

УДК 631.48

ТЕХНОГЕНЕЗ И ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ольга И. Подурец¹.@

¹ Новокузнецкий филиал (институт) Кемеровского государственного университета, 654041, Россия,
г. Новокузнецк, ул. Циолковского, 23
@ Glebova-Podurets@mail.ru

Поступила в редакцию 08.11.2017. Принята к печати 19.02.2018.

Ключевые слова: техногенные ландшафты, почвообразовательные процессы, эмбриоземы, растительные группировки, технопедогенез.

Аннотация: Природные комплексы Кемеровской области в условиях современного техногенеза, связанного с развитием в регионе горно-добывающего производства, подвержены значительной трансформации, либо замещены на техногенные. Новообразованные отвально-карьерные ландшафты, представляющие собой территории с чередованием карьерных выемок различной глубины с отвалами разнообразной конфигурации и высоты, обладают специфическим строением, составом вмещающих горных пород, которые будут являться в данных условиях материнскими почвообразующими. Неоднородность рельефа и хаотичный литологический состав подстилающих пород определяет формирование различных физических и гидротермических условий, что отражается в ходе и направленности сукцессионных процессов. При систематизации почв техногенных ландшафтов необходимо учитывать их экологическую и биологическую сущность, отражающую взаимосвязь между растениями, почвами и окружающей средой. На данных территориях сукцессионные процессы формирования растительного покрова и почв происходят в условиях естественной среды, но лимитируются факторами технопедогенеза. Основу почвенного покрова техногенных ландшафтов в южной лесостепи Кемеровской области составляют инициальные, органно-аккумулятивные, дерновые и гумусово-аккумулятивные эмбриоземы. Диагностика развития почвообразовательных процессов в них возможна только по функциям генетических горизонтов органогенной части почвенного профиля, что позволяет прогнозировать не только генезис почв, но и направленность восстановления в конкретном техногенном ландшафте биоценологических процессов.

Для цитирования: Подурец О. И. Техногенез и почвообразование в южной лесостепи Кемеровской области // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2018. № 1. С. 68–73.

Интенсивное развитие угольной промышленности Кузбасса связано с нарушением естественных ландшафтов и уничтожением наземных природных комплексов в зоне действия промышленного объекта. Темпы рекультивации нарушенных земель отстают от скорости и масштабов их образования. За весь период разработки месторождений полезных ископаемых рекультивировано около 30 тыс. га, что составляет примерно 1/3 часть от площади всех нарушенных в области земель [1, с. 238]. В процессе технологической разработки месторождения природные естественные ландшафты замещаются на техногенные комплексы, которые состоят из разнообразных по форме и размерам карьерных образований, отвалов горных пород, технологических дорог и других элементов производственной инфраструктуры. Данные комплексы под влиянием естественных факторов среды постепенно преобразуются. В условиях их динамичного образования все более глобальное значение приобретает технопедогенез, который по темпам и скорости доминирует над природным почвообразованием и приводит к формированию специфических почвенных структур,

отличающихся функциями и характером на всех уровнях организации [2, с. 10].

Современные темпы разработки месторождений полезных ископаемых в Кузбасском угольном бассейне свидетельствуют и предполагают только увеличение площади нарушенных земель и техногенных ландшафтов [3, с. 5], поэтому изучение процессов восстановления почвенно-экологических функций на новообразованных комплексах актуально. Выявление экологических факторов, определяющих закономерности регенерации почвенно-растительного покрова на данных территориях, позволит прогнозировать скорость и направленность почвенно-биологических процессов [4].

Объектом исследования являются разновозрастные самозарастающие породные отвалы Листвянского и Байдаевского угольных разрезов, расположенные в южной части Кузнецкой котловины лесостепной зоны Новокузнецкого района. Почвенные исследования построены на изучении факторов почвообразования, морфологических особенностей и физико-химических параметров почв техногенных ландшафтов.

С целью получения количественной оценки хода почвообразовательных процессов в техногенных ландшафтах проводились инструментальные измерения некоторых физических свойств (агрегатный и гранулометрический состав, содержание гигроскопической и полевой влаги) на основании общепринятых методик [5]. Геоботанические исследования связаны с изучением флористических и эколого-фитоценологических особенностей растительных группировок, формирующихся на данных почвах. Такой подход основан на теории сингенетичного развития почв и растительных сообществ, которое наиболее ярко выражено в техногенных ландшафтах [6, с. 126; 7, с. 205].

