



БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 630.181.351

*М.А. Яковченко, В.А. Ермолаев,
А.А. Косолапова, Д.Н. Аланкина*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВЕННО-АГРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*М.А. Yakovchenko, V.A. Ermolaev,
A.A. Kosolapova, D.N. Alankina*

THE STUDY OF SOIL AGROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF ZONE SOILS OF COAL-MINING ENTERPRISES OF KEMEROVO REGION

Яковченко М.А. – канд. хим. наук, доц., и. о. зав. каф. природообустройства и химической экологии Кемеровского государственного сельскохозяйственного института, г. Кемерово. E-mail: mara.2002@mail.ru

Ермолаев В.А. – д-р техн. наук, проф. каф. природообустройства и химической экологии Кемеровского государственного сельскохозяйственного института, г. Кемерово. E-mail: ermolaevvla@rambler.ru

Косолапова А.А. – ассист., зав. лаб. каф. природообустройства и химической экологии Кемеровского государственного сельскохозяйственного института, г. Кемерово. E-mail: mara.2002@mail.ru

Аланкина Д.Н. – асп. каф. природообустройства и химической экологии Кемеровского государственного сельскохозяйственного института, г. Кемерово. E-mail: alankina92@mail.ru

Yakovchenko M.A. – Cand. Chem. Sci., Assoc. Prof., Acting Head, Chair of Environmental Engineering and Chemical Ecology, Kemerovo State Agricultural Institute, Kemerovo. E-mail: mara.2002@mail.ru

Ermolaev V.A. – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Environmental Engineering and Chemical Ecology, Kemerovo State Agricultural Institute, Kemerovo. E-mail: ermolaevvla@rambler.ru.

Kosolapova A.A. – Asst, Head, Lab., Chair of Environmental Engineering and Chemical Ecology, Kemerovo State Agricultural Institute, Kemerovo. E-mail: mara.2002@mail.ru

Alankina D.N. – Post-Graduate Student, Chair of Environmental Engineering and Chemical Ecology, Kemerovo State Agricultural Institute, Kemerovo. E-mail: alankina92@mail.ru

В статье изложены результаты исследования почвенно-агрохимических характеристик зональных почв (июнь 2016 г.). По результатам исследования участков угольного разреза территории ООО «Шахта № 12» г. Киселевска Кемеровской области выявлено, что поверхность почвенного покрова участков № 1 и № 3 представлена глубокодерновыми

*глубоко- и мелкоподзолистыми тяжелосуглинистыми почвами, а участка № 2 – светло-серыми неразвитоскелетными легкосуглинистыми почвами. Гранулометрический состав представлен крупновато-пылеватым иловатым тяжелым суглинком и суглинком легким. Вся территория исследуемых участков поля залесена березой повислой (*Betula pendula*),*

образующей сомкнутой древостой, по краю поля обширные заросли караганы (*Caragana pugnata*). Анализ данных испытаний показывает, что содержание гумуса в верхнем почвенном горизонте А 3,1–6,2 %, с глубиной резко падает. В переходном горизонте ВС обнаружены лишь следы гумуса. Содержание валового фосфора в почве низкое (0,13 %), с глубиной резко падает. Содержание валового калия среднее по всему профилю, а содержание азота по всем участкам варьирует от 0,12 до 0,48 %, что несомненно связано с природно-климатическим расположением участков в местности. Реакция почвенного раствора – от слабо- до сильнокислой в нижних горизонтах. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвенных образцах не превышает ПДК (мг/кг) их содержания в почве с учетом классификации Кларка. Таким образом, выявлено, что плодородный слой почвы (ПСП) исследуемых участков вблизи действующего угольного разреза характеризуется как плодородный, но не пригоден для снятия и складирования, поскольку поверхность всего исследуемого поля территории предприятия разреза «Шахта № 12» сильно залесена, измята, с промоинами и имеется много бурелома.

Ключевые слова: рекультивация, зональные почвы, гранулометрический состав, гумус, тяжелые металлы, кислотность, субстрат.

*In the study the results of soil and agrochemical characteristics of zone soils research were stated (June, 2016). By the results of research of sites of coal mine of the territory of JSC 'Mine No. 12' of Kiselevsk, Kemerovo Region it was revealed that the surface of a soil cover of sites No. 1 and No. 3 was presented by deep-cespitose deep and thin sod-podzolic heavy loam soils, and site No. 2 was represented by light gray undeveloped skeleton sandy loam soils. The particle size distribution was presented by rather large and dusty silty heavy loam and loam to light. The whole territory of the studied sites of the field was occupied by the birch (*Betula pendula*) forming close forest stands on the edge of the field extensive thickets of the caragana (*Caragana pugnata*). The analysis of these tests shows that the maintenance of humus in the top soil horizon A was 3.1–6.2 %, with depth sharply*

falls. In the transitional horizon of VS only humus traces were found. The content of gross phosphorus in the soil was low (0.13 %), with sharply falling depth. The content of gross potassium was an average on the whole profile, and the content of nitrogen on all sites varied from 0.12 to 0.48 % which was undoubtedly connected with climatic arrangement of sites in the district. The reaction of soil solution was from weak to strongly acid in lower horizons. The maintenance of mobile forms of heavy metals in soil samples did not exceed maximum concentration limit (mg/kg) of their contents in the soil taking into account Clark's classification. Thus, it was revealed that fertile layer of earth (FLE) of the studied sites near operating coal mine was characterized as fertile, but not suitable for removal and storing as the surface of the whole studied field of the territory of the enterprise of Mine No. 12 coal mine strongly wooded, crumpled, with gullies and with a lot of windbreak.

