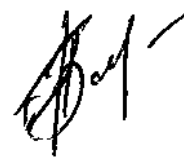


На правах рукописи



Васильева Татьяна Игнатьевна

**ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ, СВОЙСТВА И МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И
ЮЖНОЙ ЯКУТИИ**

03.02.13 – почвоведение

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Томск 2013

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук, в лаборатории генезиса почв и радиоэкологии

Научный руководитель:

доктор биологических наук
Чевычелов Александр Павлович

Официальные оппоненты:

Саввинов Дмитрий Дмитриевич, доктор биологических наук, профессор, научно-исследовательский институт прикладной экологии севера Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова», лаборатория экологии и географии мерзлотных почв, главный научный сотрудник

Воробьев Сергей Николаевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, научно-исследовательский институт биологии и биофизики Томского государственного университета, директор

**Ведущая
организация:**

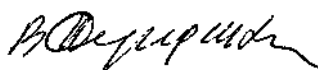
Учреждение Российской академии наук Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск)

Защита состоится «28» февраля 2013 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.267.09, созданного на базе федерального государственного бюджетного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» по адресу: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36 (Главный учебный корпус).

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке Томского государственного университета.

Автореферат разослан « » января 2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



В.П. Середина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. В связи с принятием «Схемы комплексного развития производительных сил, транспорта и энергетики РС (Я) до 2020 года», которая предусматривает широкомасштабное развитие промышленности Республики Саха (Якутия), можно предполагать, что уже в ближайшее десятилетие произойдет значительное увеличение техногенных нагрузок на мерзлотные экосистемы Севера (Саввинов, 2008). В связи с этим необходимо дальнейшее проведение углубленных фундаментальных исследований различных компонентов мерзлотных ландшафтов Центральной и Южной Якутии, в том числе и почв, как их центральных блоков, а также мониторинг их свойств и состава в условиях нарастания антропогенного и техногенного пресса.

Выявление педогенетических особенностей формирования свойств и состава почв мерзлотной области до последнего времени носило частный характер применительно к отдельным типам почв без учета общих почвенно-географических закономерностей почвообразования в криолитозоне Якутии (Зольников, 1954; Петрова, 1971; Белоусова, 1974; Коновровский, 1984; Еловская, 1987 и др.), поэтому представляется возможным решить эту проблему применительно к основным типам почв среднетаежной подзоны мерзлотно-таежной области Центральной и Южной Якутии.

Цель и задачи исследований. Цель исследований – комплексное изучение свойств и вещественного состава основных типов мерзлотных почв Центральной и Южной Якутии, а также оценка их плодородия с позиции соотношения резервов главных биогенных элементов.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Дать морфологическую характеристику, изучить вещественный состав и свойства основных типов почв Центральной и Южной Якутии.
2. Выявить элементарные почвенные процессы, участвующие в формировании исследуемых почв.
3. Изучить состав первичных минералов в почвах.
4. Дать количественную оценку состава глинистых минералов и выявить основные закономерности их профильного изменения.
5. Оценить плодородие исследуемых типов почв по соотношению в них резервов главных биогенных элементов (N, P, K, Ca, Mg).

Положения, выносимые на защиту:

1. Мерзлотные почвы Центральной и Южной Якутии в зональном аспекте отличаются явной спецификой их свойств и вещественного состава как следствие аридного и гумидного педогенеза.
2. Педогенетические закономерности изменения состава вторичных глинистых минералов в мерзлотных почвах зависят от характера и интенсивности проявления протекающих в них элементарных почвенных процессов.
3. На распределение резервов главных биогенных элементов в исследованных почвах влияют особенности мерзлотного почвообразования, а также свойства и минералогический состав почв.

Научная новизна исследований. Проведено комплексное изучение основных типов почв исследованных регионов, сравнение их вещественного состава и свойств, исследован состав первичных и вторичных минералов, а также дана оценка их количественного содержания, выявлены элементарные почвенные процессы, протекающие в данных почвах.

Практическая значимость работы. В практическом отношении значимость данной работы подчеркивается проведенной оценкой плодородия исследуемых мерзлотных почв, то есть их обеспеченности основными элементами минерального питания (азот, фосфор, калий, кальций, магний) с разделением их на резервы по степени доступности для сельскохозяйственных растений. Это позволяет на новом методологическом уровне оценить плодородие мерзлотных почв и наметить мероприятия по его оптимизации в условиях сельскохозяйственного производства в земледельческих районах Якутии.

Апробация работы. Основные результаты работы доложены на международных научных конференциях «Проблемы устойчивого функционирования водных и наземных экосистем» (Ростов-на-Дону, 2006), «Экология и биология почв» (Ростов-на-Дону, 2006, 2007), «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (Барнаул, 2006), «Лесное почвоведение: итоги, проблемы, перспективы» (Сыктывкар, 2007), «Ноосферные изменения в почвенном покрове» (Владивосток, 2007), на V Всероссийском съезде общества почвоведов (Ростов-на-Дону, 2008), на IX Межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (Нерюнгри, 2008).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов и списка литературы. Работа изложена на 149 страницах, включает 11 таблиц и 19 рисунков. Список литературы содержит 217 источников, в том числе 25 работ иностранных авторов.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность д.б.н. Александру Павловичу Чевычелову, под руководством которого выполнена диссертация, а также за помощь, оказанную при выполнении данной работы сотрудникам лаборатории физико-химических методов анализа ИГАБМ СО РАН (г. Якутск) и сотрудникам лаборатории генезиса почв и радиоэкологии ИБПК СО РАН (г. Якутск). Отдельную благодарность автор также выражает д.б.н., проф. факультета почвоведения МГУ Татьяне Алексеевне Соколовой за критические замечания и ценные предложения, сделанные в период подготовки данной диссертационной работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Глава 1. Состояние изученности, объекты и методы исследований

1.1. Состояние изученности проблемы

Значимые почвенно-географические и почвенно-генетические исследования на территории Центральной и Южной Якутии были в разное время проведены различными учеными (Зольников, 1954; Соколов и др., 1969, 1973, 1976; Петрова, 1971; Белоусова, 1974; Саввинов, 1976; Еловская,

Коноровский, 1978; Коноровский, 1984; Еловская, 1987; Чевычелов и др., 1990, 2009; Десяткин и др., 2011 и др.).

