



УДК 631.4

Почвы техногенных ландшафтов гипсового рудника «Новонкутский» в Приангарье

О. Г. Лопатовская¹, В. Г. Двуреченский², С. Л. Лазарева³, Н. Д. Киселева¹

¹Иркутский государственный университет, Иркутск

²Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск

³Восточно-Сибирская государственная академия образования, Иркутск

E-mail: lopatovs@gmail.com

Аннотация. В ходе добычи гипса на руднике «Новонкутский» (Нукутский район Иркутской области) создаются техногенные ландшафты в виде породных отвалов. При их формировании на поверхность выносятся отложения соленосных и гипсоносных подстилающих пород, которые формируют специфический почвенный покров, составленный эмбриозёмами и технозёмами. Применяя сравнительную характеристику на основе морфологических, физико-химических и химических свойств естественных и формирующихся почв техногенных ландшафтов, удалось выявить их различия, определить направленность и скорость почвообразования.

Ключевые слова: техногенные ландшафты, технозёмы, почвенный покров, рекультивация, физико-химические свойства, солевой состав.

Введение

Приангарье является важной сельскохозяйственной зоной, обеспечивающей сельхозпродукцией Иркутскую область. Однако ведущаяся на территории добыча угля, соли и гипса из отложений юры и кембрия ведёт к отчуждению плодородных пахотных земель в разряд промышленных. Для сохранения и воссоздания плодородия почв необходимо проведение рекультивационных работ с последующей фитомелиорацией. Наиболее распространённая технология сельскохозяйственной рекультивации предусматривает нанесение предварительно снятого плодородного слоя почвы (ПСП) на спланированную поверхность отвалов. Созданные по такой технологии почвы согласно действующей классификации почв России [5] относят к подгруппе реплантозёмов из группы квазизёмов. Однако в данной работе авторы придерживаются разработанной в лаборатории рекультивации почв Института почвоведения и агрохимии (ИПА) СО РАН классификации [6], которая относит все искусственно созданные почвоподобные образования к отделу технозёмов [1], тип определяет по технологии образования, а подтип – по материалу, использованному для создания корнеобитаемого слоя. Поэтому технозёмы, у которых морфологически определяется верхний горизонт, созданный путём отсыпки ПСП или смеси потенциально плодородной породы (ППП)+ПСП мы называем технозёмами дифференцированными гуму-

согенными. Технозёмы на этапе отсыпки ППП относятся к технозёмам литогенным недифференцированным.

Основной целью работы является исследование свойств технозёмов, созданных на отвалах Новонкутского гипсового рудника.

Материалы и методы

Объектами исследования являются почвы техногенных ландшафтов, представляющих собой рекультивированные участки транспортных отвалов Новонкутского рудника (рис.).

За годы разработки гипсового месторождения здесь нарушено более 5 тыс. га сельскохозяйственных и лесных угодий, из них рекультивированы свыше 2,5 тыс. га [4]. На горно-техническом этапе рекультивации отвалы выполаживались, затем на спланированные участки отсыпался слой ППП или ППП+ПСП.

Отбор почвенных образцов проводился в летний период 2008–2011 гг. При исследовании свойств почв использовались общепринятые методы [3; 9]: рН водной вытяжки определён потенциометрическим методом; ёмкость катионного обмена – по Бобко, Аскинази в модификации Грабарова и Уваровой; содержание кальция и магния – комплексометрическим методом; органического углерода – по методу Тюрина [9]. Содержание водорастворимых солей определялись титриметрическим и весовым методами при соотношении почвы и воды 1:5.

