

водоемах средней степени загрязнения – уже 1-100 тыс. кл/мл, а в грязных водоемах 10-100 тыс. кл/мл. Максимальные численности этих бактерий были зарегистрированы в водоемах средней степени загрязнения в начале лета, в грязных – в середине лета. Осенью их количество снижалось. Численность сапрофитных бактерий также возрастала в загрязняемых водоемах. В чистых водах она колебалась в пределах 20-100 кл/мл, водоемах средней степени загрязнения – 10-200 кл/мл, а в хронически загрязненных – 100-1800 кл/мл (с максимумом в период весеннего паводка). Численность олиготрофных бактерий была обычно выше в чистых водоемах по сравнению с загрязняемыми и составляла 0.3-8.0 тыс. кл/мл. В загрязняемых реках очень высокая численность олиготрофов была зарегистрирована только осенью – 0.1-100 тыс. кл/мл. В этот период их численность превышала численность углеводородокисляющих бактерий, хотя в остальные сезоны преобладали углеводородокисляющие. По-видимому, олиготрофы начинают доминировать в воде при низких концентрациях легкоокисляемых фракций нефти.

Осенью в донных отложениях загрязненных водоемов количество углеводородокисляющих бактерий колебалось в пределах 0.1-100 тыс. кл/г сырого ила. На чистых участках этот показатель был ниже и составлял 0.01-0.1 тыс. кл/г. Численность сапрофитов в донных осадках находилось в пределах 0.4-500 тыс. кл/мл и достоверно не различалась между фоновыми и загрязнен-

ными водоемами. По-видимому, в хронически загрязненных водоемах развитие бактериобентоса подавляется высокими концентрациями нефти. Количество сульфатредукторов в большинстве водоемов не превышало 10 кл/мл, по-видимому, из-за дефицита субстратов, сульфатов и биогенных элементов, характерного для экосистем северных водоемов. Только в донных осадках двух озер средней степени загрязнения численность сульфатредукторов резко возрастала до 10-500 тыс. кл/мл. Сульфатредукторы могут развиваться в условиях нефтяного загрязнения, используя в качестве субстратов различные компоненты нефти, в частности растворимые нафтенновые кислоты [Розанова, 1991].

Таким образом, наибольшее интенсивно процессы продукции и деструкции ОВ происходят в водоемах среднего уровня загрязнения. В хронически загрязненных водоемах функциональная активность микроорганизмов, а, следовательно, и процессы самоочищения, в значительной степени угнетены.

Список литературы

Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов // М.: Наука, 1989, 288 с.

Марголина Г.Л. Интенсивность процессов бактериального разрушения органических веществ в водохранилищах // Автореф. дис. к.б.н. М. 1969, 18 с.

Розанова Е.П. Микробиология и биогеохимия нефтяных месторождений // Автореф. дис. д.б.н. М. 1991, 23 с.

УДК 631.48+631.31 (470.51/.54)

ТЕХНОГЕННОЕ ГЛЕЕОБРАЗОВАНИЕ В ГОРНО-ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ СРЕДНЕГО УРАЛА

В.С. Дедков, Ю.Г. Смирнов, С.Ю. Кайгородова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г.Екатеринбург

Элювиально-глеевый процесс, который развивается в исходно автоморфных почвах, как ответная реакция на антропогенное нарушение и загрязнение угодий, способствует мобилизации и элювиальной

миграции техногенных поллютантов, в составе которых много токсичных тяжелых металлов. Таким образом, происходит частичная разгрузка техногенных геохимических аномалий, сформировавшихся в зоне

влияния предприятий цветной металлургии.

Нами изучены закономерности изменения окислительно-восстановительного потенциала (Eh) и активности водородных ионов (рН), которыми характеризуется глееобразовательный процесс. Измерение Eh и рН выполнялось в течение 3-х лет постоянно установленными электродами в профилях горно-лесных буро-подзолистых почв. Площадки измерения данных геохимических показателей расположены в зоне влияния Среднеуральского медеплавильного комбината (СУМЗа): 1 – в техногенной пустыне – 0,5 – 1 км; 2 – в импактной зоне (средне загрязненные и слабо нарушенные почвы) – 1 – 4 км; 3 – в буферной зоне (слабо загрязненные и нарушенные почвы) – 4 – 7 км; 4 – фоновые (ненарушенные почвы) – 30 км; 5 – фоновые почвы (30 км) на лесосеках на 2 год после сплошной рубки.

