепел на Камчатке также может быть обохрен.

Таким образом, оказалось, что охристые горизонты, описанные в почвах Камчатки, сформированы в пеплах практически любого состава, находившихся в зоне активного почвообразования на протяжении 4–5 и более тыс. лет, причем времени для преобразования пирокластического материала требуется тем больше, чем более кислый состав он имеет и чем холоднее и суше климатические условия.

На карте была выделена территория, где экологические условия соответствуют условиям формирования охристого горизонта, названная факторным ареалом охристого горизонта. Факторный ареал построен методом последователь-

¹ Индексы пеплов см. в табл. 1.

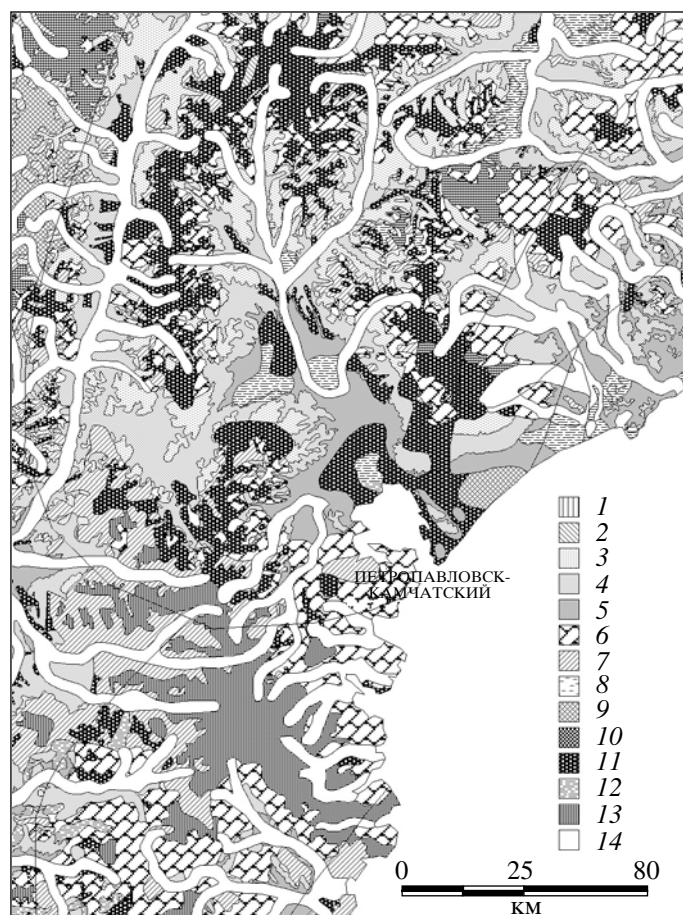


Рис. 2. Фрагмент карты органогенных и органо-минеральных горизонтов почв Камчатки. Обозначения: 1 – сухоторфянистые с включениями грубогумусных, 2 – торфянисто-перегнойные и торфяно-перегнойные, 3 – грубогумусные, 4 – перегнойные и дерново-перегнойные, 5 – дерновые, 6 – перегнойно-дерновые и дерново-оторфованные, 7 – торфянисто-перегнойные, 8 – торфяные тундровые, 9 – грубогумусные и дерновые, 10 – дерново-грубогумусные, 11 – дерново-луговые и лугово-перегнойные, 12 – торфяные, 13 – выходы плотных пород, 14 – набор грубогумусных, дерновых и других горизонтов на аллювиальных отложениях.

ного исключения территорий, где охристый горизонт отсутствует по причине влияния лимитирующих факторов.

Рельеф – фактор, косвенно определяющий климатические условия формирования почв. При анализе БД не было обнаружено охристых почв, которые залегали бы на территориях с высотами более 1000 м над уровнем моря (над ур. м.). Практически не формируются охристые почвы и на крутых склонах (если и встречаются, то имеют сильно нарушенную пепловую колонку). Согласно этим данным, на карте были выделены территории с высотами более 1000 м над ур. м. и крутизной склона более 7 градусов (рис. 3).

Растительность. В торфяных почвах болот не наблюдается процесса обохривания, так как происходит консервация пеплового материала. На основе карты лесного фонда Камчатки и карты лесов СССР выделены территории, занятые болотами (рис. 3).

Породы. Формирование охристых горизонтов не происходит в условиях интенсивных пеплопадов, не позволяющих пеплам находиться на незначительной глубине на протяжении достаточного для протекания процессов обохривания времени. Почвенный покров представлен здесь как правило слоисто-пепловыми или слабо развитыми дерновыми почвами. На основе данных вулканологов о количестве, периодичности и мощностях извержений были выделены “буферные зоны” вокруг действующих вулканов – территории возле вулканов с высокой интенсивностью пеплопадов (рис. 3).