Анализ содержания опубликованных научных работ по вещественному составу и свойствам криогенных почв показал, что изучение их минералогического состава является наименее разработанным разделом географо-генетического почвоведения в мерзлотной области России.

Из содержания изученных работ по минералогическому составу почв мерзлотной области следует, что основным источником первичных и вторичных минералов являются почвообразующие породы, в ходе педогенеза в различных ландшафтно-климатических условиях происходит разрушение и образование минералов. В этом плане до последнего времени нет однозначного мнения о возможности и интенсивности протекания процессов синтеза вторичных глинистых минералов в мерзлотных почвах криолитозоны (Таргульян, 1959; Волобуев, 1962; Зигерт, 1981; Конищев, 1981; Ершов, 1982; Соколова, 1985 и др.).

1.2. Объекты и методы исследований

Были исследованы девять типов и подтипов зональных, азональных и интразональных почв (солодь, палевая нейтральная, палевая осолодевшая, палево-бурая оподзоленная, чернозем, подзолистая типичная, подзолистая альфегумусовая, дерново-карбонатная типичная и дерново-карбонатная выщелоченная) Центральной и Южной Якутии.

Валовой состав, химические свойства и физико-химические показатели исследуемых почв определяли по общепринятым в почвоведении методикам (Аринюшкина, 1970; Воробьева, 1998), гранулометрический состав – по Н.А. Качинскому (1958). Минералогический состав определялся методом рентгенофазового анализа (Рентгеновские..., 1965). Принцип подготовки проб к рентгенофазовому анализу и диагностики минералов изложен в опубликованных руководствах Н.И. Горбунова (1960, 1971). Для количественного определения состава глинистых минералов использовался метод, предложенный Э.А. Корнблюмом (1972), модифицированный Т.А. Соколовой (1985). При выявлении резервов главных биогенных элементов (N, P, K, Ca, Mg) их содержание в непосредственном резерве определялось с помощью вытяжки 1N HCl, которая использовалась в свое время Г.Я. Ринькисом и др. (1989) в методе оптимизации минерального питания растений.

Глава 2. Физико-географические условия почвообразования в Центральной и Южной Якутии

2.1. Условия почвообразования в Центральной Якутии

Центральная Якутия охватывает территорию обширной Центрально-Якутской равнины. Рельеф Центрально-Якутской равнины выровнен и внешне однообразен. Абсолютные высоты междуречий колеблются в пределах 200-300 м. Наиболее высокие отметки приурочены к её периферическим частям: на юге, западе и северо-западе они достигают 400-420 м. Самые малые высоты (100-120 м) находятся в долинах рек Вилюя и Лены. Климат данного региона резко

континентальный, характеризуется жарким коротким засушливым летом с большой инсоляцией и продолжительной очень суровой малоснежной зимой. В связи с резкой континентальностью наблюдаются большие колебания температур и малое количество осадков. Для большей части Центральной Якутии характерно наличие среди бескрайних лесов участков степей и солончаков. Зональной, господствующей группой типов лесной растительности является лиственный лес с травяно-брусничным покровом. Почвообразующими породами в данном регионе являются, главным образом, рыхлые аллювиальные отложения легкого гранулометрического состава различных геоморфологических уровней аллювиальной равнины р. Лена, а многолетняя мерзлота распространена повсеместно (Зольников, 1954).

В пределах указанного региона выделяют три почвенные зоны со следующими типами зональных почв (Коноровский, 1990): таежная зона мерзлотных таежных типичных¹ и мерзлотных дерново-карбонатных (остаточно-карбонатных) почв (270-600 м); таежно-аласная зона мерзлотных таежных палевых осолоделых и мерзлотных черноземно-луговых почв (140-270 м); степная зона мерзлотных черноземов низких надпойменных террас рек (100-140 м).

2.2. Условия почвообразования в Южной Якутии

В Южной Якутии выделяется несколько геоморфологических областей: Приленское и Лено-Алданское плато, Олекмо-Чарское и Алданское нагорья и Становой хребет. Средняя высота плато составляет 450-500 м, при движении с севера на юг абсолютная высота увеличивается до 700 м. Плато сложены кембрийскими и ордовикскими гипсоносными и соленосными известняками, доломитами, реже песчаниками. Алданское и Олекмо-Чарское нагорья представляют собой приподнятые плоскогорья с множеством возвышающихся над ними горных хребтов и гольцовых групп. Нагорья сложены архейскими кристаллическими породами Алданского щита. Климат Южной Якутии в целом характеризуется как резко континентальный, холодный и гумидный (Петрова, 1971).

По общему составу растительности Южная Якутия входит в подзону средней тайги. Горный характер рельефа обусловил вертикальную зональность в формировании растительного покрова исследуемой территории (Скрябин, Караваев, 1991). При этом здесь выделяются следующие растительные пояса: горно-таежный (до 900 м абс. высоты), подгольцовый (900-1200 м) и горно-тундровый (выше 1100-1200 м).

Территория Южной Якутии расположена в зоне прерывистого распространения многолетнемерзлых грунтов и пород. Большинство почв исследуемой территории не имеют в профиле горизонта многолетней мерзлоты. На территории нагорий в почвенном покрове доминируют подбуры, подзолистые типичные и альфегумусовые в сочетании с мерзлотными болотными верховыми и переходными почвами, формирующимися на элюво-

¹По прежней терминологии мерзлотно-таёжные, по современной – палево-бурые (Еловская, 1987).

делювии кислых кристаллических пород (гранито-гнейсы). На территории плато абсолютно преобладают дерново- и перегнойно-карбонатные почвы, развитые на элюво-делювии осадочных карбонатных пород (доломиты и известняки), сочетающиеся с болотными низинными почвами (Петрова, 1971; Коновский, 1984 и др.).