При обсуждении результатов мы применяли следующие критерии интерпретации геохимических показателей. В хорошо аэрируемых почвах Eh составляет 600-800 мВ. В интервале Eh 400-200 мВ в почве преобладают восстановительные процессы, а при Eh менее 200 мВ развивается глееобразование (Сердобольский, 1965 и др). В системах с различной активностью водородных ионов соотношение активности окисленных и восстановленных фаз зависит как от рН, так и от Eh. В неравновесных ОВ-системах с доступом кислорода это соотношение определяется регрессией: $Eh=0,7 - 0,06 \text{ рН}$ [по Гаррелс и Крайст, 1968]. В автоморфных почвах форма профильной кривой Eh со снижением его значений от верх-

них горизонтов к нижним (горизонтальная стратификация) неизменна, что является диагностическим признаком [Селль-Бекман, Рабинович, 1960].

Исследования показали, что в естественных (фоновых) горно-лесных буро-подзолистых почвах, развитых под пихтоельниками, пределы сезонных колебаний составляют 350-650 мВ. Учитывая, что «граничным» состоянием, то есть переходным от окислительных условий к восстановительным, в почвах является Eh 400 мВ, рассчитали отношение частот встречаемости $p1/p2$ для уровней $Eh < 400$ мВ к $Eh > 400$ мВ и установили, что данный коэффициент в ненарушенных горно-лесных буро-подзолистых почвах составляет 0,25 (табл. 1). В теплые сезоны наблюдается устойчивая горизонтальная стратификация профиля по уровню энергии ОВ процессов. В верхних гумусированных горизонтах господствуют окислительные процессы с величиной $Eh=450-650$ мВ (рис. 2). Сезонная величина колебания активности водородных ионов составляет рН 4,0-5,2. В средней части профиля возрастает активность восстановительных процессов ($Eh=350-400$ мВ), а в нижних горизонтах весной и осенью формируются очаги с преобладанием восстановительных процессов (рис. 2). Величина рН возрастает до 5,2-5,6. Зависимость геохимических параметров Eh – рН в области низких ранговых значений Eh определяется регрессией $Eh= (0,42-0,55)-0,06 \text{ рН}$; в области высоких ($Eh > 500$ мВ) – $Eh= (0,8-0,95)-0,06 \text{ рН}$.

Таблица 1
Распределение ОВП по уровням энергии в зависимости от расстояния до СУМЗа.

Расстояние до завода, км	Кол-во определений, n	Ранги Eh				Отношение $p1/p2$		
		Частота встречаемости (p1), %		Частота встречаемости (p2), %				
		<200мВ	200-400мВ	400-600мВ	>600мВ	минимальное	среднее	максимальное
0.5	300	11.2	38.4	28.4	22.0	0.73	0.98	2.21
1	450	0.2	23.0	38.0	37.8	0.15	0.3	0.44
2	600	2.0	26.8	41.2	30.0	0.31	0.4	1.5
4	560	0	27.0	31.0	42.0	0.29	0.37	0.44
7	750	0.4	17.2	41.6	40.8	0.13	0.21	0.34
фон	209	1.0	19.1	60.5	19.4	-	0.25	-

Частоты встречаемости ОВП уровней E1 и E2 (%) по горизонтам почв в зависимости от расстояния до СУМЗа.

Горизонт	Расстояние до завода, км									
	0,5		1		2		4		7	
	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2	E1	E2
A0	0,0	20,0	0,0	20,0	0,0	20,0	0,0	20,0	0,0	20,0
A1	6,7	13,4	0,0	19,8	0,8	19,2	0,4	19,6	0,6	19,4
A1B	13,0	7,0	2,0	18,0	4,6	15,4	0,8	19,2	1,2	18,8
B1	12,0	8,0	7,0	13,0	7,4	12,6	7,6	12,4	3,0	17,0
B2	18,0	2,0	14,0	6,0	16,0	4,0	18,2	1,8	12,8	7,2

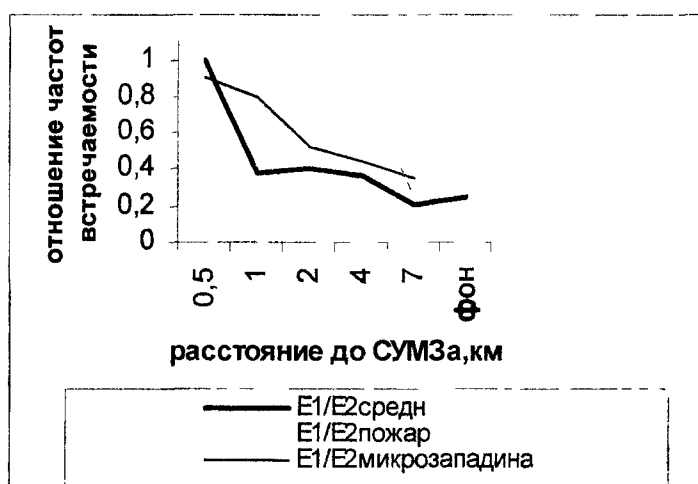


Рис. 1 Отношение $p1/p2$ в зависимости от микрорельефа и пожаров на различном удалении.