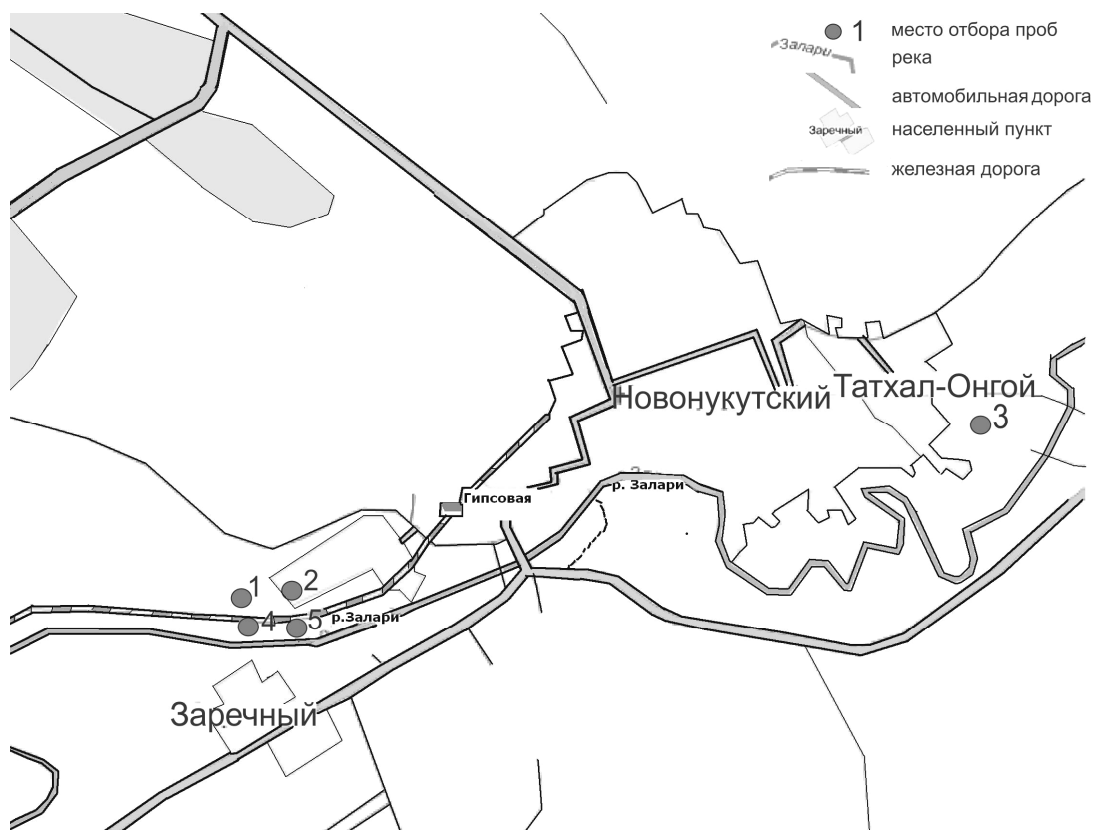


Рис. Карта-схема района исследований

Результаты и обсуждение

О залежах гипса на исследуемой территории известно с последней четверти XVIII в. Строительство гипсового рудника началось в 1958 г. Добыча гипса в 1991 г. составляла 914 тыс. т, в 1997 г. – 84 тыс. т, в 2002 г. – 125 тыс. т, в 2003 г. было добыто 204 тыс. т [4]. В 2010–2015 гг. прогнозируется рост добычи гипса и соответствующее усиление техногенного воздействия на естественные экосистемы.

В посттехногенную фазу образования ландшафтов на поверхности отвалов формируется специфический почвенный покров, в составе которого определяются следующие молодые почвенные образования: 1) технозёмы дифференцированные гумусогенные на этапе отсыпки смеси ППП+ПСП, возрастом 2 года; 2) технозёмы дифференцированные гумусогенные на вершине борта отвала, возрастом около 10 лет; 3) технозёмы дифференцированные гумусогенные в нижней части отвала, возрастом около 10 лет; 4) технозёмы недифференцированные литогенные на этапе отсыпки ППП, возрастом 2 года.

Для сравнения взяты фоновые дерново-карбонатные почвы.