Климат. По температурному режиму на карте выделены территории севера и крайнего юга п-ова (рис. 3).

На остальной территории Камчатки экологические условия соответствуют условиям формирования охристого горизонта, причем полученный факторный ареал шире ареала всех почв с

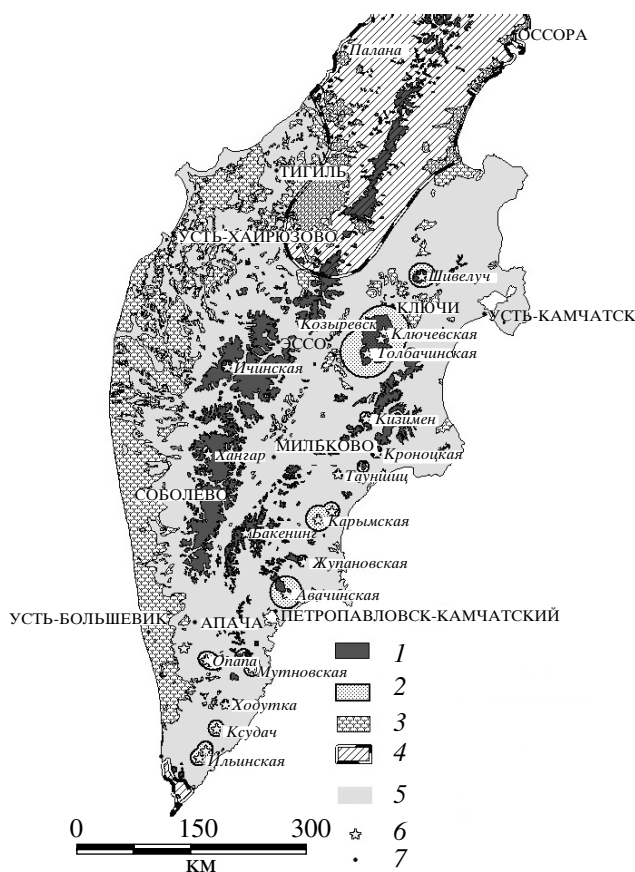


Рис. 3. Факторы, лимитирующие протекание процесса обохривания и факторный ареал охристого горизонта. Обозначения: 1 – высоты более 1000 м и склоны более 7 градусов, 2 – мощные пепловые отложения, 3 – болота, 4 – климатические условия, 5 – факторный ареал охристого горизонта, 6 – вулканы, 7 – населенные пункты.

признаками обохривания с почвенной карты России. В частности, выделены большие территории светло-охристых почв к юго-востоку от Ключевской группы вулканов; установлено распространение охристых почв на западе п-ова при отсутствии заболачивания, в восточной и южной частях Камчатки.

Тефростратотипы. На основе имеющихся слоев компьютерной модели были выделены тефростратотипы, в пределах которых почвенный покров характеризуется сходным набором маркирующих пеплов в почвенно-пирокластическом чехле (возможны некоторые вариации); сходными условиями формирования почвенных горизонтов (современных и погребенных) и их морфологией (исключая интразональные почвы). Всего было выделено 7 тефростратотипов, объединенных в 3 группы (рис. 4). Названия тефростратотипам даны по хорошо выделяющимся характерным слоям пеплов (по индексам пеплов), присутствующим на всем протяжении ареала тефростратотипа (или по источ-

