

до глубины 20 см. Почва над пл. 4, как более интенсивно используемая, характеризуется более высокими температурами, чем почва пл. 5 с почти нетронутой естественной растительностью. В среднем по десятикратным замерам температура почвы на глубине 20 см под пл. 4 составляет 4,8 °С, а под пл. 5 – 3,4 °С.

Следовательно, в целом при вытаптывании лошадьми тепловые ресурсы самых поверхностных корнеобитаемых горизонтов почвы заметно повышаются.

Совершенно иная закономерность формирования температуры почвы на сенокосных лугах с кратковременным сезонным использованием для конских пастбищ. Это связано в первую очередь с тем, что в условиях Севера все пониженные места рельефа в определённой степени насыщены почвенной влагой. Кроме этого, немаловажное значение имеет то обстоятельство, что сенокосные угодья почти всегда из-за малого зоогенного пресса сохраняют естественную целостность дернового и в целом всего верхнего органического горизонта. Поэтому здесь, несмотря на полное господство луговой растительности с хорошей водопотребляемой способностью, общий расход почвенной влаги из-за малого физического испарения заметно ниже, чем в криоаридных условиях Центральной Якутии [2, 3].

На основной части территории сенокосного участка, занятого мерзлотными болотными дерново-торфянистыми глеевыми почвами, температура самая низкая в исследованном регионе. Так, на пл. 6 она на глубине 20 см составляет 3,0 °С (десятикратная повторность), тогда как на самом возвышенном месте сенокосного луга, расположенного в непосредственной близости от границ ивового массива, температура мерзлотной дерново-луговой глеевой почвы на той же глубине равна 6,2 °С (десятикратная повторность).

Такие аномально теплые по-осеннему температурному режиму воздуха и почвы годы – довольно редкие явления в высоких широтах, особенно в областях Полюса холода. Естественно, они оказывают чрезвычайно благоприятное воздействие на условия зимнего кормообеспечения для табунов лошадей. Поэтому изучение формирования микроклимата почвы имеет не только теоретическое значение, но и определенную практическую значимость.

### Заключение

Аномально теплые дни в первой половине сентября 2015 г. благоприятно отразились на уходе под зиму кормовых растений изученного региона, так как почти до конца второй декады данного месяца температура почвы в верхнем кормообитаемом горизонте не опускалась ниже положительных значений.

Несмотря на редкость таких ситуаций в формировании климата почвы должно быть уделено на это серьезное внимание, так как во многих случаях биологическая продуктивность кормовых растений будущего вегетационного сезона зависит в большой степени от тепловых почвенных ресурсов предыдущей осени.

Это особенно важно в северо-восточных районах Якутии, где почвенные тепловые ресурсы чрезвычайно недостаточны для нормальной вегетации даже для дикой растительности.

### Литература

1. *Справочник по климату СССР*. Температура воздуха и почвы. 1966. Вып. 24. 397 с.
2. *Саввинов Д.Д.* Гидротермический режим почв в зоне многолетней мерзлоты. Новосибирск: Наука, 1976. 252 с.
3. *Шашко Д.И.* Климатические условия земледелия Центральной Якутии. М., 1961. 264 с.

*Поступила в редакцию 27.02.2016*

УДК 631.44(282.256.84)

## Валовой состав основных типов почв бассейна реки Алазея

А.З. Иванова, Р.В. Десяткин

*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск*

*В результате изучения химического состава почв бассейна реки Алазея получены новые данные о валовом содержании микро- и макроэлементов в почвах тундровой и северотаежной подзон в пределах Колымо-Индигирской низменности. Были исследованы типичные почвы основных ландшафтов,*

ИВАНОВА Александра Зуевна – инженер 2-й категории, madalexia@mail.ru; ДЕСЯТКИН Роман Васильевич – д.б.н., зам. директора, rvdes@ibpc.ysn.ru.

