

Восстановление эдафотопов лесных экосистем Малого Полесья Украины после техногенных девастаций

Н.Г. Миронова

Хмельницький національний університет (Україна)

В статье рассматриваются вопросы восстановления эдафотопов лесных экосистем, нарушенного при добыче песка земснарядами на территории Малого Полесья Украины. Степень восстановления эдафотопов определяли по содержанию гумуса на участках двух трансект, расположенных в зонах наибольшей и наименьшей девакации. Также изучали состав и массу опада, травяного яруса, влажность грунта как одних из основных факторов гумусообразования.

Наименьшее разнообразие опада характерно для участков первой трансекты, расположенной в наиболее девастированной зоне карьерного поля, его масса равна 0,052–0,287 кг/м². На участках второй трансекты масса опада составляет 0,244–0,609 кг/м². Вклад травяного яруса в опаде – 26–56% для первой трансекты и 39–55% – для второй. Наиболее девастированные участки характеризуются меньшими значениями влажности грунта. Содержание гумуса коррелирует с указанными показателями и составляет 0,95–2,89% в первой трансекте и 3,4–4,9% – во второй, при этом содержание гумуса на соответствующих участках второй трансекты в 1,3–3,6 раза больше, чем на участках первой трансекты.

Ключевые слова: эдафотоп, гумус, опад, девакация, сосновый фитоценоз, Малое Полесье.

Edafotop Restoration of Forest Ecosystem of Small Polessya of Ukraine after Technogenic Devastation

N.G. Mironova

Khmelnytsky National University (Ukraine)

In this article issues of edafotop restoration of forest ecosystem, broken at booty of sand by hydraulic dredgers on the territory of Small Polessya of Ukraine, are considered. The degree of edafotop restoration was determined on humus content on the areas of two transects, located in the areas of the most and the least devastation. Composition and mass of litter fall, grass tier, soil humidity, as the basic factors of humification are considered.

The least variety of litter fall is characteristic for the areas of the first transect located in the most devastated area of career field, his mass is equal to 0,052–0,287 kg/m². On the areas of the second transect the mass of litter fall is equal to 0,244–0,609 kg/m². Composition of grass tier in litter fall is 26–56% for the first transect and 39–55% – for the second. The most devastated areas are characterized by smaller values of soil humidity. Humus content correlates with the indicated parameters and is 0,95–2,89% in the first transect and 3,4–4,9% – in the second. In the sites of the second transect, the humus content is 1,3 to 3,6 times higher than in the corresponding sites of the first transect.

Key words: edafotop, humus, litter fall, devastation, pine phytocenosis, Small Polessya.

Малое Полесье охватывает западные области Украины, преимущественно Львовскую, а также частично Хмельницкую, Ровенскую и Тернопольскую. Небольшая его часть расположена на территории Польши. Данная физико-географическая область расположена между Волынской лесостепной возвышенностью на севере, Расточьем на северо-западе и Подольской лесостепной возвышенностью на юго-востоке [1]. Малое Полесье хорошо выражено орографически как понижение и от соседних территорий отличается большим количеством осадков и

суммой активных температур, характеризуется близким залеганием подземных вод, заболоченностью, а также преобладанием лесной растительности, формирующейся на песчаных почвах [2–3].

В 1992 году на Международной конференции ООН в Рио-де-Жанейро была провозглашена концепция устойчивого развития лесного хозяйства, в которой отмечена необходимость сохранения лесов и впервые для этой отрасли обозначены понятия устойчивого использования ресурсов.

На сегодня один из основных видов разрушительного воздействия на лесные экосистемы – горнодобывающая деятельность, следствием которой являются уничтожение лесных фитоценозов и деваcтация земель. За последние годы на Украине высокие темпы роста добычи наблюдались в группе полезных ископаемых для строительства (песок, глина и т.д.) [4].

В лесных массивах Малого Полесья в течение 60 лет осуществляется добыча песка строительного, который представлен по всей территории месторождениями аллювиальных и водноледниковых песков в виде отдельных площадей или холмов-дюн, покрытых сосновыми лесами. При близком залегании грунтовых вод (что особенно характерно для восточной части Малого Полесья) в местах карьерных выемок образовались водоемы, по своим морфометрическим характеристикам похожие на озера [5], с нарушенными компонентами лесной экосистемы вокруг карьерного поля, среди которых наиболее глубоким изменениям подверглись фитоценоз и эдафотоп. Эти водоемы – техногенные озера – явились причиной нарушения континуума лесной растительности, что обусловлено не только возникновением водной среды, а и образованием экотонной зоны между лесной экосистемой и озером, представляющей собой стерильный неозкотоп. Т.е. фактически на месте природной экосистемы сформировалась техногенная, которая под влиянием внешних абиотических и биотических факторов проходит свой особый путь развития. С течением времени на прибрежных участках сформировался новый растительный покров, что в свою очередь инициировало развитие почвенных процессов в новых условиях, которые определялись параметрами образовавшегося фитоценоза.