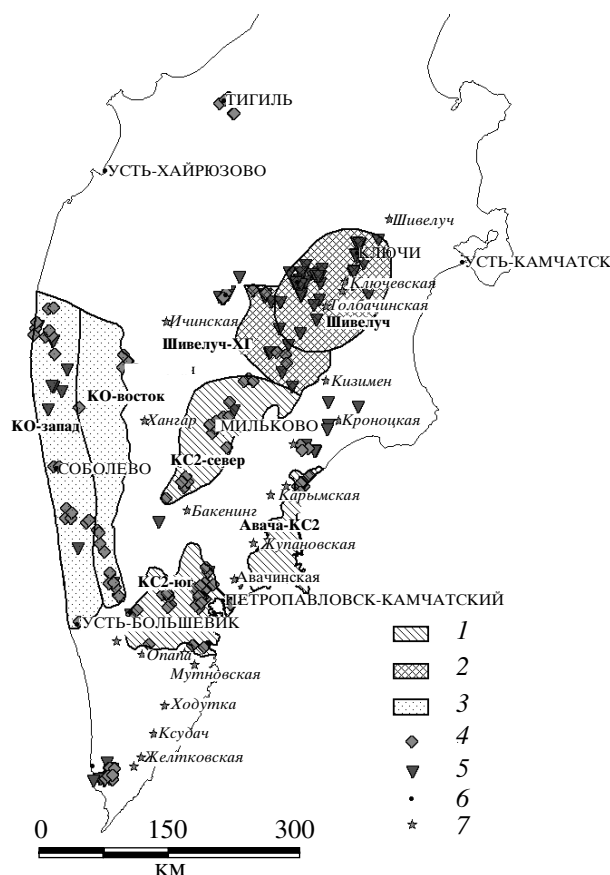


Рис. 4. Картограмма тефростратотипов и групп тефростратотипов. Обозначения: 1 – первая группа тефростратотипов (КС2), 2 – вторая группа тефростратотипов (Шивелуч), 3 – третья группа тефростратотипов (КО), 4 – группа разрезов "охристые", 5 – группа разрезов "неохристые", 6 – населенные пункты, 7 – вулканы.

нику тefры) и географическому расположению. Основные признаки, по которым проводилось выделение тефростратотипов это: наличие наиболее характерных пеплов, слоистость профиля, его мощность, возраст верхних маркирующих пеплов (характер почвенно-хронологической колонки); ряд экологических условий; наличие/отсутствие признаков охристости в профиле и степень выраженности охристых горизонтов.

Первая группа тефростратотипов определяется наличием пепла КС₂ и включает 3 тефростратотипа: "КС2-север", "КС2-юг" и "Ава́ча-КС2".

1. "КС2-север". Маркирующие пеплы в почвенно-пирокластическом чехле: (АВ₁₉₂₆)² ОП КС₁ КС₂ (ХГ) (КО). Пеплы АВ₁₉₂₆, КО слабо различимы в профиле, отсутствуют на севере ареала, ХГ – отсутствует в южной части ареала.

² Здесь и далее в скобках приводятся пеплы, прослеживающиеся не на всей территории тефростратотипа.

Как правило, наблюдается два охристых горизонта. Первый охристый включает в свой состав пепел $КС_2$ и “слепую толщу” моложе пепла $КС_2$. Второй охристый горизонт залегает сразу под ХГ или КО в “слепой толще”. В самой северной части ареала тефростратотипа – как правило, один охристый горизонт (пепел ХГ).

Преобладающие в ареале тефростратотипа почвы – светло-охристые (преимущественно в центральной части) и охристые по предгорьям.

2. “*КС2-юг*”. Маркирующие пеплы в составе почвенно-пирокластического чехла: (АВ₁₉₂₆) (КШТ₃) ОП $КС_1$ (АВ₂) ОПтр $КС_2$ (ХГ) (КО).

Как правило, в профиле наблюдается два охристых горизонта. Первый включает в свой состав пепел $КС_2$ и “слепую толщу” моложе пепла $КС_2$. Второй охристый горизонт залегает сразу под КО в “слепой толще”. Охристые горизонты яркие, хорошо выраженные.

Выделяется осветленный горизонт, похожий на элювиальный, представленный кислым пеплом ОП. В районе Толмачевского дола появляется черный пепел (над КО), в этом случае не наблюдается обохривания в районе пепла КО. На территориях с более высокой интенсивностью пеплопадов и более мощным почвенно-пирокластическим чехлом выделяется три охристых горизонта (третий охристый горизонт залегает в толще над пеплом ОПтр), здесь же четко проявляется слоистость профиля. При уменьшении интенсивности пеплопадов, на западе ареала как правило выделяется один мощный охристый горизонт (верхняя граница горизонта лежит в “слепой толще” над $КС_2$, нижняя – под КО). Интенсивность пеплопадов на территории меняется от интенсивных на востоке до ослабленных на западе.

Преобладающие в ареале тефростратотипа почвы – слоисто-охристые в восточной части ареала, охристые и почвы с осветленным горизонтом, предположительно подзолисто-охристые, в центральной и западной частях ареала.

3. “*Авача-КС2*”. Маркирующие пеплы в составе почвенно-пирокластического чехла: (АВ₁₉₃₈) ОП $КС_1$ (серия пеплов Авачинского вулкана возрастом 2500–5700 ¹⁴С лет) $КС_2$ (АВ₂) ХГ (КРМ).

Характерна большая мощность почвенно-пирокластического чехла (более 1.5 м). Тефростратотип отличается хорошо выраженная слоистость профиля. Часто выделяется два хорошо выраженных ярких охристых горизонта: один включает в свой состав пепел $КС_2$, а также, по-видимому, разные пеплы Авачинского вулкана, другой горизонт лежит ниже пепла ХГ в “слепой толще” пеплов возрастом более 6–7 тыс. лет.