*распространенных на данной территории: зональные типы почв были представлены криоземами северной тайги и мерзлотными глееватыми почвами туноры, интразональные – аллювиальными почвами высокой поймы, представленными мерзлотными дерновыми почвами, и маршевыми почвами приморских лугов. Почвы изученной территории характеризуются относительно легким гранулометрическим составом, высоким содержанием слабо разложившихся органических материалов. Выявлена ландшафтная дифференциация элементарного состава почв. Были подсчитаны молярные соотношения различных оксидов, вычисление которых дало возможность вскрыть относительное перемещение или накопление оксидов  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  в генетических горизонтах профиля. Высокие показания молярных соотношений различных оксидов (более 4) – это основная характеристика мерзлотных почв, указывающая на очень ослабленные процессы выветривания в экстремальных условиях Севера.*

Ключевые слова: северная тайга, тундра, мерзлотные почвы, валовый состав почв.

## The Grosscomposition of Main Soil Types of the Alazeya River Valley

A.Z. Ivanova, R.V. Desyatkin

*Institute for biological problems of cryolithozone SB RAS, Yakutsk*

*A new data about the total content of macro- and microelements in the tundra and north sub-zones soils distributed within the Kolyma-Indigirka lowland were obtained as a result of the chemical composition investigation of the Alazeya river basin soils. We investigated typical soils of the basic landscapes of the territory: zonal soil types were presented by cryozem of the northern taiga and permafrost gleyish soils of the tundra zone, intrazonal soil types – by permafrost sod soils of the high floodplain, and soils of a seaside meadows. The soils of the investigated territory are characterized by relatively light granulometric composition and the high content of poorly decomposed organic materials. It was revealed a soil differentiation by elemental composition on different landscapes. Molar ratios of various oxides were calculated that allowed us to open a relative movement or accumulation of the oxides ( $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ) in genetic horizons of the soil profile. High levels of molar ratios of various oxides (more than 4) is the main characteristic of permafrost soils, indicating a very weakened weathering processes in extreme conditions of the north.*

Key words: northern taiga, tundra, permafrost soils, gross composition of the soil.

### Введение

Валовой (элементный) состав почвы – одна из ее важнейших химических характеристик. В настоящее время исследование химического состава почв Северо-Восточной Якутии все еще остается слабоизученным направлением. В рамках изысканий по оценке современного состояния почвенного покрова бассейна реки Алазея были получены данные о валовом содержании макроэлементов в почвах мерзлотного комплекса.

### Условия района исследования, объекты и методы исследования

Географически район исследования приурочен к Северо-Восточной Якутии и принадлежит Евразийской полярной области. Верховья реки Алазея располагаются на северных склонах Алазейского плоскогорья, в районе же среднего и нижнего течений речная долина занимает западную часть Колымской низменности. В геотектоническом плане регион исследования представляет собой наложенную кайнозойскую впадину. Рельеф представлен в основном аккумулятивной низменной равниной, сложенной типичными фациями выравнивания [1]. Бассейн р. Алазея характеризуется слабой проработанностью речной до-

лины и из-за часто меандрирующего русла низкая пойма имеет фрагментарный и угнетенный характер. Территория бассейна сложена четвертичными отложениями (русловым, лайдовым и озерным аллювием) средне- и поздне-плейстоценового возраста. Пойма и дельта реки сложены современным речным аллювием.

Бассейн реки охватывает три ботанико-географические зоны: тундровую, лесотундровую и таежную, представленную подзоной северной тайги [2]. Почвенный покров бассейна среднего и нижнего течений реки входит в Индигиро-Колымскую провинцию мерзлотных почв. По классификации почв России [3] почвы, формирующиеся на исследуемой территории, входят в отдел криотурбированных (подтипы: криоземы типичные, грубогумусные, перегнойные, торфяно-криоземы) и глеевых почв (глееземы типичные, грубогумусные, криотурбированные) ствола постлито-генных почв и в отдел торфяных почв ствола органо-генных почв. Гранулометрический состав почв – суглинистый с примесью супеси и песка в районе среднего течения реки Алазея, сменяющийся постепенно при продвижении вниз по течению суглинистым с примесью вязких супесчаных-илистых отложений [4].