Сегодня проводятся исследования по проблемам восстановления и динамики растительности, а также ее влияния на процессы почвообразования в сухих карьерных выработках с различными комбинациями литологических и биоклиматических условий [6–8]. В то же время данные об указанных процессах для водных карьеров почти отсутствуют, что обуславливает актуальность исследований.

В связи с этим целью данной работы было изучение процессов восстановления эдафотопа лесной экосистемы, подвергнутого различным степеням деваcтации в результате добычи песка земснарядами в условиях водного карьера.

Материал и методы. Изучение процессов восстановления эдафотопа проводилось в условиях средней пространственной шкалы, для этого были заложены две трансекты протяженно-

стью 100 м от уреза воды техногенного озера, расположенного в Хмельницкой области (Украина) на территории Стриганского лесничества (50°18'30''N, 26°46'0''E), до границы лесного массива, который не попадал под влияние карьерных разработок. Первая трансекта – на участке с полностью разрушенным растительным и почвенным покровом (карты намыва песка – территория, на которую насосом подается водно-песчаная смесь, откачиваемая из дна водоема, для последующей фильтрации и удаления воды), вторая – на участке с частично нарушенной растительностью и почвой (отвалы карьера). Расстояние между пробными площадками в трансекте составляло 10 м. На этих площадках определялись структура и масса опада фитоценоза, для чего в трехкратной повторности собиралась вся растительность на учетных площадках размером 1 м². Там же отбирались пробы для определения фитомассы травяного яруса; учет корневых масс травянистых растений производился методом монолитов размером 25x25x10 см (высота монолита определялась глубиной распространения корней, которая составляла на исследуемой территории не более 10 см) с отмывкой на ситах [9]. Влажность почвенного грунта измеряли влагомером МГ-44.

Проявление процесса первичного почвообразования, который, как правило, морфологически не выраженный или выраженный слабо, изучали методом аналитической фиксации косвенного показателя – содержание гумуса согласно ГОСТу 26213-8.

Результаты и их обсуждение. Территория исследования представляет собой экотон – переходную зону между сосновым лесом, который рос здесь до начала эксплуатационных работ, и техногенным озером. В связи с этим процессы самозарастания сопровождалась взаимопроникновением видов прибрежно-водных растений и растений влажных лесов. Подавляющее число видов в исследованной флоре приходится на растения, которые относятся к прибрежно-водной группе, что свидетельствует о достаточно активном процессе сингенетической сукцессии.

Вместе с тем, участки с разной степенью деваcтации имеют существенные различия в видовом многообразии, строении и продукции фитоценозов (табл. 1). Так, участки первой трансекты расположены на бедном песчаном грунте, который подвергается ветровой и водной эрозии, поэтому травяная растительность на них малоразвита. Фитоценоз представлен сосной обыкновенной, посадки которой были осуществлены после окончания эксплуатации карьера без предвари-

тельных рекультивационных работ. Отмечается пятнисто-зарослевая стадия освоения травянистыми породами. Склоновые участки 1–4 представлены древостоем из молодых сосен, подлесок здесь отсутствует, травяной ярус бедный. На участках 5–10 травяной ярус уже достаточно развит, на участках 3–4 образовался слабо развитый подлесок. Мозаичные проявления травянистой растительности и мха, по нашему мнению, связаны с особенностями микрорельефа экотона, поскольку в микроложбинах, формирующихся на разных расстояниях от уреза воды, создаются более благоприятные условия для их развития, в то время как с поверхности микровозвышенностей песчаных грунтов семена однолетних трав

могут смываться. Участки второй трансекты, в меньшей степени подвергшиеся разрушению, характеризуются сосновым древостоем с примесью ольхи черной, развитым подлеском и травяным ярусом, который на участках 1–2 незначительный, а на последующих участках увеличивается как по видовому составу, так и продукции.

Аккумулятором органики, который обеспечивает процесс почвообразования в лесах, является опад, связывающий обменными процессами фитоценоз и почву. Согласно табл. 1 структура опада существенно отличается как на участках вдоль одной трансекты, так и на идентичных участках двух трансект.