Таким образом, из представленной весьма краткой характеристики условий почвообразования в Центральной и Южной Якутии, очевидно, что ландшафтно-климатические и литолого-геохимические условия данных регионов чрезвычайно контрастные.

Глава 3. Морфологическая характеристика, состав и свойства основных типов почв исследуемой территории

3.1. Морфологическая характеристика почв

Почвы Центральной Якутии характеризуются следующим морфологическим строением их почвенных профилей:

чернозем: Ad(0-1) – A(1-24) – AB(24-35) – Bca(35-57) – BCca(57-75) – C(75-150 см);

солодь: A0(0-2) – A1A2(2-12) – A2(12-38) – Bt(38-52) – BC(52-91) – C(91-130 см);

палево-бурая оподзоленная: A0A1(0-4) – A1A2(4-9) – A2B(9-21) – B(21-53) – BC(53-86) – C(86-144 см);

палевая нейтральная: A0(0-1) – A(1-4) – AB(4-12) – B(12-40) – BC(40-76) – C(76-128 см);

палевая осолодевшая: A0(0-2) – A1A2(2-10) – A2(10-22) – B(22-43) – Bca(43-56) – BC(56-102) – C(102-133 см).

В то время как почвы Южной Якутии отличаются следующим морфологическим строением:

подзолистая альфегумусовая: A0A1(0-5) – A2(5-11) – A2B(11-20) – Bfe(20-34) – BC(34-45) – CD(45-80 см);

подзолистая типичная: A0A1(0-4) – A2(4-12) – A2B(12-19) – B(19-44) – C(44-154 см);

палево-бурая оподзоленная: A0(0-2) – A1A2(2-7) – B(7-16) – CD(16-45 см);

дерново-карбонатная типичная: A(0-6) – Bca(6-19) – CDcap(19-55 см);

дерново-карбонатная выщелоченная: A0A1(0-9) – AB(9-25) – Bca(25-45) – CDcap(45-60 см).

Полученные в результате проведенных работ географические и морфологические характеристики исследуемых почв позволяют определить их на уровне типа или подтипа на основе известных принципов классификации и диагностики мерзлотных почв Якутии (Еловская, 1987).

3.2. Валовой состав почв

В черноземе и палевой нейтральной почве Центральной Якутии не отмечается дифференциации валового состава (табл. 1). При этом в черноземе

Таблица 1. Валовой состав, химические свойства и физико-химические показатели почв Центральной Якутии

Горизонт	Глубина, см	Оксиды, % на прокаленную навеску					SiO ₂ :R ₂ O ₃	pH		Гумус, %	Обменные катионы, мг-экв/100 г почвы				CO ₂ карбонатов, %	Содержание фракций, %; размер, мм	
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO		H ₂ O	KCl		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H ⁺		<0,01	<0,001
Солодь, разр. 1ЧТ-03																	
A1A2	2-12	75,96	12,26	1,23	1,74	0,39	9,8	5,4	4,4	5,2	7,3	1,8	1,1	Не обн.	-	9,5	6,6
A2	20-30	76,55	12,26	1,10	1,55	0,36	9,9	5,6	4,1	0,4	2,8	1,1	0,7	-/-	-	9,1	4,2
Bt	40-50	71,57	14,65	2,73	1,40	0,74	7,4	6,0	4,2	0,5	8,2	3,0	0,8	-/-	-	25,4	16,0
C	110-120	79,64	10,26	1,17	1,40	0,23	12,1	6,6	5,1	-	2,8	1,2	0,4	-/-	-	5,0	2,1
Чернозем, разр. 2ЧТ-03																	
A	1-11	68,23	14,05	4,37	2,55	1,36	6,7	6,3	-	5,4	15,4	2,4	1,8	-	Не обн.	14,4	6,6
AB	25-35	64,94	15,65	5,54	2,30	2,14	5,7	7,5	-	2,9	18,0	5,3	3,0	-	-/-	29,5	10,3
Bca	40-50	60,80	15,03	5,76	4,97	3,53	5,3	7,8	-	1,4	18,7	11,1	2,3	-	3,2	28,2	11,5
C	140-150	73,48	12,66	2,10	1,99	0,65	9,4	7,5	-	0,1	3,3	2,6	0,3	-	-/-	4,5	3,3
Палево-бурая оподзоленная, разр. 3ЧТ-03																	
A1A2	4-9	76,22	11,46	2,32	1,30	0,47	10,6	4,8	3,7	6,4	5,1	3,0	0,9	0,8	-	18,5	10,7
B	30-40	70,25	15,13	4,47	1,27	1,29	6,5	4,1	3,0	0,7	5,7	3,0	0,6	1,0	-	36,0	18,5
BC	60-70	84,17	8,26	0,53	0,90	0,41	16,7	5,0	4,3	0,1	2,1	1,5	0,3	0,1	-	17,6	4,6
C	120-130	82,94	8,66	0,63	1,03	0,49	16,4	6,4	5,1	-	-	-	-	-	-	5,0	3,3
Палевая осолодевшая, разр. 6Т-05																	
A1A2	2-10	72,04	16,72	2,78	2,43	1,85	6,7	5,9	5,0	6,2	14,2	5,0	1,5	0,9	Не обн.	15,7	7,7
A2	10-20	74,45	14,70	2,04	1,83	0,74	8,3	6,0	4,8	0,6	6,3	1,6	1,3	0,7	-/-	14,8	7,5
B	30-40	70,20	15,79	4,58	2,26	2,47	6,5	6,1	4,9	0,6	11,4	7,0	1,3	0,3	-/-	30,8	22,6
Bca	45-55	70,20	15,40	4,87	3,54	2,59	6,5	7,8	5,0	0,6	9,5	5,7	1,3	0,2	2,4	26,2	18,5
BC	70-80	66,22	16,88	4,44	3,12	2,62	5,5	7,6	-	0,5	-	-	-	-	1,1	25,6	17,8
C	110-120	68,72	16,02	3,86	2,83	2,29	6,4	7,4	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-
Палевая нейтральная, разр. 6ЧТ-04																	
A	1-4	73,90	12,21	3,30	3,10	0,94	8,8	5,9	5,1	20,5	23,8	5,2	3,0	Не обн.	Не обн.	9,1	3,8
B	20-30	75,88	12,44	3,15	2,09	0,71	9,0	5,7	4,2	0,3	2,6	1,4	0,6	-/-	-/-	5,6	1,9
BC	50-60	74,50	12,29	3,37	2,40	0,74	8,9	6,4	5,2	0,2	2,0	1,3	0,5	-/-	-/-	4,9	3,7

Примечание. Здесь и далее прочерк означает, что значение показателя не определено.