В мерзлотных почвах приполярных широт процессы физического выветривания, оглеения, криотурбации, мерзлотного оструктурирования, а также накопления грубого гумуса и аккумуляции продуктов почвообразования на мерзлотном барьере являются ведущими. Здесь также очень слабо выражены или отсутствуют процессы внутрипрофильного перераспределения веществ. По этой причине почти все изученные почвы «литогенны», т.е. в них отчетливо сохраняются свойства материнских пород, и подчиненное значение имеет переработка материала почвообразованием [5]. Таким образом, в силу специфики почвообразования, в первую очередь, крайне слабой химической и биологической трансформации веществ, минералогический состав почвообразующих пород имеет подчиненное значение и не оказывает существенного влияния на ход почвообразования изученных подзон и фаций.

В данной работе объектами исследования были выбраны основные типы почв мерзлотного комплекса, сформированные в северотаежных и тундровых областях Колымской низменности в пределах бассейна реки Алазея.

Диагностика почв и индексация генетических горизонтов проводились в соответствии с [6]. В подзоне северной тайги (район исследования в окрестностях с. Сватай и с. Аргахта) на надпойменных террасах и на водоразделе, на древних аллювиальных отложениях были вскрыты криоземы, имеющие формулу профиля *O-AO(A)-B(BCg)* и характеризующиеся отсутствием заметной дифференциации минеральной части профиля, средним по мощности грубогумусным горизонтом, слабыми признаками оглеения в нижних горизонтах и частичной гомогенизацией профиля (разрезы 9,12).

В районе устья начинается узкая полоса лесотундр, плавно переходящая в более обширную зону тундр. Почвы по мере приближения к морю характеризуются сокращением мощности сезонного протаивания, увеличением степени и признаков оглеения и т.д. [4]. Как основной тип здесь были определены тундровые глееватые почвы, маломощные при максимальной глубине протаивания от 30 до 50 см и имеющие формулу профиля *O-AO(A)-BCg* (разрез 33).

Здесь для сравнения были выбраны интразональные типы – аллювиальные почвы высокой поймы, представленные мерзлотными дерновыми почвами, и маршевые почвы приморских лугов (разрезы 6, 36, 37).

Использовались сравнительно-географический и сравнительно-аналитический методы исследования почв. В отобранных образцах почвы был определен гранулометрический состав ме-

тодом Качинского [7]. Определение валового содержания основных элементов в почве было выполнено на атомно-абсорбционном спектрометре AAnalyst 400 Perkin Elmer. Для данной работы были также подсчитаны основные соотношения  $SiO_2/Fe_2O_3$ ,  $SiO_2/Al_2O_3$ ,  $SiO_2/R_2O_3$  (таблица). Основные физико-химические свойства некоторых вышеперечисленных типов почв были приведены нами в предыдущих публикациях [4,8].

### Результаты и обсуждение

Почвы долины, сформированные на речном аллювии, имеют более облегченный гранулометрический состав – содержание физической глины (менее 0,01 мм) и илистой фракции (менее 0,001 мм) относительно невысокое (таблица).

Тундровые почвы имеют укороченный профиль и из-за замедленных процессов разложения характеризуются накоплением слабо разложившихся растительных остатков на поверхности почвы и более высоким содержанием детрита в минеральных слоях почвы, чем северотаежные. Поэтому по мере приближения к морю с повышением содержания органического материала в нижних горизонтах можно наблюдать снижение доли кремнезема ( $SiO_2$ ) в минеральной части почв. Мы связываем это с увеличением доли содержания органического материала (потеря при предварительном прокаливании почвы более 30%), так как по результатам исследования гранулометрический состав грунтов меняется незначительно.

Слабое перераспределение полуторных окислов по профилю почв свидетельствует о замедленных темпах выветривания минеральной части почв и отсутствии здесь миграционных процессов.