Преобладающие в ареале тефростратотипа почвы – слоисто-охристые.

Вторая группа тефростратотипов объединяется наличием пеплов вулкана Шивелуч, включает два тефростратотипа: “Шивелуч” и “Шивелуч-ХГ”.

4. “*Шивелуч*”. Пеплы-маркиранты в составе почвенно-пирокластического чехла: (Б₁₉₅₆) (Ш₁) Ш₂ Ш₃ (Ш₁₄₅₀) $КС_1$ (БЗ) Ш₅ (Шдв) ХГ (КЗ).

Тефростратотип характеризуется значительной мощностью почвенно-пирокластического чехла (более 2 м, часто 3–5 м), очень хорошо выраженной слоистостью профиля. В составе почвенно-пирокластического чехла прослеживаются четко различимые прослои кислых светлых пеплов (пеплы вулкана Шивелуч, $КС_1$), обычно в количестве 4–5 штук, мощность прослоев от 2–3 см до 10 см и более.

Преобладающие в ареале тефростратотипа почвы – слоисто-пепловые, дерновые вулканические и другие почвы. Почв с охристыми горизонтами нет.

5. “*Шивелуч-ХГ*”. Маркирующие пеплы в составе почвенно-пирокластического чехла: Ш₂ Ш₃ $КС_1$ ХГ (КЗ).

Мощность почвенно-пирокластического чехла составляет здесь около 1 м, хорошо выражена слоистость профиля. В составе почвенно-пирокластического чехла имеются четко различимые прослои кислых светлых пеплов, мощность их меньше, чем в тефростратотипе “Шивелуч” – 2–5 см.

Охристость в почвах тефростратотипа выражена по разному – ближе к Срединному хребту выражена ярко, к югу от Ключевской группы вулканов – слабее, яркой окраски часто нет. Хорошо выраженный охристый горизонт обычно залегает в “слепой толще” возрастом более 6–7 тыс. лет. Иногда выделяется 2 обохренных горизонта, в этом случае еще один горизонт располагается в пепловой толще между $КС_1$ и ХГ. Светло-охристые почвы данного тефростратотипа еще более светлые, нежели светло-охристые в тефростратотипе “КС2-север”.

На территории ареала распространены светло-охристые почвы, охристые почвы в предгорьях, а также местами прочие “неохристые” вулканические почвы.

Третья группа тефростратотипов объединяется наличием пепла КО, включает 2 тефростратотипа: “КО-восток” и “КО-запад”.

6. “*КО-восток*”. Маркирующие пеплы в составе почвенно-пирокластического чехла: ($КС_2$) КО (ХГ).

Для тефростратотипа характерен почвенно-пирокластический чехол мощностью от 50 см до 1 м. Пепел КО – маломощный, не всегда различим в профиле (особенно на севере ареала). Пепел ХГ присутствует в почвенно-пирокластическом чехле на севере ареала, также маломощный, но хорошо различимый в профиле. Пепел $КС_2$