наблюдается понижение значения молекулярных отношений $\text{SiO}_2:\text{R}_2\text{O}_3$ в верхней части профиля по отношению к почвообразующей породе, что указывает на проявление процесса ферриаллитного оглинивания её минеральной массы. Отчетливо выраженная дифференциация валового состава палево-бурой оподзоленной, солоди и палевой осолоделой почв по основным оксидам является следствием влияния элювиальных почвенных процессов (осолодение, оподзоливание), протекающих в данных почвах. Это приводит к относительному накоплению кремнезема в их элювиальных горизонтах и элювиально-иллювиальному перераспределению оксидов железа и алюминия в почвенном профиле. При этом в данных почвах элювиального ряда Центральной Якутии также отмечается, как правило, аккумулятивный тип распределения оксида кальция. Последнее указывает на то, что элювиальные процессы в этих почвах проявляются слабо и не приводят к глубокому распаду алюмосиликатной части их почвенного мелкозема.

В то время как в почвах элювиального ряда Южной Якутии отмечается отчетливо выраженный процесс кислотного гидролиза минеральной массы, что хорошо подтверждается данными их валового состава (табл. 2). Это приводит к четко выраженному относительному накоплению кремнезема в элювиальных горизонтах данных почв и выноса из их состава оксидов алюминия, железа и кальция. При этом элювиально-иллювиальное перераспределение полуторных оксидов отмечается только в валовом составе мелкозема подзолистой альфегумусовой почвы, а в других почвах данного региона продукты подзолообразования безтранзитно удаляются за пределы почвенных профилей. Дерново-карбонатная типичная почва характеризуется увеличением содержания кремнезема и полуторных оксидов снизу-вверх по почвенному профилю, а также уменьшением в этом направлении количества оксидов щелочных земель, что является следствием проявления в них процесса выщелачивания. В дерново-карбонатной выщелоченной почве по сравнению с почвообразующей породой отмечается относительное уменьшение содержания оксидов кремния и алюминия снизу-вверх по почвенному профилю, а также накопление оксида железа в этом направлении, что по нашему мнению указывает на проявление процесса ферриаллитизации (табл. 2).

3.3. Физико-химические свойства почв

Все исследуемые таежно-лесные почвы Центральной Якутии, за исключением палевой нейтральной, отличаются резкой текстурной профильной элювиально-иллювиальной дифференциацией по глине и илу (табл. 1). Это является следствием проявления процесса оподзоливания в генезисе палево-бурой оподзоленной, а также процесса осолодения в генезисе солоди и палевой осолоделой почвы. При этом данные элювиальные процессы, формирующие эти почвы, протекают в условиях кислой и слабокислой реакции среды их поверхностных горизонтов и насыщенности почвенно-поглощающего комплекса (ППК) поглощенными основаниями, а также присутствия в нем обменного Na^+ . Последнее позволяет нам утверждать, что в криоаридных условиях Центральной Якутии, когда во всех почвах отмечается присутствие

Таблица 2. Валовой состав, химические свойства и физико-химические показатели почв Южной Якутии

Горизонт	Глубина, см	Оксиды, % на прокаленную навеску					SiO ₂ :R ₂ O ₃	pH		Гумус, %	Обменные катионы, мг-экв/100 г почвы			Ненасыщенность, %	CO ₂ карбонатов, %	Содержание фракций, %; размер, мм	
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO		H ₂ O	KCl		Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺			<0,01	<0,001
Палево-бурая оподзоленная, разр. 1-84																	
A1A2	2-7	77,52	12,47	2,44	0,81	0,94	9,2	3,9	3,0	21,7	7,2	1,8	3,5	28	-	33,5	12,3
B	7-16	73,91	13,72	4,22	1,11	0,28	7,7	5,1	4,0	2,9	2,4	2,4	0,2	4	-	40,8	17,2
BC	25-35	73,93	14,11	4,23	0,95	0,26	7,2	4,9	3,9	-	0,7	0,7	0,1	7	-	43,3	17,2
Дерново-карбонатная типичная, разр. 7-84																	
A	0-6	62,11	15,74	7,47	5,58	3,29	5,2	6,6	-	21,3	64,3	22,7	-	-	Не обн.	60,2	33,1
Bca	6-16	53,69	14,92	5,77	10,52	10,01	4,7	7,8	-	4,7	29,0	20,0	-	-	3,6	54,8	29,0
CDcap	30-40	43,73	12,08	5,52	19,52	14,32	4,9	8,3	-	1,0	26,5	18,2	-	-	7,1	40,7	21,0
Дерново-карбонатная выщелоченная, разр. 11-84																	
A0A1	0-9	62,07	15,94	7,99	4,52	2,80	4,9	6,1	-	39,3*	53,5	17,8	-	-	Не обн.	-	-
AB	9-25	62,27	16,07	9,68	3,50	2,70	4,7	6,8	-	5,2	26,9	17,9	-	-	-/-	49,5	31,3
Bca	30-40	64,35	16,94	7,35	3,58	2,81	4,9	7,4	-	2,7	24,8	15,6	-	-	0,7	46,7	28,3
CDcap	50-60	64,48	16,68	6,52	3,65	3,28	5,4	7,7	-	-	-	-	-	-	2,2	48,9	29,7
Подзолистая типичная, разр. 5-86																	
A2	4-12	76,84	11,52	1,33	1,40	0,67	10,7	4,8	3,6	13,2	2,0	0,5	4,3	63	-	9,4	5,1
A2B	12-19	77,70	11,51	2,33	1,75	0,67	10,8	5,0	4,0	2,0	1,0	0,5	3,1	67	-	11,8	5,6
B	25-35	76,13	12,92	2,36	2,17	0,66	8,5	5,3	4,4	1,8	1,5	0,5	0,9	31	-	7,2	3,6
C	60-80	74,79	14,03	2,52	2,06	0,82	7,8	5,3	4,3	0,9	-	-	-	-	-	11,9	4,8
Подзолистая альфегумусовая, разр. 701 ^a																	
A0A1	0-5	83,88	10,00	1,16	3,03	0,49	12,7	3,8	2,7	49,3*	7,2	2,9	12,5	55	-	18,2	1,5
A2	5-11	80,43	11,42	0,57	1,73	0,41	11,9	4,1	3,0	1,7	1,2	0,4	3,7	70	-	15,8	0,3
Bfe	24-34	74,28	15,12	2,22	2,28	0,34	7,8	5,2	4,2	2,6	1,0	0,8	2,1	54	-	13,3	2,5
BC	35-45	75,32	13,75	1,72	1,61	0,74	9,0	5,6	4,4	0,7	0,8	0,3	1,0	48	-	11,4	1,3
CD	55-65	74,48	14,47	2,53	2,26	0,32	7,8	5,4	4,2	0,7	-	-	-	-	-	9,9	0,8