Кроме уменьшения доли кремнезема, можно отметить тенденцию к снижению содержания окислов Ti, Al, Na, K в тундровой части области исследования в почвах зонального ряда. В то же время наблюдается повышение доли элементов биогенной аккумуляции (CaO, MgO, P и S), которые имеют свойство накапливаться в слоях с высоким содержанием грубогумусного материала.

Что касается интразональных почв, содержание валовых форм основных оксидов находится приблизительно на одном уровне в обеих выделенных природных зонах, т.е. почвы затапливаемых пойм и приморского луга не имеют характерных различий в составе. В этих почвах накопление валовых форм кальция немного выше, чем магния во всех почвенных пробах. Закономерное отклонение от этих правил наблю-

ВАЛОВОЙ СОСТАВ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ БАССЕЙНА РЕКИ АЛАЗЕЯ

Валовой состав наиболее распространенных типов почв бассейна реки Алазея (на непрокаленную навеску, %)

Зональное распределение	Подзона северной тайги						Зона тундры					
	P-06		P-09		P-12		P-33		P-36		P-37	
Характер почвы	Ингразон. ряд		Зональный ряд		Зональный ряд		Зональный ряд		Ингразон. ряд		Ингразон. ряд	
	Мерзлотная дерновая глееватая		Криозем типичный		Криозем тиксотропный		Мерзлотная тундровая типичная		Мерзлотная дерновая глееватая		Мерзлотная маршевая	
Почва	Ad	B	BCg	A	BC	A	B(BC)	AO	Bg	A	BCg	Cg
Горизонт	0-16	16-27	27-60	4-10	10-66	9-16	16-47	7-14	14-26	9-10	10-49	0-24
Глубина, см	75,08	69,75	68,83	64,97	68,66	77,29	78,00	26,43	39,18	56,84	68,91	63,94
SiO <sub>2</sub>	0,52	0,66	0,67	0,68	0,75	0,70	0,66	0,21	0,52	0,68	0,80	0,78
TiO <sub>2</sub>	10,95	12,30	12,04	11,57	13,27	10,07	10,01	1,78	6,44	10,26	13,76	14,51
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,87	5,62	5,61	7,18	5,76	3,69	3,52	2,81	5,31	4,86	4,32	5,01
MnO	0,06	0,07	0,07	0,06	0,08	0,07	0,07	0,32	0,09	0,12	0,07	0,08
CaO	1,35	1,60	1,62	1,56	1,46	1,42	1,42	3,33	5,55	2,45	1,56	1,47
MgO	0,99	1,32	1,29	1,24	1,42	0,84	0,79	0,88	2,07	1,68	1,65	2,10
Na <sub>2</sub> O	2,75	2,87	2,87	2,86	2,97	2,68	2,68	1,48	1,79	2,41	2,91	2,58
K <sub>2</sub> O	2,46	2,50	2,49	2,34	2,50	2,31	2,30	0,95	1,73	2,44	2,99	3,00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08	0,14	0,14	0,16	0,15	0,08	0,07	0,50	0,34	0,27	0,11	0,13
S	0,03	0,05	0,05	0,07	0,05	0,01	0,01	0,31	0,23	0,11	0,02	0,02
F	0,11	0,10	0,09	0,09	0,10	0,09	0,10	-	-	0,03	0,09	0,11
Ba	0,12	0,12	0,13	0,12	0,14	0,12	0,13	0,09	0,12	0,14	0,15	0,16
Др.	0,13	0,13	0,13	0,14	0,12	0,12	0,11	0,39	0,19	0,35	0,11	0,11
SiO <sub>2</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,8	12,4	12,3	9,1	11,9	21,0	22,2	9,4	7,4	11,7	16,0	12,8
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,9	5,7	5,7	5,6	5,2	7,7	7,8	14,9	6,1	5,5	5,0	4,4
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,5	3,9	3,9	3,5	3,6	5,6	5,8	5,8	3,3	3,8	3,8	3,3
Частицы <0,01 мм, %	-	19,5	21,3	-	21,3	-	14,5	-	18,4	-	29,7	4,6
Частицы <0,001 мм, %	3,3	9,1	9,9	9,9	9,9	5,0	5,0	7,8	7,8	2,9	2,9	2,9

дается в маршевых почвах, где в верхней части профиля отмечается обратное соотношение данных оксидов. Оно связано с дополнительным поступлением магния при периодическом затоплении этих участков морскими водами.