Таблица 1

Характеристика опада на участках трансект

№ участка	Расстояние от воды, м	Трансекта 1			Трансекта 2		
		Характеристика растительности	Состав опада	Масса опада, кг/м ²	Характеристика растительности	Состав опада	Масса опада, кг/м ²
1	2	3	4	5	6	7	8
1	10	Древостой сосны обыкновенной, подлесок отсутствует, травяной ярус незначительный	Трава, хвоя, шишки, ветки, кора	0,052	Древостой сосны обыкновенной, подлесок, травяной ярус малоразвит	Трава, листья, ветки, хвоя	0,244
2	20	Древостой сосны обыкновенной, подлесок отсутствует, травяной ярус незначительный	Трава, хвоя, шишки, ветки, кора	0,063	Древостой сосны обыкновенной, подлесок, травяной ярус	Трава, листья, ветки, хвоя, мох	0,251
3	30	Древостой сосны обыкновенной, подлесок отсутствует, травяной ярус незначительный	Трава, хвоя, шишки, ветки, кора	0,064	Древостой сосны обыкновенной, подлесок, травяной ярус	Трава, хвоя, шишки, ветки, мох	0,413
4	40	Древостой сосны обыкновенной, подлесок и травяной ярус малоразвиты	Трава, хвоя, ветки, шишки, кора, листья	0,058	Древостой сосны обыкновенной, подлесок, травяной ярус	Трава, хвоя, ветки, шишки, кора, листья	0,408

5	50	Древостой сосны обыкновенной, подлесок отсутствует, травяной ярус достаточно развит	Трава, хвоя, ветки, шишки, листья, мох	0,081	Древостой сосны обыкновенной, подлесок, травяной ярус	Трава, хвоя, ветки, шишки, листья, мох	0,447
6	60	Древостой сосны обыкновенной, подлесок хорошо развит, травяной ярус малоразвит	Трава, хвоя, шишки, листья, ветки, мох	0,148	Древостой сосны обыкновенной, подрост дуба, подлесок, травяной ярус	Трава, хвоя, шишки, желуди, листья, грибы	0,438
7	70	Древостой сосны обыкновенной, подлесок отсутствует, травяной ярус малоразвит	Трава, хвоя, ветки, кора, грибы, шишки, мох	0,194	Древостой сосны обыкновенной, подлесок, травяной ярус	Трава, хвоя, ветки, кора, грибы, шишки, мох	0,505
8	80	Древостой сосны обыкновенной, подлесок отсутствует, травяной ярус	Трава, хвоя, ветки, кора, шишки	0,201	Древостой сосны обыкновенной, подлесок, травяной ярус	Трава, хвоя, листья, ветки, шишки	0,584
9	90	Древостой сосны обыкновенной, подлесок отсутствует, травяной ярус	Трава, хвоя, кора, шишки, мох	0,271	Древостой сосны обыкновенной, подлесок, травяной ярус	Трава, хвоя, листья, ветки, шишки	0,606
10	100	Древостой сосны обыкновенной, подлесок отсутствует, травяной ярус	Трава, хвоя, кора, шишки	0,287	Древостой сосны обыкновенной, подлесок, травяной ярус	Трава, хвоя, листья, ветки, шишки	0,609

Наблюдается усложнение состава опада на участках от берега до лесного фитоценоза, который не подвергался влиянию карьера, причем на первой трансекте наиболее бедные по содержанию опада участки распространены на расстоянии до 40 м от уреза воды, на второй трансекте – до 20 м.

Масса опада на соответствующих участках второй трансекты в 2,1–7,0 раза больше, чем на аналогичных участках первой. Наибольший разрыв в 4,0–7,0 раза характерен для первой половины трансекты, граничащей с озером, что обусловлено меньшей интенсивностью фитогенеза на более девастированных участках, во второй половине он не превышает 2,1–2,9 раза. На обеих трансектах по мере удаления от водоема масса опада значительно увеличивается: на 82% – в первой трансекте и на 60% – во второй.

Травяной ярус вносит существенный вклад в формирование опада хвойных фитоценозов, в связи с чем определялись массы его надземной и подземной частей (табл. 2).