* Приведено значение потери при прокаливании.

горизонта многолетней мерзлоты, элювиальные почвенные процессы осуществляются в мягкой форме, на что ранее также обращала внимание Е.И. Иванова (1971). В этих условиях, как уже отмечалось выше, не происходит существенного гидролиза алюмосиликатной части их почвенного мелкозема, а дифференциация валового и гранулометрического составов данных почв осуществляется, главным образом, посредством процесса суспензионного переноса мелкодисперсных частиц и продукты почвообразования, как правило, не удаляются за пределы их почвенных профилей. В палевой нейтральной почве отмечается устойчивое гумусонакопление в гор. А в условиях слабокислой, близкой к нейтральной реакции среды и сочетается с формированием её профиля песчаного гранулометрического состава. Чернозем характеризуется хорошо выраженным гумусовым профилем, где отмечается повышенное по сравнению с другими почвами содержание гумуса, идентифицирующее влияние дернового процесса. В данной почве также хорошо фиксируется по относительному повышению реакции среды с нейтральной до слабощелочной иллювиально-карбонатный процесс, приводящий к накоплению в гор. V_{Ca} и V_{Ca} подвижных карбонатов (табл. 1).

Отметим некоторые особенности мерзлотных почв Центральной Якутии. Во-первых, все они, в том числе и палево-бурая оподзоленная, содержат в ППК обменный Na^+ . Очевидно, что это нужно рассматривать как фаціальную особенность криоаридного почвообразования в условиях сплошного распространения многолетней мерзлоты, когда получает развитие процесс осолонцевания автоморфных почв даже под лесной растительностью. Во-вторых, в дерново-лесных палевых почвах (Зольников, 1954), развитых на рыхлых бескарбонатных породах в условиях криоаридного климата Центральной Якутии, не отмечается образование иллювиально-карбонатных горизонтов в почвенном профиле, в отличие от их суглинистых аналогов, где гор. V_{Ca} в палевых почвах рассматривается как типодиагностический (Еловская, 1987). Это положение заслуживает особого внимания и требует проведения дальнейших комплексных почвенных географо-генетических исследований, направленных на уточнение диагностики и классификации палевых почв Якутии.

Почвы Южной Якутии также имеют ряд особенностей (табл. 2). В профиле палево-бурой оподзоленной почвы не наблюдается дифференциации гранулометрического состава по элювиально-иллювиальному типу, в отличие от палево-бурой оподзоленной почвы Центральной Якутии. Формирование дерново-карбонатных почв в процессе выщелачивания карбонатов из состава эллюво-делювия доломитов и известняков сопровождается процессом ферриаллитизации, который протекает в условиях нейтрально-слабощелочной реакции среды и приводит к формированию достаточно высокогумусированных почв (Филимонова, 1965). Данные общие закономерности формирования дерново-карбонатных почв хорошо подтверждаются конкретными данными анализа свойств и состава дерново-карбонатной типичной и дерново-карбонатной выщелоченной почв Южной

Якутии. Для подзолистых почв Южной Якутии обычно характерен аккумулятивный и резкоубывающий тип распределения гумуса, кислая реакция среды и высокая ненасыщенность их ППК обменными основаниями, что в полной мере подтверждается приведенными данными для подзолистой типичной почвы (табл. 2). Альфегумусовый процесс в подзолистой альфегумусовой почве отмечается увеличением содержания гумуса в иллювиальном горизонте, а также относительно резким повышением кислотности в верхних горизонтах данной почвы.

Таким образом, из представленной характеристики свойств и состава почв исследуемых регионов Якутии, очевидно, что они значительно различаются. Так, бескарбонатные почвы преимущественно горной, менее континентальной гумидной территории Южной Якутии, как правило, маломощны, щебнисты и каменисты, характеризуются кислой реакцией среды, незначительными запасами грубоперегнойного гумуса преимущественно фульватного состава, не насыщены основаниями, формируются в условиях промывного водного режима и, как правило, являются в большей степени длительно-сезонномерзлотными. В то время как почвы криоаридной территории Центральной Якутии отличаются достаточной мощностью профиля, выраженностью и обособленностью генетических горизонтов, нейтрально-слабощелочной реакцией среды, насыщенностью ППК обменными основаниями, существенными запасами гумуса и в основном его фульватно-гуматным составом, нередко засолены, характеризуются непромывным или периодически промывным водным режимом и постоянным наличием в их профиле многолетней мерзлоты. Все это в комплексе в условиях конкретных ландшафтов и весьма изменчивой сезонной и межгодовой динамики гидротермических факторов по нашему мнению создает и очень контрастные условия для формирования минералогического состава данных типов почв исследуемой территории.