Морфологическое описание исследованных почв:

Разрез 1. Технозём дифференцированный, гумусогенный возрастом 1–2 года. Выположенный участок отвала. Растительность единичная, представлена сурепкой и горцом птичьим.

$A_{\text{тех}}$. 0–25 см. Насыпной грунт тёмно-чёрный, средний суглинок, вскипает от 10%-ного раствора HCl, встречаются мелкие камни.

$D > 25$ см. Субстрат отвала.

Разрез 2. Технозём дифференцированный гумусогенный возрастом 10 лет. Вершина борта отвала крутизной около 35–40°. Растительность угнетённая: полынь, сурепка, горец птичий, конопля и др.

$A_{\text{тех}}$. 0–24 см. Насыпной слой ПСП, перемешанный, тёмно-сѐрый, комковато-глыбистый, средний суглинок, рыхлый, сухой, вскипает от 10%-ного раствора HCl, встречаются мелкие корни растений и камни, пятна кротовин.

C_1 24–28 см. Неоднородный, красновато-коричневый, комковато-ореховатый, средний суглинок, рыхлый, сухой, белые новообразования, вскипает от 10%-ного раствора HCl, мелких корней мало.

C_2 28–40 см. Неоднородный, сѐрый, призматично-глыбистый, средний суглинок, рых-

лый, сухой, встречаются белые пятна карбонатов и гипса, вскипает от 10%-ного раствора HCl, встречаются мелкие корни.

C₃ 40–55 см. Неоднородный, красновато-коричневый, ореховато-призматический, легкий суглинок, вскипает от 10%-ного раствора HCl, корней мало, новообразований не отмечено.

Д > 55 см. Субстрат отвала.

Разрез 3. Дерново-карбонатная почва. Заложена на северо-западном пологом остепнённом склоне крутизной 3°. Растительность представлена степными травами, в основном бобовыми и злаковыми.

Ад 0–1 см. Плотная дернина.

А 1–20 см. Тёмно-серый, комковато-зернистый, уплотнён, средний суглинок, сухой, слабо вскипает от 10%-ного раствора HCl, много корней, белесая присыпка и вкрапления новообразований, переход языковатый.

В 20–80 см. Белесовато-бурый, по ходам насекомых, грызунов и насекомоядных серый, пылевато-зернистый, уплотнён, лёгкий суглинок, корни растений, влажный, вкрапления и присыпка новообразований, вскипает от 10%-ного раствора HCl.

С > 80 см. Бурый, комковато-глыбистый, средний суглинок, уплотнён, влажный, вкрапления и присыпка новообразований, вскипает от 10%-ного раствора HCl.

Разрез 4. Технозём дифференцированный, гумусогенный возрастом 10 лет. Нижняя часть борта отвала крутизной около 35–40°. Растительность: полынь, сурепка, горец птичий, конопля, щавель конский.

A_{тех} 0–20 см. Насыпной слой ПСП, перемешанный, гумусовый, серый, глыбисто-среднеореховатый, средний суглинок, рыхлый, сухой, вскипает от 10%-ного раствора HCl, много корней растений.

АС 20–40 см. Насыпной слой ППП и ПСП, перемешанный, гумусовый, серый, ореховато-глыбистый, средний суглинок, рыхлый, сухой, вскипает от 10%-ного раствора HCl, встречаются белые включения, редко корни растений.

С 40–60 см. Насыпной слой ППП, перемешанный, коричневатый-серый, крупноореховато-комковатый, средний суглинок, рыхлый, сухой, вскипает от 10%-ного раствора HCl, корней мало.

Д > 60 см. Субстрат отвала.

Разрез 5. Технозём недифференцированный, литогенный возрастом 1–2 года. На этапе отсыпки ППП. Заложена на центральной части выположенной площадке.

С 0–20 см. Неоднородный, красновато-коричневый, крупноореховато-комковатый, средний суглинок, рыхлый, сухой, вскипает от 10%-ного раствора HCl.

Д > 20 см. Субстрат отвала.