На пробных участках первой трансекты вклад надземной части фитомассы травяного яруса в опаде колеблется в диапазоне 26–56%, причем на участках 1–7 он составляет не более 26–38%. На участках, граничащих с лесным массивом и характеризующихся развитым травяным ярусом (8–10), этот показатель составляет 50–56%, что свидетельствует о значительной его роли в формировании опада в нарушенном карьерной деятельностью эдафотопе лесной экосистемы в условиях Малого Полесья. На участках второй трансекты вклад надземной части фитомассы травяного яруса в опаде более равномерный и составляет 39–55%.

Таблица 2

Фитомасса травяного яруса, кг/м²

№ участка	Трансекта 1		Трансекта 2	
	масса подземной части	масса надземной части	масса подземной части	масса надземной части
1	0,069	0,014	0,216	0,098
2	0,074	0,021	0,225	0,098
3	0,072	0,024	0,375	0,186
4	0,068	0,016	0,377	0,180
5	0,104	0,021	0,577	0,215
6	0,160	0,041	0,508	0,206
7	0,090	0,068	0,652	0,253
8	0,114	0,101	0,498	0,286
9	0,150	0,149	0,482	0,321
10	0,180	0,161	0,369	0,335
Среднее значение	0,108	0,062	0,428	0,218
Среднее значение фитомассы	0,170		0,646	

На участках 1–6 первой трансекты наблюдается значительное превышение массы подземной части травяного яруса над надземной в среднем в 4 раза, что характерно для степных экосистем [10], а также систем, подвергшихся техногенным деградациям [11]. На участках 7–10 это соотношение составляет 1,0–1,3 раза. Во второй трансекте превышение массы подземной части над надземной составляет 1,1–2,68 раза.

Видовой состав и динамика накопления фитомассы в большей степени определяются условиями увлажнения. Кроме того, влажность грунта является одним из важнейших абиотических факторов, влияющих на процессы трансформации опада в подстилку и далее вовлечение ее в процессы гумусообразования. Проведенные нами измерения относительной влажности грунта на участках двух трансект показали, что на более деградированных участках первой трансекты этот показатель меньше, чем во второй, что связано с меньшей водоудерживающей способностью песков, которые, согласно полученным данным, относятся к группе маловлажных (рис. 1). По мере удаления от берега влажность увеличивается и достигает значения, характерного для данной территории.

То есть, вероятно, увеличение влажности грунтов в прибрежной зоне в непосредственной близости от водоема не наблюдается за счет плохой водоудерживающей способности песков.

В начале второй трансекты относительная влажность несколько больше, чем в первой, и далее продолжает повышаться (рис. 2) несмотря

на удаление от техногенного озера, скорее всего, за счет удерживания влаги фитоценозом, характеризующимся трехъярусным строением с хорошо развитым подлеском и травяным покровом.

Это дает возможность утверждать про позитивный фитомелиоративный эффект на составляющие эдафотопы лесной растительности, образующейся в результате природного восстановления в экотонной зоне между лесом и озером. На расстоянии приблизительно 70 м от водоема его влияние начинает уменьшаться и в конце трансекты влажность становится такой же, как и в первой трансекте, и соответствует зональному значению. Варьирование относительной влажности на соседних участках вдоль каждой трансекты объясняется особенностями микрорельефа, образовавшегося в результате технологических операций во время эксплуатации, а также тем, что после окончания работы карьера планировка (выравнивание) прибрежной зоны не проводилась. Поэтому в микроложбинах влажность несколько больше, чем на микровозвышенностях.

Средообразующие свойства фитоценозов обуславливают инициирование первичных процессов почвообразования, являющихся ведущими в восстановлении нарушенных эдафотопов. Их проявление на первых этапах, как правило, морфологически слабо выражено, однако может диагностироваться путем фиксации косвенного показателя – содержания гумуса. Результаты определения среднего содержания гумуса в грунтах экотонной зоны представлены на рис. 3.

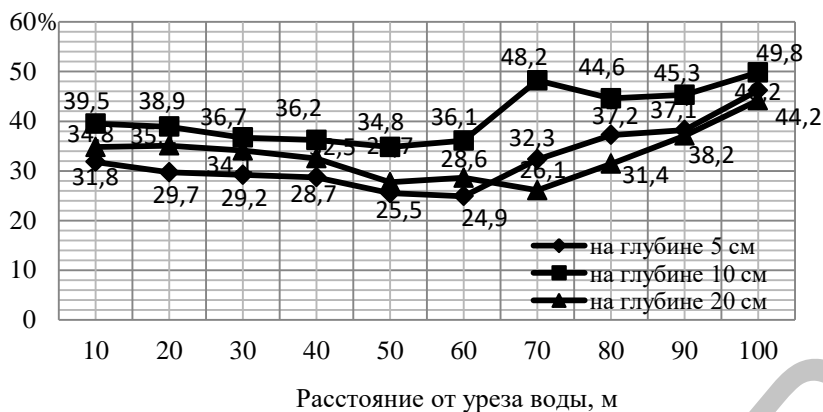


Рис. 1. Относительная влажность грунта на участках первой трансекты.