Глава 4. Минералогический состав исследуемых типов почв и закономерности его изменения

4.1. Качественный состав первичных и вторичных минералов

Все почвы Центральной Якутии характеризуются преимущественно кварц-полевошпатовым составом. В солоди и палеовой осолоделой почве содержание минералов, в основном, уменьшается от материнской породы к верхней части профиля, что объясняется влиянием процесса осолодения. Чернозем характеризуется высоким содержанием карбонатов в иллювиально-карбонатном горизонте, который в данных почвах рассматривается как типодиагностический. Также в гор. Вса происходит резкое увеличение минералов из групп каолинита, хлорита и слюд, что является следствием проявления ферсиаллитного оглинивания. В палево-бурой оподзоленной почве материнская порода состоит в основном из кварца с незначительным содержанием полевых шпатов в отличие от других исследуемых почв Центральной Якутии, так как данная почва формируется на наиболее древних и сильновыветрелых аллювиальных отложениях плейстоценового возраста. При

этом вследствие влияния ферриаллитного оглинивания в гор. В наблюдается образование минералов из групп слюд, каолинита и хлорита.

Почвы Южной Якутии также характеризуются кварц-полевошпатовым составом. Почти во всех почвах исследуемого региона не наблюдается четко выраженного снизу-вверх уменьшения количества кварца и полевых шпатов, вследствие того, что они, как правило, неполноразвитые, относительно молодые и слабыветрелые. В то же время содержание других минералов из групп каолинита, хлорита, слюд и карбонатов здесь уменьшается вверх по почвенному профилю под влиянием элювиальных почвенных процессов (выщелачивание, оподзоливание). В подзолистой альфегумусовой почве отмечается уменьшение количества минералов в верхней части почвенного профиля, что связано с проявлением здесь процесса альфегумусового оподзоливания.

Отметим также, что в почвах Южной Якутии в отличие от почв Центральной Якутии наблюдается отсутствие или незначительное присутствие минералов из группы амфиболов, что возможно объясняется тем, что амфиболы являются минералами более метаморфизированных почв (Костов, 1971).

4.2. Количественный состав вторичных глинистых минералов

Почвы Центральной Якутии по составу глинистых минералов имеют преимущественно каолинитовый (определяется вместе с хлоритом (Соколова, 2005)) состав (табл. 3).

В черноземе и палево-бурой оподзоленной почве Центральной Якутии наблюдается относительное накопление иллита и уменьшение минералов с лабильными решетками, вследствие иллитизации последних (Чижикова и др., 2008) и образование слюдopodobного смешанослойного минерала, что также фиксируется на полученных дифрактограммах. В солоди, в отличие от других почв, наблюдается уменьшение содержания иллита, а также увеличение количества каолинита возможно под влиянием, протекающего здесь процесса осолодения.

На территории Южной Якутии состав вторичных глинистых минералов исследуемых почв достаточно разнообразен, что связано с различием состава почвообразующих пород данного региона (табл. 4).

Так, палево-бурая оподзоленная почва Южной Якутии характеризуется увеличением снизу-вверх количества каолинита и уменьшением содержания минералов с лабильными решетками, что является следствием влияния процесса оподзоливания, протекающего в данной почве. В дерново-карбонатных почвах наблюдается увеличение количества минералов с лабильными решетками и уменьшение содержания каолинита за счет его трансформации в процессе почвообразования и избытка в почвенном растворе карбонатов щелочных земель. Подзолистая альфегумусовая почва имеет преимущественно иллитовый состав, в профиле данной почвы также отмечается разрушение минералов с лабильными решетками в ходе альфегумусового оподзоливания.

Таблица 3. Содержание глинистых минералов в почвах Центральной Якутии

Тип почвы, разрез	Глубина, см	Горизонт	Количество минералов, %		
			*Минералы с лабильными решетками (монтмориллонит, вермикулит)	Иллит	Каолинит +хлорит
Солодь, разр. 1ЧТ-03	2-12	A1A2	18,3	18,3	63,4
	20-30	A2	13,4	18,6	68,0
	40-50	B	15,2	26,2	58,5
	110-120	C	15,7	27,6	56,7
Чернозем, разр. 2ЧТ-03	1-11	A	15,3	40,8	43,9
	25-35	AB	11,4	35,9	52,7
	40-50	Bca	13,3	26,7	60,0
	140-150	C	27,0	25,4	47,6
Палево-бурая оподзоленная, разр. 3ЧТ-03	4-9	A1A2	10,8	34,9	54,2
	30-40	B	8,9	47,7	42,6
	60-70	BC	4,5	44,9	50,6
	120-130	C	13,7	38,2	58,0

* Здесь и далее при обозначении минералов сохранены названия, используемые автором данной методики.

Таблица 4. Содержание глинистых минералов в почвах Южной Якутии

Тип почвы, разрез	Глубина, см	Горизонт	Количество минералов, %		
			Минералы с лабильными решетками (монтмориллонит, вермикулит)	Иллит	Каолинит +хлорит
Палево-бурая оподзоленная, разр.1-84	2-7	A1A2	26,8	26,3	46,9
	7-16	B	20,3	14,2	65,5
	25-35	BC	39,6	28,0	32,4
Дерново-карбонатная типичная, разр.7-84	0-6	A	49,5	19,0	31,4
	6-16	Bca	24,3	19,5	56,2
	30-40	CDcap	34,1	14,8	51,1
Дерново-карбонатная выщелоченная, разр.11-84	0-9	A0A1	48,0	26,3	25,7
	9-25	AB	34,4	32,8	32,8
	30-40	Bca	14,5	20,0	65,4
	50-60	CDca	0	27,8	72,2
Подзолистая альфегумусовая, разр.701 ^a	0-5	A0A1	22,9	45,8	31,3
	5-11	A2	17,8	49,8	32,4
	24-34	Bfe	-	-	-
	35-45	BC	33,5	30,2	36,3
	55-65	CD	17,5	38,8	43,7

Отметим, что действительно основным источником первичных и вторичных минералов в мерзлотных почвах Центральной и Южной Якутии являются почвообразующие породы, но вместе с тем в ходе педогенеза происходит их разрушение и образование.