Существование экосистемы, ее функционирование зависят от комплекса определенных условий и совокупности элементов среды, с которыми она находится в неразрывном единстве. Докучаевское положение, что «Почва – это зеркало ландшафта», высказанное еще в конце 18 в., можно выразить педогенетической формулой: факторы → процессы функционирования → ЭПП (элементарные почвенные процессы) → свойства почв (тип почв). В этом смысле почвообразование является не только одним из важнейших биосферных процессов, но в то же время одним из распространенных процессов записи информации об атмосфере-био-лито-антропо-сферных взаимодействиях в каждой точке земной поверхности [8, с. 385].

Формирование почвы определяется одновременным и взаимообусловленным функционированием обязательных факторов среды – горных пород, организмов, климата, рельефа и времени. В естественных ландшафтах движущим фактором развития почв является биота. На техногенных ландшафтах формирование почвенного и растительного покровов обусловлено регулирующим действием комплекса тесно связанных абиотических (климатические, орографические, литогенные, физические параметры) и биотических факторов. Специфичность образования техногенного ландшафта определило приоритет абиотических факторов [4, с. 10; 7, с. 205].

На основании классификации почв техногенных ландшафтов [2] на исследуемых отвалах распространены эмбриоземы, сингенетичные растительным группировкам: инициальный эмбриозем – пионерным группировкам; органо-аккумулятивный – простым растительным группировкам; дерновый – сложным; гумусово-аккумулятивный – сложившимся сообществам [4, с. 12; 9, с. 169].

Если рассматривать экологическую нишу как абстрактное многомерное пространство, в котором в качестве координат выступают факторы почвообразования, то любая почва функционирует и развивается в определенной комбинации совокупных факторов. При направленной последовательной смене факторов почвообразования происходит последовательная смена процессов, приводящая в конечном итоге к формированию конкретного типа почв [8].

Местоположение любого эмбриозема с сингенетичной ему растительной группировкой, сформированное при определенной комбинации факторов среды, пространственно совпадает с конкретной экологиче-

ской нишей. При совпадении комбинации факторов образуются экологические ниши, характеризующиеся однотипным почвенным и растительным покровом, находящимися на какой-то определенной стадии развития сукцессии. Соответственно, каждый тип эмбриозема, несмотря на большую мозаичность техногенного ландшафта, будет приурочен к нише с характерным набором факторов почвообразования, которые будут либо способствовать развитию почвенных процессов и сукцессионных процессов (экологически позитивные факторы), либо тормозить (экологически негативные факторы) [4; 10].

В результате исследований было выявлено, что на интенсивность почвообразования в техногенных ландшафтах влияют следующие факторы:

- 1) особенность неорельефа;
- 2) свойства и состав вскрышных и вмещающих горных пород;
- 3) микроклиматические условия местообитания;
- 4) тип растительности, формирующийся на техногенном ландшафте.

Пространственная неоднородность «неорельефа» [2] определяет возникновение мозаичной структуры техногенного ландшафта. На близких в географическом отношении парцеллах развиваются эмбриоземы, разные по фазам почвообразования с сингенетичными им растительными группировками. На старых отвалах (более 50 лет) сформированы гумусово-аккумулятивные эмбриоземы, но и на средневозрастных отвалах (20–25 лет) отмечены определенные экологические ниши с эмбриоземами, находящиеся на данной стадии почвообразования, что свидетельствует о влиянии на процесс формирования почвы не столь фактора времени, а наличия благоприятных экологических условий. Подтвердить этот вывод можно другим противоположным фактом – наличием в пределах отвала с гумусово-аккумулятивными эмбриоземами участков с инициальными. Это диагностирует действие каких-либо экологических негативных факторов, лимитирующих развитие почвообразовательных и фитоценологических процессов в конкретном участке.

Отвально-карьерные и провально-отвальные комплексы характеризуются разнокачественными элементами неорельефа, что приводит к обособлению контрастных водных и тепловых режимов в зависимости от крутизны и экспозиции склона, а также к нарушению континуума формирующихся растительного и, следовательно, почвенного покровов [9, с. 169].