Фоновые дерново-карбонатные почвы формируются на водоразделах и склонах под степным травяным покровом. Почвообразующие породы элювиальные, элювиально-делювиальные и делювиальные. Грунтовые воды залегают на глубине от 5 до 10–20 м, преимущественно гидрокарбонатные, с минерализацией до 1 г/л. Для почв характерны: дифференциация на горизонты по гранулометрическому составу и содержанию гумуса, наличие углесолей по всему профилю, присутствие небольшого количества водорастворимых солей, нейтральная или слабощелочная реакция среды, высокая ёмкость поглощения, насыщенность основаниями, хорошие водно-физические свойства [7]. Глубинные гипсоносные слои территории Новонкутского рудника сложены осадками кембрийской, юрской и четвертичной систем. В основании их залегают докембрийские гранито-гнейсы, гнейсы и кристаллические сланцы. Долины падей рек Нукutki и Куреты заполнены современными рыхлыми отложениями, представленными смесью осадков аллювиального, пролювиального и, частично, делювиального происхождения. В геологическом строении выделяются: ангарская свита (доломиты, доломит-гипсы и водорослевые доломиты); верхоленская свита (красноцветные алевролиты, аргиллиты, песчаники и мергели); четвертичные образования (песчано-гравийно-галечные осадки желтовато-серого цвета, содержащие до 20 % красноватых глин).

В естественных условиях на склоновых поверхностях изначально формировались дерново-карбонатные почвы на карбонатных и гипсоносных делювиальных отложениях преимущественно тяжёлого гранулометрического состава, супеси с мелким гравием и галькой [4].

Техногенный ландшафт представляет собой разновидность антропогенного ландшафта, особенности формирования и структура которого обусловлены производственной деятельностью (в данном случае добычей гипсового камня), связанной с использованием мощной техники [8]. Если обычные антропогенные ландшафты оказываются чаще всего лишь в той или иной степени преобразованными естественными ландшафтами, то техногенные практически полностью сформированы техническими средствами. Любой техногенный

ландшафт проходит в своём развитии две фазы – фазу формирования и посттехногенную фазу развития. В фазу формирования ландшафта закладывается своеобразный фундамент для посттехногенной фазы его развития: рельеф и его основные характеристики, а также субстрат с его вещественным составом и свойствами. В посттехногенную фазу развития ландшафт постепенно трансформируется в естественный. Длительность такой трансформации определяется, с одной стороны, спецификой свойств и режимов фундамента (рельеф и субстрат), заложенных на техногенной фазе, с другой – особенностями биоклиматической обстановки данной территории. При благоприятной обстановке на это потребуется 10–20 лет.

После фазы формирования техногенного ландшафта развитие почв Новонкутского гипсового рудника происходило следующим образом. В результате рекультивационных работ были созданы технозёмы, формирование которых в техногенном ландшафте проходило в два этапа. На первом (горнотехническом) этапе проводилось выполаживание отвалов. В дальнейшем на спланированные участки отсыпался ПСП или смесь ПСП с ППП. Таким образом, сформированные технозёмы приобрели двухслойную структуру. Первый слой – субстрат

отвала. Второй слой – ПСП или ПСП+ППП мощностью от 20 до 60 см. На втором (биологическом) этапе рекультивации на сформированные участки технозёмов проводился посев многолетних трав (фитомелиорация) [2]. Некоторые участки были оставлены под самозарастание.

Сравнительный анализ физико-химических и химических свойств почв техногенных ландшафтов и фоновой дерново-карбонатной почвы определил следующие особенности.

Реакция водной вытяжки практически по всему профилю изучаемых технозёмов имеет щелочные и сильнощелочные значения за счёт солей кальция, натрия и гипса, присутствующих в почвообразующей породе и фоновой почве. В дерново-карбонатной почве значения рН слабо дифференцированы по горизонтам и имеют реакцию, близкую к слабощелочной и щелочной (табл. 1). Таким образом, значения рН в молодых 10-летних почвах техногенных ландшафтов, как и в фоновой почве, слабо дифференцированы, стабильны и мало изменяются в сезонном и многолетнем циклах. В целом для почв, содержащих гипс, характерны значения величины рН, меняющиеся от слабощелочных до сильнощелочных.