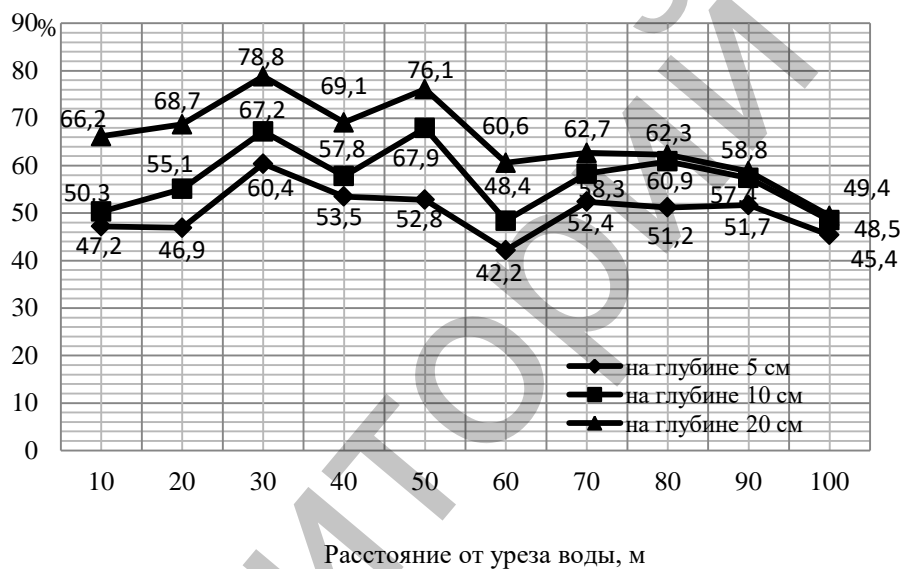


Рис. 2. Относительная влажность грунта на участках второй трансекты.

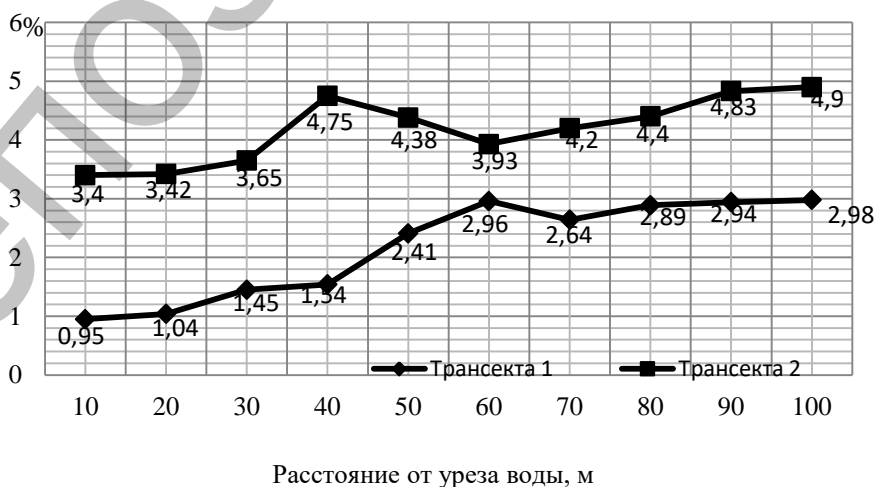


Рис. 3. Среднее содержание гумуса в грунтах.

Графическая интерпретация полученных данных свидетельствует о том, что с увеличением расстояния от техногенного озера содержание гумуса в целом увеличивается по двум трансектам, при этом более интенсивно процесс начинается с четвертого участка, что говорит о наиболее значительном техногенном воздействии и глубокой деградации на территории до 40 м по периметру водоема от уреза воды.

В то же время на соответствующих участках второй трансекты содержание гумуса в 1,3–3,6 раза больше, чем на участках первой, что согласовывается с данными по составу и массе опада. Так как в первой трансекте подлесок практически отсутствует, а травяной ярус мало развит, то и поступление органического вещества с опадом ограничено. Кроме того, неблагоприятными являются условия его деструкции, поскольку влажность на этих участках относительно небольшая.