4.3. Основные закономерности изменения минералогического состава исследуемых типов почв

Во всех таежно-лесных почвах Центральной Якутии наблюдается уменьшение содержания первичных минералов, в особенности кварца и полевых шпатов, а также глинистых минералов, в верхней части их профилей под действием элювиальных почвенных процессов (осолодение, оподзоливание).

В почвах Южной Якутии не наблюдается четко выраженного уменьшения количества кварца и полевых шпатов, а также глинистых минералов в элювиальных почвенных горизонтах, за исключением подзолистой альфегумусовой почвы, в которой процесс альфегумусового оподзоливания достигает максимального влияния.

Практически во всех почвах Центральной и Южной Якутии происходит образование вторичных глинистых минералов, в том числе и смешаннослойных, трудно поддающихся количественной диагностике. Так, в черноземе и палево-бурой оподзоленной почве Центральной Якутии определенно происходит синтез смешаннослойного минерала типа слюда-монтмориллонит. В почвах Южной Якутии, в основном, идет образование вторичных глинистых минералов типа монтмориллонита. При этом более интенсивно синтез минералов с лабильными решетками протекает в процессе педогенеза остаточно-карбонатных почв Южной Якутии.

Используя морфологические характеристики исследуемых почв, а также данные по их валовому и минералогическому составу, физико-химическим свойствам была составлена таблица 5, где приведены основные и сопутствующие элементарные почвенные процессы (ЭПП), участвующие в формировании данных почв.

Почти для всех почв как Южной, так и Центральной Якутии характерны биогенно-аккумулятивные ЭПП, такие как подстилкообразование и гумусонакопление. Однако их интенсивность или степень проявления в почвах исследуемых регионов различна. При этом, как правило, интенсивность проявления гумусонакопления в почвах Центральной Якутии выше, а подстилкообразования – ниже. Некоторые элементарные почвенные процессы отчетливо характеризуют именно тот или иной тип или подтип почв, например, оподзоливание, выщелачивание, осолодение и альфегумусовый в элювиальной группе, подзолисто-иллювиальный, железисто-гумусово-иллювиальный, иллювиально-карбонатный в иллювиальной группе процессов. Для почв Центральной Якутии характерно ферсиаллитное оглинивание, а для почв Южной Якутии обломочная сиаллитизация и обломочная ферсиаллитизация в метаморфической группе ЭПП.

Таблица 5. Элементарные почвенные процессы и характер их проявления в основных типах почв Центральной и Южной Якутии

Типы (подтипы) почв	Биогенно-аккумулятивные			Элювиальные				Иллювиальные			Метаморфические				
	П	ГН	Д	О	В	А	ОСЛ	ПИ	ЖГИ	ИК	ОС	СОГ	ОФ	ФОГ	СО
Почвы Центральной Якутии															
Палево-бурая оподзоленная	+	+		+										+	
Палевая нейтральная	+	+												+	
Палевая осолодевшая	+	+					+			+				+	
Чернозем			+							+				+	
Солодь	+	+					+							+	+
Почвы Южной Якутии															
Подзолистая типичная	+	+		+				+				+			
Подзолистая альфегумусовая	+	+				+			+		+				
Палево-бурая оподзоленная	+	+		+							+				
Дерново-карбонатная типичная	+	+											+		
Дерново-карбонатная выщелоченная	+	+			+								+		

Примечание. Элементарные почвенные процессы: П – подстилкообразование, ГН – гумусонакопление, Д – дерновый, О – оподзоливание, В – выщелачивание, А – альфегумусовый, ОСЛ – осолодение, ПИ – подзолисто-иллювиальный, ЖГИ – железисто-гумусово-иллювиальный, ИК – иллювиально-карбонатный, ОС – обломочная сиаллитизация, СОГ – сиаллитное оглинивание, ОФ – обломочная ферсиаллитизация, ФОГ – ферсиаллитное оглинивание, СО – сезонное оглеение; ■ – основные процессы, + – сопутствующие процессы. Элементарные почвенные процессы определены по Б.Г. Розанову (1983).

Глава 5. Резервы биогенных элементов в почвах Центральной и Южной Якутии

5.1. Распределение биогенных элементов

(азот, фосфор, калий, кальций, магний) по резервам их доступности для растений в исследуемых почвах

Для определения запасов основных макроэлементов (азота, фосфора, калия, кальция, магния) по резервам их доступности для растений были выбраны 4 почвы исследуемых регионов Якутии (табл. 6).

Для почв Центральной и Южной Якутии характерно, как правило, низкое содержание главных биогенных элементов в непосредственном резерве и крайне высокое – в потенциальном, что связано с низкой биологической активностью исследованных мерзлотных почв криолитозоны. Содержание же элементов в ближнем резерве значительно, а в некоторых почвах

Таблица 6. Резервы биогенных элементов в почвах, % от общего содержания в слое 0-20 см

Почва	Вид резерва*	Содержание элементов, %				
		N	P	K	Ca	Mg
Подзолистая альфегумусовая супесчаная	Н	10,0	8,2	1,3	0,6	0,3
	Б	10,4	4,4	1,8	1,0	3,1
	П	79,6	87,4	96,9	98,4	96,6
Палево-бурая оподзоленная тяжелосуглинистая	Н	4,0	1,0	0,4	18,0	14,8
	Б	57,1	22,4	3,6	7,6	14,0
	П	38,9	76,6	96,0	74,4	71,2
Дерново-карбонатная типичная легкоглинистая	Н	3,3	2,4	1,2	4,9	1,7
	Б	63,6	50,3	17,1	11,0	20,4
	П	33,1	47,3	81,7	84,1	77,9
Палевая осолодевшая легкосуглинистая	Н	11,2	2,4	0,9	6,2	2,9
	Б	59,5	49,6	16,7	2,6	23,2
	П	29,3	48,0	82,4	91,2	73,9

* Н – непосредственный, Б – ближний, П – потенциальный резервы биогенных элементов в почвах.

количество азота и фосфора в ближнем резерве преобладает над таковым в потенциальном.