Таблица 1

Физико-химические свойства почв техногенных ландшафтов гипсового рудника «Новонкутский» и фоновой дерново-карбонатной почвы

Горизонт, глубина, см	Гигроскопическая влага, %	рН _{водн.}	ЕКО, %	Углерод, %
Технозём недифференцированный, литогенный (1–2 года)				
С (0–20)	8,4	9,1	12,0	0,9
Технозём дифференцированный, гумусогенный. Вершина отвала				
A _{тех} (0–24)	17,5	8,6	24,8	5,4
C ₁ (24–28)	12,9	8,8	32,0	1,8
C ₂ (28–40)	14,9	8,6	24,8	4,1
C ₃ (40–55)	12,4	8,9	20,8	1,3
Технозём дифференцированный, гумусогенный. Подошва отвала				
A _{тех} (0–20)	12,7	8,4	35,2	5,1
АС (20–40)	10,8	8,2	36,0	5,5
С (40–60)	11,9	6,6	36,0	4,6
Дерново-карбонатная почва				
A _д (0–1)	–*	7,4	44,9	7,1
A (1–20)	–	7,1	55,3	2,5
B (20–80)	–	7,3	32,2	2,4
С (>80)	–	7,1	11,7	0,2

* – не определялось

Ёмкость катионного обмена (ЕКО) выше всего в верхнем горизонте технозёмов, поскольку он гумусирован. Сильное влияние на значения ЕКО имеют карбонаты, которые присутствуют во всех горизонтах. Гигроскопической влаги больше всего содержится в почвах, в верхних горизонтах которых регистрируется наибольшее количество гумуса.

Содержание гумуса в верхних горизонтах технозёмов зависит от расположения в ландшафте. В подчинённых позициях из-за смыва этот показатель в профиле выше, поскольку органическое вещество здесь аккумулируется. Его присутствие свидетельствует о процессах гумусообразования и гумусонакопления в верхних горизонтах профиля, что характерно для дерново-карбонатных почв.

Гумусовый профиль технозёмов определяется особенностями генезиса данных почв и

формируется под влиянием следующих факторов: 1) поступление на почву и в почву растительных остатков в виде опада; 2) их разложение и гумификация; 3) передвижение продуктов гумификации по профилю, их взаимодействие с минеральной частью и распределение в отдельных генетических горизонтах. Интенсивность трансформации растительных остатков и перераспределение органического вещества по профилю технозёмов и эмбриозёмов зависят от размеров биомассы, особенности фитоценоза и массы растительного опада.

В профиле технозёма дифференцированного гумусогенного и технозёма недифференцированного литогенного (при отсутствии засоления) на начальных этапах почвообразования отмечается наличие карбонатов и высокое содержание HCO_3^- (табл. 2).

Таблица 2

Содержание водорастворимых солей в почвах техногенных ландшафтов гипсового рудника «Новонукутский»