На склонах за счет гравитационного выноса уменьшается содержание мелкозема, обеспечивающего влагоемкость субстрата. Сток усиливает недостаток влаги и определяет ксероморфизм, поэтому на склонах распространены инициальные и органо-аккумулятивные эмбриоземы. Наиболее благоприятные условия складываются на выровненной поверхности и откосах крутизной не более 10° восточной и северной экспозиции, что определяется по наибольшей доли площадей на данных склонах гумусово-аккумулятивных эмбриоземов.

В результате вскрышных работ естественная морфоструктура подвергается техногенному преобразованию. На дневную поверхность экспонируются глубинные вскрышные и вмещающие горные породы, которые образуют каркасную основу для техногенного ландшафта и будут выступать в качестве почвообразующих.

Хаотичная смесь горных пород, образованная в результате неселективной отсыпки отвалов, используемой на угольных разрезах Кузбасса, представлена обломками различных горных пород, которые создают по характеру скелетной части щебнистый тип. Фракционный состав данных пород оказывает существенное влияние на развитие почв. В экологическом плане наибольшую значимость для развития почвенных процессов имеет соотношение количества камней (фракции > 3 мм) и мелкозема (фракции < 1 мм). Первый показатель является экологически негативным фактором, тормозящим скорость сукцессионных процессов и определяющим ксероморфизм местообитания, другой – позитивным фактором и способствует обогащению субстрата элементами питания и водой.

Исследования показали, что наибольшее количество мелкозема аккумулируется в породе на выровненных поверхностях, с увеличением крутизны его количество существенно уменьшается [11, с. 46]. Это объясняется тем, что склоновая поверхность способствует наибольшей гравитационной дифференциации породы и смыву мелкозема. При снижении содержания последнего уменьшается влагоемкость субстрата и возрастает ксероморфизм [10]. Другая причина

в уменьшении мелкозема на склоновых поверхностях обусловлена их экспозицией. С ветроударных склонов в зимний период сдувается весь снежный покров. Это способствует глубокому промерзанию западных и южных откосов, а в летнее время на этих же склонах отмечается наиболее интенсивное нагревание. Все это определяет образование мелкозема и его интенсивное выдувание или дефляцию. По обеим причинам на крутых склонах, вне зависимости от экспозиции, содержание мелкозема в верхнем горизонте не более 5 %.

Хаотичная смесь пород со временем преобразуется очень медленно. Постепенное разрушение обломочных пород хотя и ведет к некоторому уменьшению каменности, но степень ксероморфности при этом снижается незначительно [11, с. 48].

По мере развития процессов физического выветривания происходит постепенное обогащение верхних слоев субстрата мелкоземистым материалом. Одновременно в результате поселения растений и развития определенных сообществ происходит проникновение корневой системы в толщу уплотненного субстрата. Это способствует биологической эрозии горной породы и сопровождается закреплением корнями растений на глубине 0–10 см мелкоземистой фракции. При наличии каменной фракции более 70 % и содержании мелкозема менее 10 % развитие технопедогенеза будет оставаться на стадии инициального или органо-аккумулятивного эмбриозема. При увеличении количества мелкозема до 20 % и уменьшении каменных фракций от 70 % возможен переход в следующую стадию развития (таблица 1).

Таблица 1. Распределение с глубиной каменной и мелкоземистой фракций в эмбриоземах разных типов
Table 1. Distribution with depth of stony and fine-grained fractions in embryosems of different types

Тип эмбриозема	Глубина (в см)	Содержание фракций, %			
		Каменная		Мелкозем	
		усредненное	интервал колебаний	усредненное	интервал колебаний
Гумусово-аккумулятивный	0–10	46,1	17,5–67,5	23,9	15,6–42,9
	0–20	61,9	46,3–80,2	26,3	13,5–28,1
	20–30	73,6	41,6–87,3	12,8	4,2–22,5
Дерновый	0–10	67,1	24,6–71,4	18,7	11,2–37,0
	10–20	60,0	50,8–80,1	9,1	2,3–26,0
	20–30	74,3	33,8–97,0	14,8	2,9–12,8
Органо-аккумулятивный	0–10	77,3	55,7–89,0	4,9	1,3–14,8
	10–20	62,0	0,8–89,7	6,8	2,3–11,6
	20–30	78,4	41,5–97,4	4,5	2,0–12,5
Инициальный	0–10	75,1	51,3–96,7	3,5	1,0–9,4
	10–20	78,3	51,2–89,7	5,9	2,1–8,4
	20–30	74,4	54,8–95,5	6,8	1,8–12,6