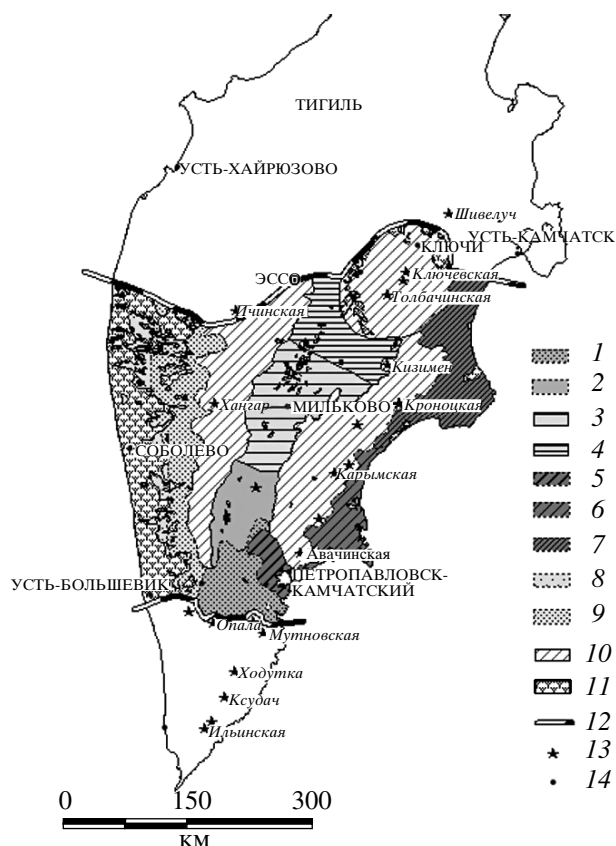


Рис. 5. Картограмма распространения охристых почв центральной части Камчатки. Обозначения: вулканические охристые почвы и комплексы: 1 – охристые “КС2-юг”, 2 – охристые прочие, 3 – светло-охристые и охристые “КС2-север”, 4 – светло-охристые и охристые “Шивелуч-ХГ”, 5 – слоисто-охристые “КС2-юг”, 6 – слоисто-охристые “Авача-КС2”, 7 – слоисто-охристые прочие, 8 – подзолисто-охристые и охристые “КО-запад”, 9 – подзолисто-охристые и охристые “КО-восток”; 10 – прочие вулканические и невулканические (слоисто-пепловые, вулканические иллювиально-гумусовые тундровые и другие) почвы, 11 – болотные почвы; 12 – границы рассматриваемой территории, 13 – вулканы, 14 – населенные пункты.

входит в состав почвенно-пирокластического чехла на юге ареала, в профиле имеет ярко-охристую окраску. Обычно выделяется один охристый горизонт (пепел КС₂, если есть, включается в его состав), либо два, разделенных пепловым прослоем (КО/ХГ). В верхней части профиля почв прослеживается осветленный горизонт неизвестного генезиса, предположительно – кислый пепел. Пеплы КО и ХГ представлены в виде желтого слабо преобразованного вулканического песка.

Преобладающие в ареале тейфростратотипа почвы – охристые почвы, почвы с осветленным горизонтом неуставленного генезиса (светлый кислый пепел/гор. Е), предположительно подзолисто-охристые, а также болотные почвы.

7. “КО-запад”. В состав почвенно-пирокластического чехла из маркирующих пеплов входит только пепел КО.

Для тейфростратотипа характерен маломощный почвенно-пирокластический чехол (мощность менее 50 см). Пепел КО имеет здесь незначительную мощность – 2–4 см, на севере тейфростратотипа не всегда различим в профиле.

Встречаются почвы, описываемые как почвы с гор. Вmf. В их профиле выделяется один охристый горизонт, залегающий на разной глубине, как правило, небольшой – 15–25 см. Развита он в “слепой толще”. Охристость выражена слабее, чем в почвах тейфростратотипа “КО-восток”. Установлено, что в состав охристого горизонта может входить пепел КО, довольно сильно преобразованный процессами выветривания и почвообразования вследствие близкого залегания к поверхности. В большинстве разрезов отмечается наличие осветленного горизонта неизвестного генезиса (светлый кислый пепел/гор. Е) в верхней части профиля.

На территории тейфростратотипа распространены охристые почвы, почвы с осветленным горизонтом неуставленного генезиса (светлый кислый пепел/гор. Е), предположительно подзолисто-охристые, а также очень широко распространены болотные почвы.

В границах выделенных тейфростратотипов был определен состав поверхностных органо-генных и органо-минеральных горизонтов. Установлено, что все тейфростратотипы характеризуются сходными наборами типов этих горизонтов. Основным отличием является отсутствие сухоторфянистых горизонтов в тейфростратотипах “КС2-юг”, “Авача-КС2”, “КО-восток”, “КО-запад”, что связано с особенностями распространения лиственницы на Камчатке.

Вместе с тем оказалось, что различаются преобладающие группы типов поверхностных органо-генных и органо-минеральных горизонтов разных тейфростратотипов. В тейфростратотипах первой группы (рис. 4) преобладают дерново-перегнойные горизонты, в тейфростратотипах третьей группы – торфяные, в тейфростратотипе “Шивелуч-ХГ” – сухоторфянистые, а в тейфростратотипе “Шивелуч” – дерновые тундровые поверхностные почвенные горизонты.

ОХРИСТЫЕ ПОЧВЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КАМЧАТКИ

Выделение тейфростратотипов позволило построить картограмму распространения охристых почв центральной части территории п-ова (рис. 5). Выделено 9 контуров охристых почв: два контура – собственно охристых почв, два – светло-охристых

Таблица 2. Степени выраженности признаков для разных тефростратотипов собственно охристых и светло-охристых почв