Таким образом, естественные горно-лесные буро-подзолистые почвы относятся к автоморфным, с очаговым, периодическим, кратковременным развитием восстановительных процессов.

В антропогенных почвах активность восстановительных процессов увеличивается соответственно степени техногенного нарушения, загрязнения и в первую очередь в нижних горизонтах. В техногенной пустыне на расстоянии 0,5 км от СУМЗа отношение частот встречаемости $p1/p2$ возрастает в среднем до 0,98 (табл. 1). В импактной зоне энергия окислительных процессов несколько возрастает, но встречаемость рангов с преобладанием восстановительных значений Eh почти вдвое выше, чем на фоне.

В профиле сильно нарушенных почв резко увеличивается контрастность ОВ состояния: в органогенных горизонтах Eh стабильно больше 500 мВ, а в минеральных периодически снижается до 350-400 мВ, а очагами — до 100 мВ. Нарушается горизон-

тальная стратификация по энергии ОВ процессов: в минеральной толще очаги временного оглеения с $Eh < 200$ мВ развиваются хаотично (рис. 2. 2, табл. 1). Отношение геохимических параметров описывается регрессией $Eh = (0,6-0,8) - 0,06pH$.

Рассмотренные показатели, наряду с морфологической трансформацией почв, свидетельствуют о развитии в сильно нарушенных почвах техногенной пустыни и импактной зоны элювиально-глеевого процесса.

В слабо нарушенных почвах буферной зоны (5-7 км от СУМЗа) контрастность ОВ условий снижается до уровня фоновых почв (табл. 1), восстанавливается стратификация профиля по ранговым значениям Eh (рис. 2. 3). Но низовые пожары в буферной зоне вновь сопровождаются активизацией восстановительных процессов (рис.1) и нарушением стратификации профиля почв (рис. 2.4).