Особенностью почв, сформированных на аллювиальных отложениях и подверженных постоянному косвенному или прямому влиянию речных и морских вод, можно назвать относительно высокое содержание натрия и калия на фоне низких показателей по содержанию кальция и магния.

Важной характеристикой почв являются молярные соотношения различных оксидов. Их вычисление дает возможность вскрыть относительное перемещение или накопление оксидов  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в генетических горизонтах профиля. Чем выше молярное соотношение  $\text{SiO}_2$  :  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , тем ярче выражен процесс подзолообразования или оглеения.

Основное различие в макроэлементном составе тундровых глееватых почв и криоземов заключается в разнице показателей – максимальное соотношение  $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$  наблюдается в криоземе, а наибольшее значение  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  – в зональной тундровой почве. Подсчитанные соотношения показывают, что на фоне небольшого содержания железа в почвах тундры его отношение к кремнию наоборот увеличивается. Также по высокому отношению оксида кремния к оксиду алюминия в тундровой зональной почве можно судить как о признаке снижения процессов выветривания и высокой степени оглеения.

Особое значение имеет молярное соотношение силикатов и оксида алюминия, так как оно способствует определению группы глинистых минералов. Для монтмориллонита это соотношение равно 4 и больше, для бейделита – 3, для каолинита приближается к 2. Высокие показатели данного соотношения в изученных почвах с уверенностью свидетельствуют, что почвы бассейна реки Алазея по минералогическому составу относятся к монтмориллонитовой группе глинистых материалов.

### Выводы

Особенности валового состава наиболее распространенных типов почв тундровой и северо-

таежной подзон обусловлены высоким содержанием слаборазложившихся органических остатков в почвенном профиле. Это основной отличительный признак изученных почв по сравнению с почвами других природно-климатических зон.

Относительно заметные изменения валового состава в территориально-ландшафтном плане наблюдаются в почвах зонального ряда, тогда как интразональные почвы пойм и приморских лугов характеризуются схожим составом как в тундровой, так и в северотаежной подзонах.

Высокие показания молярных соотношений главенствующих оксидов (более 4) – это основная характеристика мерзлотных почв региона, указывающая на очень ослабленные процессы выветривания в экстремальных условиях Севера.

### Литература

1. *Континентальные третичные толщи Северо-Восточной Азии*. Новосибирск: Наука. 1979.
  2. *Сивцева А.И., Мостахов С.Е., Дмитриева З.М.* География Якутской АССР. Якутск: Кн. изд-во, 1984. 168 с.
  3. *Классификация и диагностика почв России*. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
  4. *Иванова А.З., Десяткин Р.В.* Криоземы бассейна р. Алазея // Наука и образование. 2011. №2. С.70–73.
  5. *Герасимова М., Губин С., Шоба С.* Микроморфология почв природных зон СССР. Пушкино: Пушкинский научный центр РАН, 1992. С. 214.
  6. *Еловская Л.Г.* Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. 172 с.
  7. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.С.* Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 415 с.
  8. *Иванова А.З., Десяткин Р.В.* Влияние длительных паводков на почвенный покров бассейна р. Алазея // Наука и образование. 2015. №1. С.87–93.
- Работа выполнена в рамках государственного контракта № НИР 08-03 «Исследование формирования стока рек бассейна Восточно-Сибирского моря с целью защиты населенных пунктов от негативного воздействия вод».*

Поступила в редакцию 25.12.2015