5.2. Оценка плодородия исследуемых почв по соотношению в них резервов биогенных элементов

Так как фосфор и азот являются преимущественно биогенными элементами, то их высокое содержание в дерново-карбонатной типичной почве объясняется лучшими условиями среды для протекания биологических процессов, а именно гумидным климатом, не повсеместным распространением многолетней мерзлоты, что при щебнистости маломощного элювия определяет отличный дренаж и промывание почвенной толщи (Еловская, Коноровский, 1978). Также в данной почве, в составе гумусового горизонта которой преобладают вторичные глинистые минералы с лабильными решетками, количество прочих биогенных элементов в ближнем резерве больше, чем в других исследованных почвах. Это объясняется ее преимущественно легкоглинистым гранулометрическим составом и высоким содержанием почвенного ила. По методике Н.И. Горбунова (1978), именно в этой фракции определяется количество элементов ближнего резерва. Согласно данному автору в состав илистой фракции входят первичные и вторичные алюмосиликатные минералы, из которых растения могут извлекать элементы минерального питания. В связи с этим наиболее плодородной из всех изучаемых нами почв оказалась дерново-карбонатная типичная почва.

В целом по уровню плодородия данные почвы образуют следующий убывающий ряд: дерново-карбонатная типичная > палевая осолодевшая > палево-бурая оподзоленная > подзолистая альфегумусовая почва.

Выводы

1. Вследствие крайне контрастных ландшафтно-климатических условий почвообразования преимущественно горной избыточно влажной территории Южной Якутии и в большей степени равнинной засушливой Центральной Якутии последние могут рассматриваться как области гумидного и аридного педогенеза.

2. Таежно-лесные почвы Центральной Якутии характеризуются слабым проявлением элювиальных почвенных процессов (оподзоливание, осолодение) в сочетании с гумусонакоплением и устойчивым ферсиаллитным оглиниванием.

3. Почвы Южной Якутии отличаются высокой интенсивностью элювиальных почвенных процессов (выщелачивание, оподзоливание) в сочетании с гумусонакоплением и неустойчивым сиаллитным и ферсиаллитным оглиниванием.

4. Преобладающими первичными минералами в исследованных почвах являются кварц и полевые шпаты, при этом в почвах Южной Якутии по сравнению с таковыми Центральной Якутии отмечается отсутствие, либо слабое присутствие минералов из группы амфиболов.

5. Основным источником первичных и вторичных минералов в криогенных почвах Центральной и Южной Якутии являются почвообразующие породы, но вместе с тем в ходе мерзлотного почвообразования происходит их синтез и разрушение.

6. В палево-бурой оподзоленной почве Центральной Якутии в процессе педогенеза происходит образование вторичных глинистых минералов из групп каолинита и слюд, а в черноземе наиболее интенсивно – каолинита, слюд и хлорита, в то время как синтез минералов с лабильными решетками наиболее четко проявляется в генезисе дерново-карбонатных почв Южной Якутии.

7. В исследованных мерзлотных почвах Якутии отмечается, как правило, незначительное содержание биогенных элементов в непосредственном резерве и крайне высокое – в потенциальном, при этом максимальное их количество в ближнем резерве выявляется в палевой осолоделой и, особенно, в дерново-карбонатной типичной почве.

8. По уровню плодородия исследованные почвы образуют следующий убывающий ряд: дерново-карбонатная типичная > палевая осолоделая > палево-бурая оподзоленная > подзолистая альфегумусовая.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК:

1. Чевычелов А.П., Скрыбыкина В.П., Васильева Т.И. Географо-генетические особенности формирования свойств и состава мерзлотных почв Центральной Якутии // Почвоведение . 2009. № 6. С. 648-657.

2. Васильева Т.И., Чевычелов А.П. Минералогический состав основных типов почв Центральной Якутии // Вестник ТГУ. 2010. № 330. С. 176-178.

Публикации в других научных изданиях:

3. **Федорова (Васильева) Т.И.**, Чевычелов А.П., Заякина Н.В., Скрыбыкина В.П. Педогенетические особенности формирования минералогического состава и свойств основных типов зональных почв Центральной Якутии // Проблемы устойчивого функционирования водных и наземных экосистем: Сборник статей. Ростов-на-Дону, 2006. С. 433-436.

4. Чевычелов А.П., Кириллина З.М., Скрыбыкина В.П. **Федорова (Васильева) Т.И.** Агрогенез и повышение плодородия мерзлотных палевых почв Центральной Якутии // Аграрная наука – сельскому хозяйству: Сборник статей. Барнаул, 2006. Книга 3. С. 256-259.

5. Чевычелов А.П., Скрыбыкина В.П., Кириллина З.М., **Федорова (Васильева) Т.И.** Изменение состояния мерзлотной палевой почвы Центральной Якутии при сельскохозяйственном использовании // Экология и биология почв: проблемы диагностики и индикации: Сборник статей. Ростов-на-Дону, 2006. С. 519-523.

6. Скрыбыкина В.П., Чевычелов А.П., **Федорова (Васильева) Т.И.** Особенности генезиса, формирования свойств и состава лесных почв Центральной Якутии в аспекте котловинно-депрессивной зональности // Лесное почвоведение: итоги, проблемы, перспективы / Сб. тез. межд. научн. конф. Сыктывкар, 2007. С. 28.

7. **Васильева Т.И.**, Чевычелов А.П. Особенности минералогического состава почв Центральной Якутии // Экология и биология почв / Матер. межд. научн. конф. Ростов-на-Дону, 2007. С. 42-44.

8. Чевычелов А.П., **Васильева Т.И.** Особенности формирования свойств и состава основных типов автоморфных почв Южной Якутии // Ноосферные изменения в почвенном покрове / Матер. межд. научн.-практич. конф. Владивосток, 2007. С. 420-423.

9. **Васильева Т.И.**, Чевычелов А.П. Состав и содержание глинистых минералов в мерзлотных почвах Центральной Якутии // «Сохранить почвы России» / Матер. V Всеросс. съезда почвоведов. Ростов-на-Дону, 2008. С. 6.

10. **Васильева Т.И.** Минералогический состав основных типов почв Южной и Центральной Якутии // Матер. IX межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Нерюнгри, 2008. С. 197-198.