Гранулометрический состав мелкозема эмбриозема варьируется от песчаного до глинистого. Характерна внутрипрофильная неоднородность гранулометрического состава, наблюдается хаотичное распределение песчаных, супесчаных и суглинистых гнезд, образовавшихся не в результате процессов гра-

витационной дифференциации материала, а в результате неселективной отсыпки отвала. Инициальные и органо-аккумулятивные эмбриоземы по гранулометрическому составу мелкозема относятся к крупнопесчано-пылеватым супесям, дерновый и гумусово-аккумулятивный – среднесуглинистым [11, с. 47].

Отмечена закономерность в пределах органогенной части почвенного профиля с увеличением физической глины: содержание полевой влаги по типам эмбриозе-

мов возрастает, в литогенной части имеет хаотичный характер (таблица 2).

Таблица 2. Содержание фракций физической глины, полевой и гигроскопической влаги в мелкоземе эмбриоземов разных типов

Table 2. Content of fractions of physical clay, field and hygroscopic moisture in fine earth embryos of various types

Тип эмбриозема	Глубина (в см)	Содержание, в %		
		физическая глина	полевая влага	гигроскопическая влага
Гумусово-аккумулятивный	0–10	35,38	32,68	3,58
	10–20	34,80	31,38	4,17
	20–30	33,23	38,58	4,62
Дерновый	0–10	27,70	31,8	2,91
	10–20	29,10	25,84	2,44
	20–30	28,15	30,06	2,94
Органо-аккумулятивный	0–10	14,14	15,74	2,57
	10–20	10,5	9,86	2,15
	20–30	20,17	9,05	3,83
Инициальный	0–10	9,29	12,75	2,22
	10–20	11,23	15,73	2,33
	20–30	7,03	8,89	4,26

Почвообразовательные процессы развиваются сингенетично стадиям сукцессии растительности [4; 7]. Растительное сообщество является системообразующей структурой, формируется в конкретных внешних условиях, а развитие определяется способностью эмбриозема поддерживать функционирование формирующегося фитоценоза. Тип растительности техногенного ландшафта зависит от близости ненарушенных экосистем и фитоценологических особенностей естественной флоры [6].

Инициальные эмбриоземы с сингенетичными пионерными группировками характеризуются преобладанием транспортных явлений, заносом семян и закреплением их в экологических нишах. Органогенные горизонты отсутствуют, преобладают хаотично рассеянные одиночные виды. Органо-аккумулятивные эмбриоземы с простыми растительными группировками, определяющие рост запасов растительного вещества [9, с. 171], диагностируются появлением на поверхности эмбриоземов подстилки – первого органогенного горизонта. При дальнейшем развитии сукцессии, увеличении участия поликарпических растений происходит переход простых растительных группировок в сложные, а органо-аккумулятивных эмбриоземов в дерновые, характеризующиеся появлением дернины. В гумусово-аккумулятивных эмбриоземах со сложившимися растительными сообществами за счет активизации микробиологической деятельности развиваются гумификационные процессы, диагностируемые в обособлении в органогенной части почвенного профиля (под подстилкой и дерниной) гумусово-аккумулятивного горизонта, переполненного органическим материалом. Накопление биофильных элементов зависит от физико-химической природы субстрата и плот-

ности естественного зарастания [12, с. 128]. Содержание гумуса в органогенной части почвенного профиля и регрессивно-аккумулятивный тип его распределения по почвенному профилю является характерным показателем специфики почвообразовательных процессов при естественном зарастании и самовосстановлении функций техногенного ландшафта, на котором не проводилась никакая-либо предварительная подготовка поверхности.

Заключение

Исследования показали, что темпы эволюции эмбриоземов с течением времени изменяются. На ранних стадиях процесс почвообразования более динамичен, на более поздних – замедляется. В экологических нишах с наиболее благоприятными почвообразующими условиями скорость эволюции выше и выражена в смене фаз почвообразования от инициальной до гумусово-аккумулятивной и в смене сукцессий от пионерной до замкнутого сообщества.