Горизонт, глубина, см	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	Сухой остаток, %	Карбонаты, ммоль/ 100 г
	мг-экв/100 г почвы							
Технозём недифференцированный, литогенный (1–2 года)								
С 0–20	0,96	0,60	18,18	0,90	0,50	18,34	1,40	0,9
Технозём дифференцированный, гумусогенный. Вершина отвала								
$A_{\text{тех}}$ 0–24	0,40	0,92	16,31	1,00	0,95	15,68	1,23	1,2
C_1 24–28	0,40	0,74	20,21	1,50	1,30	18,55	1,49	1,0
C_2 28–40	0,36	1,08	14,46	1,00	0,50	14,40	1,11	1,3
C_3 40–55	0,44	0,74	10,37	0,50	0,85	10,20	0,81	1,0
Технозём дифференцированный, гумусогенный. Подошва отвала								
$A_{\text{тех}}$ 0–20	0,40	0,92	11,84	0,80	0,50	11,86	0,92	0,8
АС 20–40	0,38	0,94	13,88	1,00	0,50	13,70	1,06	0,9
С 40–60	0,40	0,94	3,68	0,60	0,70	3,72	0,34	0,8
Дерново-карбонатная почва								
$A_{\text{д}}$ 0–1	0,22	0,80	19,78	7,10	1,50	12,20	1,43	–
A 1–20	0,20	0,94	28,80	7,50	2,30	20,14	2,07	–
B 20–80	0,16	1,08	29,01	8,10	5,00	17,15	2,06	–
С >80	0,22	1,42	30,79	7,70	6,95	17,78	2,19	–

* – не определялось

Анализ водной вытяжки показал, что в почвах техногенных ландшафтов Новонукутского рудника присутствуют легкорастворимые соли, в состав которых входят хлориды, сульфаты, натрий и калий, в дерново-карбонатных же почвах содержатся кальций, натрий и очень много сульфатов (см. табл. 2).

Содержание солей кальция, магния и сульфатов во всех изучаемых почвах высокое и уменьшается вниз по профилю от верхнего слоя к нижнему (см. табл. 2). Подобное распределение солей в профиле изучаемых почв объясняется непостоянным химическим составом

субстрата отвала и наличием данных солей в материале ПСП и ППП. Результаты, полученные за период наблюдений, позволяют констатировать наличие начальных процессов, ведущих к некоторой упорядоченности содержания солей в профиле, хотя какие-либо закономерности установить не удаётся, поскольку значения содержания солей кальция, магния и сульфатов далеки от таковых в профиле дерново-карбонатной почвы.

Анализ водной вытяжки дерново-карбонатной почвы позволил отнести её к ряду засоленных, так как сумма солей в ней

превышает 1,0 %. В составе легкорастворимых солей в большей степени присутствуют хлориды, сульфаты, кальций, натрий и калий (см. табл. 2). Содержание солей увеличивается сверху вниз до глубины 30–50 см. Их наличие и состав отражают зональную особенность качества почвообразования, так как данные почвы развивались на гипсоносных и карбонатных породах, тем самым унаследовав от них соли, и подвергались воздействию сложившихся здесь климата и биоценозов с учётом рельефа. Другими словами, фоновые дерново-карбонатные почвы являются естественноисторическими образованиями.

Выводы

1. В техногенных ландшафтах Новонукутского рудника формируется специфический почвенный покров. В его составе определяются технозёмы – почвы, сформированные в результате проведения рекультивационных мероприятий.

2. По основным морфологическим, физико-химическим и химическим свойствам генетические различия между почвами техногенных ландшафтов и фоновой почвой определяются как существенные.

3. Формирование почв техногенных ландшафтов происходит с разной интенсивностью накопления гумуса и органического углерода в зависимости от физических, химических и других свойств. Таким образом, технозёмы техногенных ландшафтов нельзя отнести к генетическому ряду примитивных почв.

4. В результате добычи гипсового камня на дневную поверхность выносятся слои, содержащие легкорастворимые соли. Засоление в нарушенных почвах преимущественно сульфатно-натриевое, в естественных почвах сульфатно-натриево-кальциевое.

5. В связи с массивной разработкой гипсового камня открытым способом, как правило, создается напряжённая экологическая обстановка, так как происходят запыление воздуха, загрязнение подземных вод, деградация естественных экосистем. Хотя экологическая ситуация в Нукутском районе Иркутской области на данный момент не вызывает опасения, для предотвращения роста напряжённости гипсодобывающим предприятиям важно интенсивно и постоянно выполнять работы по рекультивации деградированной территории.