Степень выраженности признака	Подтип почвы				
	собственно охристые			светло-охристые	
	тефростратотип				
	КС2	КО	Шивелуч-ХГ	Шивелуч-ХГ	КС2-север
Охристость (цвет охристых горизонтов по Манселлу, их количество и мощность)	От ярко-охристого (желтовато-красного) (5YR 5/8) до ярко-бурого (7,5YR 5/8) 2 горизонта, мощность каждого около 15–20 см	От ярко-бурого (7,5YR 5/6–5/8) до красновато-желтого (7,5YR 6/8) 1 горизонт, мощность около 5–10 см	Ярко-бурый (7,5YR 4/6) 1 глаболежащий горизонт, (старше 7 тыс. лет), мощность – 10–20 см	Желтовато-бурый (10YR 5/4) 1 горизонт с признаками обохривания, мощность 10–15 см	От желтовато-бурого (10YR 5/6) до буровато-желтого (10YR 6/8) 1–2 охристых горизонтов, около 15 см мощностью
Мощность почвенно-пирокластического чехла	Около 1 м	30–60 см	Около 1 м	Около 1 м	Около 1 м
Слоистость профиля (количество слоев маркирующей тефры)	3–5 слоев	1–2 слоя, элементарные профиля слабо различимы	4–6 слоев	5–9 слоев, большинство пеплов – светлые	3–5 слоев, некоторые пеплы неразличимы в профиле

Таблица 3. Степени выраженности признаков для разных тефростратотипов слоисто-охристых почв

Степень выраженности признака	Тефростратотип	
	Авача-КС2	КС2-юг
Охристость (цвет охристых горизонтов по Манселлу, их количество и мощность)	От ярко-охристого (желтовато-красного) (5YR 5/8) до ярко-бурого (7,5YR 5/8) 3–4 охристых горизонта, мощностью 10–20 см каждый	От темно-желтовато-бурого (10YR 4/6) и желтовато-бурого (10YR 5/6) до ярко-бурого (7,5 YR 5/8) (пепел КС ₂) 2–4 охристых горизонта, мощностью около 10–20 см каждый
Мощность почвенно-пирокластического чехла	Менее 1,5 м	1,5–2 м
Слоистость профиля (количество слоев маркирующей тефры)	5–10 слоев	4–10 слоев

и охристых почв, три – слоисто-охристых почв, два – подзолисто-охристых и охристых.

Использование концепции тефростратотипов для характеристики почв Камчатки дает возможность учитывать имеющиеся четкие различия строения профиля почв, одинаково показанных на Почвенной карте РСФСР. На основании анализа полученных материалов предлагается дополнить описания ряда подтипов вулканических охристых почв характеристикой тефростратотипов и разделить эти подтипы на варианты. Различия в них определяются степенью выраженности охристости, мощностью профиля, его слоистостью. По степени выраженности процесса обохривания эти варианты можно отнести к разным видам. В рамках подтипа собственно охристых

почв предлагается выделять три варианта охристых почв, связанных с характерными для территории пеплами: охристые “КС2”, охристые “Шивелуч-ХГ” и охристые “КО” (табл. 2). В подтипе светло-охристых почв выделены светло-охристые “КС2-север” и светло-охристые “Шивелуч-ХГ”, в подтипе слоисто-охристых – слоисто-охристые “КС2-юг” и слоисто-охристые “Авача-КС2” (табл. 3).

Фрагмент почвенной карты, построенной с использованием предложенной методики, представлен на рис. 6. На территории тефростратотипа “Авача-КС2” развиты вулканические слоисто-охристые почвы, аллювиальные (луговые и дерновые), луговые, торфяные почвы. Названия вулканических слоисто-охристых почв включают на-