Установлено, что развитие эмбриоземов определяется следующими факторами: положение на выровненной поверхности, или слабонаклонной северной экспозиции; содержание мелкозема не менее 20 % и количества в нем физической глины не менее 30 %; содержание влаги не менее 20 %. Отклонение данных физических параметров в сторону уменьшения будет лимитировать почвообразовательные и фитоценологические процессы.

Сукцессионные процессы замедляются или останавливаются на инициальной фазе техногенеза до тех пор, пока лимитирующий фактор не будет снят. Данные участки техногенного ландшафта могут находиться в инициальной стадии 40–50 лет и более, поэтому нуждаются в рекультивации.

Эмбриоземы, сформированные на техногенных ландшафтах под влиянием естественных факторов среды при отсутствии лимитирующих факторов постепенно развиваются и преобразуются, но сохраняют свою техногенную специфичность и отличаются от природных зональных типов почв.

Литература

1. Подурец О. И. Динамика структуры земельных ресурсов Кемеровской области: анализ, проблемы, перспективы // Отражение био-, гео-, антропогенных взаимодействий в почвах и почвенном покрове: материалы V Международной научной конференции. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2015. С. 238–241.
2. Андроханов В. А., Куляпина Е. Д., Курачев В. М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2004. 151 с.
3. Хмелев В. А., Танасиенко А. А. Почвенные ресурсы Кемеровской области и основы их рационального использования. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2013. 477 с.
4. Глебова О. И. Биогеографическая диагностика эмбриоземов Кузбасса: автореф. дис. канд. биол. наук. Новосибирск, 2005. 18 с.
5. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. М.: Высшая школа, 1973. 400 с.
6. Воронов А. Г. Геоботаника. М.: Изд-во МГУ, 1973. 383 с.
7. Курачев В. М., Кандрашин Е. Р., Рагим-заде Ф. К. Сингенетичность растительности и почв техногенных ландшафтов: экологические аспекты, классификация // Сибирский экологический журнал. 1994. № 3. С. 205–213.
8. Торгульян В. О., Горячкин С. В. Память почв: Почва как память биосферно-геосферно-антропогенных взаимодействий. М.: ЛКИ, 2008. 692 с.
9. Подурец О. И. Связь динамики запасов растительного вещества с фазами посттехногенного почвообразования // Вестник Томского государственного университета. 2011. № 346. С. 169–173.
10. Андроханов В. А., Курачев В. М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2010. 221 с.
11. Подурец О. И. Гранулометрический состав мелкозема эмбриоземов разных типов южной лесостепи Кузбасса // Символ науки. 2016. № 2-1. С. 46–49.
12. Госсен И. Н. Характеристика основных технологий рекультивации // Почва – ресурс экологической и продовольственной безопасности. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2016. С. 128–133.

TECHNOGENESIS AND SOIL FORMATION IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF THE KEMEROVO REGION

Olga I. Podurets¹, @

¹ Kemerovo State University (Novokuznetsk branch), 23, Tsiolkovsky St., Novokuznetsk, Russia, 654041
@ Glebova-Podurets@mail.ru

Received 08.11.2017. Accepted 19.02.2018.

Keywords: technogenic landscapes, soil-forming processes, embryozems, plant groupings, techno-pedogenesis.

Abstract: Natural complexes of the Kemerovo region in the conditions of modern technogenesis, associated with the development of mining in the region, are subject to significant transformation, or replaced by man-made ones. Newly formed dump-quarry landscapes, which are territories with alternate pit openings of various depths with heaps of various configurations and heights, have a specific structure, the composition of the enclosing rocks, which under these conditions will be the parent soil-forming ones. The heterogeneity of the relief and the chaotic lithological composition of the underlying rocks determine the formation of various physical and hydrothermal conditions, which is reflected in the course and direction of the succession processes. When systematizing soils of man-made landscapes, it is necessary to take into account their ecological and biological essence, reflecting the interrelationship between plants, soils and the environment. In these areas, the succession processes of formation of vegetation cover and soils occur under natural conditions, but are limited by the factors of techno-pedogenesis. The basis of the soil cover of man-made landscapes in the southern forest-steppe of the Kemerovo Region consists of initial, organ-accumulative, sod and humus-

accumulative embryosemes. Diagnosis of the development of soil-forming processes in them is possible only according to the functions of the genetic horizons of the organogenic part of the soil profile, which makes it possible to predict not only the genesis of soils, but also the direction of restoration of biocenotic processes in a specific technogenic landscape.