Заключение. Восстановление эдафотопов лесных экосистем Малого Полесья, пострадавших от добычи песка в условиях водного карьера земснарядами, осуществляется в результате сингенетических процессов накопления растительного вещества и гумусообразования. При этом формирование растительного и почвенного покрова на исследуемых нарушенных участках происходит под влиянием окружающих высокопродуктивных лесных экосистем, являющихся банком семян.

Полученные данные свидетельствуют о прямой зависимости содержания гумуса, значение которого колеблется от 0,95 до 2,98 мг/кг для первой трансекты и 3,4–4,9 мг/кг – для второй, от структуры и количества опада. На участках от берега до лесного фитоценоза, который не подвергался влиянию карьера, наблюдается усложнение состава опада и увеличение его массы до 82% на первой трансекте и до 60% – на второй. В формировании опада существенный вклад вносит травяной ярус.

Проведенные нами измерения относительной влажности грунта на участках двух трансект показали, что на более деградированных участках

первой трансекты этот показатель меньше, чем во второй трансекте, что связано с меньшей водоудерживающей способностью песков, которые согласно полученным данным, относятся к группе маловлажных.

Таким образом, сравнение процессов гумусообразования на участках с различной степенью деградации дает возможность прогнозировать его интенсификацию при постепенном формировании травяного яруса, положительно влияющего как на количество опада, так и на условия его разложения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чиж, О. Природа Малого Полесья: своєрідність та проблеми охорони / О. Чиж // *Наук. записки Тернопільськ. нац. пед. ун-ту імені В. Гнатюка*. – 2010. – № 1. – С. 144–148.
2. Кучерявий, В.П. Фітоценотична структура сосняків Малого Полесья / В.П. Кучерявий, К.С. Брунець, Р.І. Мисяк, В.В. Попович // *Наук. вісн. НЛТУ України*. – 2010. – Вип. 20.14. – С. 18–21.
3. Петрова, Л.М. Структурне різноманіття лісів Малого Полесья / Л.М. Петрова, С.В. Петров, І.М. Пацура // *Наук. вісн. НЛТУ України*. – 2008. – Вип. 18.8. – С. 80–87.
4. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2010 році / Ю.І. Бистрякова, А.І. Сташук. – К.: Центр екологічної інформації, 2011. – 254 с.
5. Міронова, Н.Г. Еколого-морфологічна характеристика техногенних озер східної частини Малого Полесья / Н.Г. Міронова // *Наук. вісн. НЛТУ України*. – 2011. – Вип. 21.15. – С. 86–90.
6. Абакумов, Е.В. Гумусовое состояние почв заброшенных карьерно-отвалных комплексов Ленинградской области / Е.В. Абакумов, Э.И. Гагарина // *Почвоведение*. – 2008. – № 3. – С. 287–298.
7. Пуртова, Л.Н. Запасы растительного органического вещества и процессы гумусонакопления в почвах техногенных ландшафтов на юге Приморья / Л.Н. Пуртова, Л.А. Сибирина, О.В. Полохин // *Фундаментальные исследования. Биологические науки*. – 2012. – № 3. – С. 535–538.
8. Kowalik, S. Symptomy rozwoju procesu glebotwórczego pod młodymi zalesieniami rekultywacyjnymi na spustoszeniu wyrobiska Kopalni Piasku «Szcakowa» / S. Kowalik, J. Wójcik // *Inżynieria środowiska*. – 2005. – Т. 10. – З. 2. – 2005. – С. 185–194.
9. Родин, Л.Е. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах / Л.Е. Родин, Н.П. Ремезов, Н.И. Базилевич. – Л.: «Наука», 1967. – 145 с.
10. Якутин, М.В. Запасы углерода в подземной фитомассе, микробиомассе и гумусе сухих степей Убсунурской котловины / М.В. Якутин, И.П. Романова // *Глобальный мониторинг и Убсунурская котловина*. – М.: Интеллект, 1996. – С. 30–33.
11. Швабенланд, И.С. Структура и запасы лабильного органического вещества на отвалах вскрышных пород Изыхского каменноугольного месторождения Республики Хакасия / И.С. Швабенланд // *Технические науки в России и за рубежом: материалы II Междунар. науч. конф., Москва, нояб. 2012 г.* – М., 2012. – С. 158–161.

Поступила в редакцию 14.10.2013. Принята в печать 19.11.2013
Адрес для корреспонденции: e-mail: mironova72@mail.ru – Мironova Н.Г.