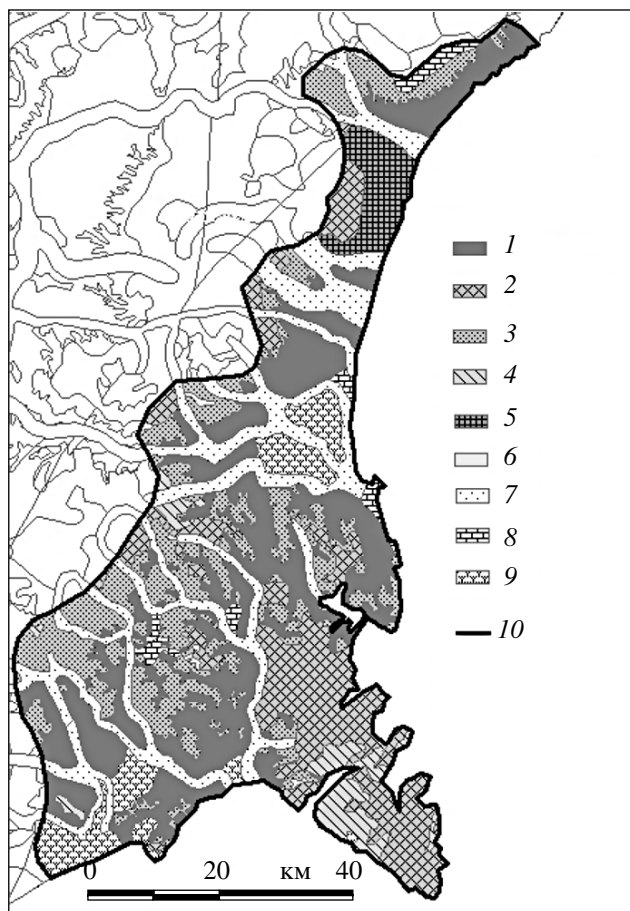


Рис. 6. Почвенная карта на территорию тефростратотипа "Авача-КС2". Обозначения: 1 – вулканические слоисто-охристые "Авача-КС2" дерновые, 2 – вулканические слоисто-охристые "Авача-КС2" перегнойно-дерновые, 3 – вулканические слоисто-охристые "Авача-КС2" перегнойные, 4 – вулканические слоисто-охристые "Авача-КС2" торфянисто-перегнойные, 5 – вулканические слоисто-охристые "Авача-КС2" дерново-грубогумусные, 6 – вулканические слоисто-охристые "Авача-КС2" грубогумусные, 7 – аллювиальные луговые и дерновые, 8 – луговые, 9 – торфяные; 10 – граница ареала тефростратотипа.

звание тефростратотипа и характеристику поверхностных органогенных и органо-минеральных горизонтов. Наибольшую площадь занимают вулканические слоисто-охристые "Авача-КС2" дерновые и вулканические слоисто-охристые "Авача-КС2" перегнойно-дерновые.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Особенностью синлитогенного педогенеза Камчатки является сочетание трех основных относительно независимых процессов: образования поверхностных органогенных и органо-минеральных горизонтов, выпадения пеплов и протекания процесса внутрипочвенного выветривания ("обохривания").

Устойчивые сочетания слоев маркирующих пеплов, или тефростратотипы, формируют на территории Камчатки обширные ареалы. В центральной части п-ова выделяется семь основных тефростратотипов, различающихся по совокупности экологических признаков: почвообразующая порода, климат, возраст поверхностных и погребенных почв, степень преобразования материала.

Особенности вулканических охристых почв, связанные с тефростратотипами, позволяют выделить в центральной части Камчатки 9 почвенных контуров: 2 контура – собственно охристых почв, 2 – светло-охристых и охристых почв, 3 – слоисто-охристых почв, 2 – подзолисто-охристых и охристых. Использование тефростратотипов для характеристики почв Камчатки дает возможность учитывать имеющиеся четкие различия строения профиля почв, одинаково показанных на почвенной карте России.

Предложенная методика построения почвенной карты на основе концепции тефростратотипов и с учетом поверхностных органогенных и органо-минеральных горизонтов, соответствующая специфике почвообразования регионов с вулканическими почвами, позволяет сделать карту наиболее информативной. Названия вулканических охристых почв включают название тефростратотипа, характеризующее наличие маркирующих пеплов, возраст верхних маркирующих пеплов, слоистость профиля, его мощность, степень выраженности охристости, а также название поверхностных органогенных или органо-минеральных горизонтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрогидрологические свойства и климат почв Камчатки (справочник) / Под ред. К.П. Березнякова. Петропавловск-Камчатский: Гос. ком. СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды, 1980. 369 с.
2. Алябина И.О., Макеев А.О., Маречек М.С., Брайцева О.А., Захарихина Л.В. Новые методические подходы к изучению географии охристых вулканических почв Камчатки // Вестник МГУ. Сер. 17, почвоведение. 2006. № 3. С. 43–52.
3. 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.
4. Бельтюкова Я.Г. Вулканические почвы под ольховым стлаником Камчатки. Дис. ... канд. биол. наук. М., 1994.
5. Брайцева О.А., Базанова Л.И., Мелекесцев И.В., Сулержицкий Л.Д. Крупнейшие голоценовые извержения вулкана Авачинский на Камчатке (этап 7250–3700 ¹⁴С лет назад) // Вулканология и сейсмология. 1998. № 1. С. 3–24.