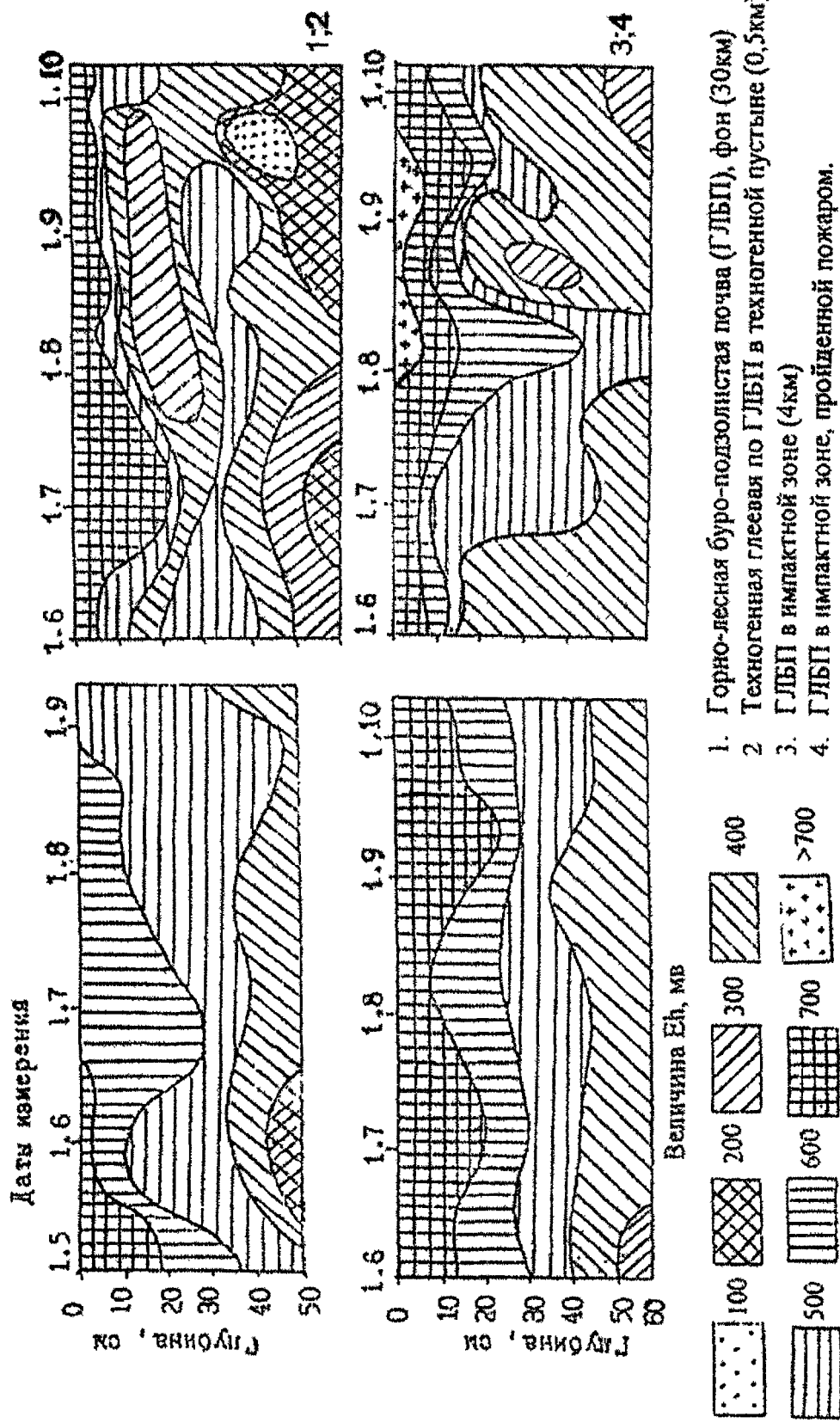


Рис.2. Сезонная динамика E_h в горно-лесных буро-подзолистых фоновых и техногенно нарушенных почвах на различном почвах на различном удалении от СУМЗа.

На фоновых участках, пройденных сплошными рубками, происходит переувлажнение почв и активное развитие глееобразования. Величина Eh в теплый период даже в органогенных горизонтах не превышает 400-500 мв, а в минеральной толще наблюдается устойчивое глееобразование (Eh 100-200 мв). В глеевых очагах значительно возрастает актуальная кислотность (рН 5.8-6,0). Такое сочетание геохимических параметров характеризует процессы застойного очагового глееобразования, устойчивые признаки которого наблюдаются в течение 5-7 лет. И лишь к 15-17 годам, когда древостой подроста начинает контролировать гидрологический режим почв, глееобразование постепенно сменяется зональ-

ным процессом буроземообразования.

Список литературы

Гаррелс Р.М. Растворы, минералы, равновесия / Р.М. Гаррелс, Ч.Л. Крайст. М.: Мир, 1968. – С. 231-233.

Селль-Бекман И.Я. Профильные кривые окислительно-восстановительного потенциала в связи с условиями почвообразования / И.Я. Селль-Бекман, В.А. Рабинович // Почвоведение. – 1960, №6. – С. 36-43.

Сердобольский И.П. Методы определения рН и окислительно-восстановительного потенциала при агрохимических исследованиях / И.П. Сердобольский // Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1965.

УДК 591.15:599.33+577.47

РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПРЕСС И ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ ОБЫКНОВЕННОЙ БУРОЗУБКИ

Л.В. Егорова

г. Москва, Палеонтологический институт РАН

Млекопитающие, находясь на вершине пищевых цепей, являются важным объектом для характеристики, рассматриваемой экосистемы. Изучение их структурно-функциональной организации популяций имеет большое теоретический и практический интерес, в том числе в плане разработки методики биоиндикации и биотестирования [Захаров, 1987]. Для решения этих задач показатели стабильности индивидуального развития представляют большую значимость [Захаров, Кларк, 1993].

Одной из наиболее общих характеристик индивидуального развития является его стабильность, которая определяется сложной системой взаимосвязей, носящих регуляторный характер: развитие по генетической программе, развитие соответственно определенным внешним условиям, регуляция или корректировка развития в пределах нормы при возможных нарушениях по различным причинам [Константинов, 1978].

Анализ стабильности развития сводится к выявлению и оценке величины

случайной изменчивости, возрастание которой свидетельствует о нарушении стабильности онтогенеза в целом. Одним из параметров, который позволяет изучить и оценить стабильность индивидуального развития, служит величина флуктуирующей асимметрии, которая является следствием несовершенства онтогенетических процессов. Она представляет собой незначительные ненаправленные отклонения от строгой билатеральной симметрии, которые не имеют самостоятельного функционального значения, а являются наиболее обычной и широко распространенной формой проявления внутрииндивидуальной изменчивости. Наблюдаемые при флуктуирующей асимметрии различия между сторонами тела рассматриваются как следствие некоторых нарушений, происходящих в процессе индивидуального развития [Захаров, 1987]. Принципиальным преимуществом подхода является возможность выявления изменений состояния организма при разных неблагоприятных воздействиях, когда ни по показателям биоразнообразия (на уровне