For citation: Podurets O. I. Tekhnogenez i pochvoobrazovanie v iuzhnoi lesostepi Kemerovskoi oblasti [Technogenesis and Soil Formation in the Southern Forest-Steppe of the Kemerovo Region]. *Bulletin of Kemerovo State University. Series: Biological, Engineering and Earth Sciences*, no. 1 (2018): 68–73.

References

1. Podurets O. I. Dinamika struktury zemel'nykh resursov Kemerovskoi oblasti: analiz, problemy, perspektivy [Dynamics of the structure of land resources in the Kemerovo region: analysis, problems, prospects]. *Otazhenie bio-, geo-, antroposferykh vzaimodeistvii v pochvakh i pochvennom pokrove: materialy V Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii* [Reflection bio-geo-anthroposphere interactions in soil and soil cover: Proc. V Intern. Sc. Conf]. Tomsk: Izdatel'skii Dom Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, 2015, 238–241.
2. Androkhanov V. A., Kuliapina E. D., Kurachev V. M. *Pochvy tekhnogennykh landshaftov: genezis i evoliutsiia* [Soils of technogenic landscapes: genesis and evolution]. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, 2004, 151.
3. Khmelev V. A., Tanasienko A. A. *Pochvennye resursy Kemerovskoi oblasti i osnovy ikh ratsional'nogo ispol'zovaniia* [Soil resources of the Kemerovo region and the basics of their rational use]. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, 2013, 477.
4. Glebova O. I. *Biogeograficheskaia diagnostika embriozemov Kuzbassa*. Avtoref. diss. kand. biol. nauk [Biogeographic diagnosis of embryo-soil of the Kuznetsk Basin. Cand. biol. Sci. Diss. Abstr.]. Novosibirsk, 2005, 18.
5. Vadiunina A. F., Korchagina Z. A. *Metody issledovaniia fizicheskikh svoistv pochv i gruntov* [Methods for studying the physical properties of soils and soils]. Moscow: Vysshiaia shkola, 1973, 400.
6. Voronov A. G. *Geobotanika* [Geobotany]. Moscow: Izdatel'stvo MGU, 1973, 383.
7. Kurachev V. M., Kandrashin E. R., Ragim-zade F. K. Singeneticnost' rastitel'nosti i pochv tekhnogennykh landshaftov: ekologicheskie aspekty, klassifikatsiia [Syngenetics of vegetation and soils of technogenic landscapes: ecological aspects, classification]. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal = Contemporary Problems of Ecology*, no. 3 (1994): 205–213.
8. Torgul'ian V. O., Goriachkin S. V. *Pamiat' pochv: Pochva kak pamiat' biosferno-geosferno-antroposferykh vzaimodeistvii* [Soil memory: Soil as a memory of biosphere-geosphere-anthropospheric interactions]. Moscow: LKI, 2008, 692.
9. Podurets O. I. Sviaz' dinamiki zapasov rastitel'nogo veshchestva s fazami posttekhnogenno pochvoobrazovaniia [Relationship of the dynamics of stocks of plant matter with the phases of post-technogenic soil formation]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta = Tomsk State University Journal*, no. 346 (2011): 169–173.
10. Androkhanov V. A., Kurachev V. M. *Pochvenno-ekologicheskoe sostoianie tekhnogennykh landshaftov: dinamika i otsenka* [Soil-ecological state of technogenic landscapes: dynamics and evaluation]. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, 2010, 221.
11. Podurets O. I. Granulometricheskii sostav melkozema embriozemov raznykh tipov iuzhnoi lesostepi Kuzbassa [Granulometric composition of fine earth embryos of different types of southern forest-steppe of Kuzbass]. *Simvol nauki = Symbol of Science*, no. 2-1 (2016): 46–49.
12. Gossen I. N. Kharakteristika osnovnykh tekhnologii rekul'tivatsii [Characteristics of the main technologies of reclamation]. *Pochva – resurs ekologicheskoi i prodovol'stvennoi bezopasnosti* [Soil is a resource of ecological and food security]. Tomsk: Izdatel'skii Dom Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, 2016, 128–133.