6. Брайцева О.А., Мелекесцев И.В., Пономарева В.В., Базанова Л.И., Сулержицкий Л.Д. Сильные и катастрофические эксплозивные извержения на Камчатке за последние 10 тыс. лет // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. Петропавловск-Камчатский: ИВГиГ ДВО РАН. 2001. 428 с.
7. Геннадиев А.Н. О почвенных сериях США // Геохимия ландшафтов и география почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. С. 216–230.
8. Герасимов И.П., Иванова Е.Н. Три научных направления в разработке общих вопросов классификации почв и их взаимные связи // Почвоведение. 1958. № 11. С. 1–18.
9. Герасимов И.П., Ильина Л.П. Современный вулканизм и почвообразование на Камчатке // Изв. СО АН СССР. 1960. № 10. С. 84–93.
10. Захарихина Л.В. Почвы Западной Камчатки и их охрана в районах техногенного воздействия. Дис. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский, 2001. 170 с.
11. Зонн С.В., Карпачевский Л.О., Стефин В.В. Лесные почвы Камчатки. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 254 с.
12. Карпачевский Л.О. Некоторые особенности почвообразования в условиях Камчатки // Почвоведение. 1965. № 11. С. 1–10.
13. Карпачевский Л.О. О влиянии различных древесных пород на вулканические почвы Камчатки // Почвоведение. 1963. № 12. С. 7–16.
14. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
15. Кочерьян В.М. Влияние кедрового стланика на вулканические почвы Камчатки. Дис. ... канд. биол. наук. М., 1990.
16. Крашенинников С.П. Описание земли Камчатки. М.–Л., 1949.
17. Ливеровский Ю.А. О вулканических пепловых почвах Камчатки // Почвоведение. 1971. № 6. С. 3–11.
18. Ливеровский Ю.А. Почвы Камчатки // Камчатский сборник. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1940. Т. 1.
19. Ливеровский Ю.А. Почвы равнин Камчатского полуострова. М., 1959. 130 с.
20. Макеев А.О., Алябина И.О., Брайцева О.А. и др. География, генезис и эволюция почв Камчатки на основе изучения почвенно-пирокластического чехла // Почвы – национальное достояние России. Мат-лы IV съезда Докучаевского общества почвоведов. 9–13 августа 2004 г. Кн. 1. Новосибирск: “Наука-Центр”, 2004. С. 252–254.
21. Макеев А.О., Алябина И.О., Брайцева О.А. и др. Новые подходы к изучению почвенного покрова Камчатки // Тр. ин-та почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова и РАН. Географическое разнообразие почв. Почвы и биота. 2003. Вып. 2. С. 6–50.
22. Малинин О.И. Вулканические почвы лиственных лесов. Дис. ... канд. биол. наук. М., 1981.
23. Маречек М.С. Пространственные закономерности вулканического педоседиментогенеза на территории Камчатки (компьютерная модель). Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 2007.
24. Маречек М.С., Алябина И.О., Макеев А.О., Карпачевский Л.О. География, генезис и возраст поверхностных органогенных и органоминеральных горизонтов почв Камчатки // Тр. ин-та экологического почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова. Географическое разнообразие почв. Оценка и учет почвенных ресурсов. Экологическое образование. 2005. Вып. 5. С. 114–136.
25. Маречек М.С., Алябина И.О., Шоба С.А. ГИС-модель почвенного покрова центральной части Камчатки // Докл. по экологическому почвоведению. 2007. Вып. 5. № 1. С. 20–60.
26. Почвенная карта РСФСР. Масштаб 1 : 2500000. М.: ГУГК, 1988.
27. Розов Н.Н., Караваева Н.А., Роде Т.А. Первый пленум Комиссии по номенклатуре, систематике и классификации почв при Академии наук СССР // Почвоведение. 1957. № 8. С. 60–65.
28. Соколов И.А. Вулканизм и почвообразование. М.: Наука, 1973. 224 с.
29. Соколов И.А. О базовой классификации почв // Почвоведение. 1978. № 8. С. 58–64.
30. Соколов И.А. Современное почвообразование на Камчатке в зоне слабых пеплопадов // Почвоведение. № 10. 1972. С. 13–25.
31. Соколов И.А., Таргульян В.О. Характеристика почвообразования на Камчатке // Тр. конф. почвоведов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Изд-во АН СССР, 1964. С. 200–210.
32. Тюлина Л.Н. Растительность западного побережья Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2001. 304 с.
33. Braitseva O.A., Ponomareva V.V., Sulerzhitsky L.D., Melekestsev I.V., Bailey J. Holocene key-marker tephra layers in Kamchatka, Russia // Quaternary Research. 1997. V. 47. P. 125–139.
34. Caree Fl., McBratney A.B. Digital terrain mapping // Geoderma. 2005. V. 128. P. 340–353.
35. McBratney A.B., Mendonca Santos M.L., Minasny B. On digital soil mapping // Geoderma. 2003. V. 117. P. 3–52.
36. Moore I.D., Gessler P.E., Nielsen G.A., Peterson G.A. Soil attribute prediction using terrain analysis // Soil Science Society of Am. J. 1993. V. 57. P. 443–452.
37. Odeh I.O.A., McBratney A.B., Chittleborough D.J. Spatial prediction of soil properties from landform attributes derived from a digital elevation model // Geoderma. 1994. V. 63. P. 197–214.
38. Soil Survey Staff / Soil Taxonomy, Second edition. USDA-NRCS, Agriculture Handbook. No. 436, 1999.