Литература

1. Андроханов В. А. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка / В. А. Андроханов, В. М. Курачев. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2010. – 224 с.
2. Андроханов В. А. Технозёмы: свойства, режимы, функционирование / В. А. Андроханов, С. В. Овсянникова, В. М. Курачев. – Новосибирск : Наука СИФ РАН, 2000. – 200 с.
3. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М. : МГУ, 1970. – 487 с.
4. Иванов А. И. Отчёт по результатам поисково-оценочных работ с подсчётом запасов на Усть-Куретском месторождении гипса / А. И. Иванов. – Иркутск, 2004. – 73 с.
5. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск : Ойкумена, 2004. – 342 с.
6. Курачев В. М. Классификация почв техногенных ландшафтов / В. М. Курачев, В. А. Андроханов // Сиб. экол. журн. – 2002. – № 3. – С. 255–261.
7. Лопатовская О. Г. Почвенные экологомелиоративные комплексы Черемховского Приангарья / О. Г. Лопатовская, В. Н. Михайличенко. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2002. – 92 с.
8. Реймерс Н. Ф. Природопользование : слов.-справ. / Н. Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1990. – 640 с.
9. Теория и практика химического анализа почв / под ред. Л. А. Воробьёвой. – М. : ГЕОС, 2006. – 400 с.

Soils of technogenic landscapes at Novonukutsky gypsum mine in Preangaria

O. G. Lopatovskaya¹, V. G. Dvurechensky², S. L. Lazareva³, N. D. Kiselyova¹

¹Irkutsk State University, Irkutsk

²Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, Novosibirsk

³East-Siberian State Academy of Education, Irkutsk

Abstract. Production of gypsum at opencast mine Novonukutsky in southern Preangaria causes the degradation of soil cover in natural landscapes. Technogenic landscapes are created with specific soil cover which is composed by embryozems and technozems. Comparative analysis of morphological, physicochemical and chemical properties of soils in natural and man-made landscapes permitted to reveal their distinctions to define the trend and speed of soil formation.

Keywords: technogenic landscapes, embryozems, technozems, soils cover, recultivation

Лопатовская Ольга Геннадьевна
Иркутский государственный университет
664003, Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5
кандидат биологических наук, доцент
тел. (3952) 24-18-70, факс (3952) 24-05-59
E-mail: lopatovs@mail.ru

Двуреченский Вадим Геннадьевич
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
630099, г. Новосибирск, ул. Советская, 18
кандидат биологических наук
старший научный сотрудник
E-mail: dvu-vadim@yandex.ru

Лазарева Светлана Дмитриевна
Восточно-Сибирская государственная академия
образования
664003, Иркутск, ул. Н. Набережная, 6
аспирант
тел. (3952) 24-03-99, факс (3952) 24-05-59
E-mail: maslo@mail.ru

Киселева Наталья Дмитриевна
Иркутский государственный университет
664003, Иркутск, ул. Сухэ-Батора, 5
старший преподаватель
тел. (3952) 24-18-70, факс (3952) 24-05-59
E-mail: nata_kis@list.ru

Lopatovskaya Olga Gennadyevna
Irkutsk State University
5 Sukhe-Bator St., Irkutsk, 664003
Ph. D. in Biology, ass. prof
phone: (3952) 24-18-70, fax: (3952) 24-05-59
E-mail: lopatovs@mail.ru

Dvurechensky Vadim Gennadievich
Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS
18 Sovetskaya St., Novosibirsk, 630099
Ph. D. in Biology
senior research scientist
E-mail: dvu-vadim@yandex.ru

Lazareva Svetlana Dmitryevna
East-Siberian State Academy of Education
6 Nizhnyaya Naberezhnaya St., Irkutsk, 664011
doctoral student
phone: (3952) 24-03-99, fax: (3952) 24-05-59
E-mail: maslo@mail.ru

Kiseleva Natalia Dmitrievna
Irkutsk State University
5 Sukhe-Bator St., Irkutsk, 664003
senior lecturer
phone: (3952) 24-18-70, fax: (3952) 24-05-59
E-mail: nata_kis@list.ru