Keywords: *recultivation, zone soils, particle size, humus, heavy metals, acidity, substratum.*

Введение. В Кемеровской области сосредоточены огромные запасы каменного угля (524,4 млрд т). Общая площадь Кузнецкого бассейна насчитывает 27 тыс. км². В настоящее время добычу угля в регионе ведут более 50 шахт и 30 угольных разрезов, которыми в 2015 году было добыто более 310 млн т. Добыча угля сопровождается существенным экологическим ущербом. За один только год в Кузбассе уничтожается около 5 800 га лесов, лугов и полей, на месте которых возникают карьерные выемки, отвалы горной породы, технологические дороги, отстойники и т.д. [1, 2].

Поэтому важной проблемой для территории Кемеровской области, безусловно, следует считать восстановление хозяйственной и экологической ценности нарушенных горнодобывающей деятельностью земель.

Отвалы и карьеры, часто расположенные вблизи и внутри населенных пунктов, сокращают зеленое кольцо вокруг городов, загрязняют окружающую среду и тем самым ухудшают условия жизни людей. Территории, находящиеся в непосредственной близости к карьерам, со временем становятся непригодными для жизни [3].

К негативным последствиям открытых разработок относится изъятие значительных зе-

мельных площадей из сельскохозяйственного оборота и их нарушение, изменение гидрогеологических условий района, развитие эрозионных процессов, а также перемешивание пород с выносом на поверхность неплодородных и даже токсичных пород [4, 5].

Процесс восстановления нарушенных земель называется рекультивацией, то есть комплекс мероприятий, направленных на восстановление продуктивности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды.

Основной задачей биологической рекультивации является формирование почвенного слоя, оструктурирование почвы, накопление гумуса и питательных веществ [6, 7].

С момента проведения биологической рекультивации нарушенных земель в них начинают проявляться сложные процессы, совокупность действия которых обуславливает направленность и интенсивность возникающего почвообразования при активном участии растений и микроорганизмов [8, 9].

В этой связи проблема загрязнения и утраты почвенного плодородия становится актуальной для территорий так называемых экологически неблагоприятных регионов, к числу которых можно отнести Кемеровскую область.

Цель работы. Исследование агрохимических характеристик ненарушенных почв, прилегающих к породным отвалам угольных разрезов и определение их качества.

Задачи исследований: определить генетические горизонты исследуемых грунтов; изучить гранулометрический состав почвы, видовой состав растительных сообществ исследованной территории, агрохимические показатели исследуемых грунтов.

Материалы и методы исследований. Угольный разрез ООО «Шахта № 12» – действующее угледобывающее предприятие, находится в г. Киселевске Кемеровской области. На севере к территории предприятия примыкает закрытая шахта «Краснокаменная», на западе – ООО «Участок Коксовый», на юге – поле закрытой шахты «Черкасовская». Район имеет развитую инфраструктуру: подъездные пути, погрузочные тупики, электрические подстанции и т.п.

Проектная мощность шахты составляет 1 млн тонн угля в год. Балансовые запасы – 76 млн тонн угля. В настоящее время добыча угля производится как подземным способом (на глубине 250–350 м), так и открытым – имеется производственный участок по добыче угля открытым способом.

В состав предприятия входят участки подземных работ, открытых горных работ, дробильно-сортировочный комплекс (ДСК), центральный и промежуточный склады угля, технологические дороги, котельная, механический цех, гараж, вентиляционные стволы, дегазационные установки.

Производственная деятельность подразделений предприятия осуществляется на земельных участках, арендуемых у муниципалитета. ООО «Шахта № 12» является одним из градообразующих предприятий г. Киселевска. Количество работающих на шахте № 12 составляет 1755 человек.

Расстояние от границы земельного отвода до границы ближайших жилых районов г. Киселевска составляет:

- в северном направлении – район «Афонино» – 90 м;
- в северо-восточном направлении – район «Бойня» – 100 м;
- в восточном направлении – район «Зеленая Казанка» и п. Шахта № 12 – 100 и 20 м соответственно;
- в южном направлении – район «Суртаиха» – 290 м.

Климат района резко континентальный. Наиболее низкие температуры наблюдаются в декабре и январе. Абсолютный минимум в это время достигает $-43,9^{\circ}\text{C}$, а в отдельные зимы – $-50...-54^{\circ}\text{C}$.

Устойчивый снежный покров удерживается от начала ноября до конца апреля, а по северным склонам – до середины мая. Мощность снежного покрова на северных склонах логов достигает 2 м. Наиболее жарким месяцем является июль, среднемесячная температура которого повышается до $+19,4^{\circ}\text{C}$, при максимальной $+36,7^{\circ}\text{C}$.

Среднегодовая сумма осадков составляет 400–700 мм. Господствующими ветрами в районе являются южные и юго-западные. Ветры этих направлений имеют максимальную ско-

рость 17–24 м/с, среднегодовую скорость – 4,9–5,2 м/с.

Согласно почвенно-географическому районированию Кемеровской области, территории земельных участков угольного разреза шахты № 12 расположены в юго-западной части Кузнецкого Алатау, входят в группу Е – Кузнецко-Алатаусский высотный почвенный округ с четырьмя поясами вертикальной почвенной зональности.

Зональный почвенный покров почвенно-географического района, включая участок проведения экологических изысканий по фондовым материалам и по материалам почвенной карты Кемеровской области, представлен зональными типами и подтипами почв для данного почвенно-географического района:

- дерново-среднеподзолистые;
- горно-дерново-подзолистые;
- светло-серые лесные;
- серые лесные.

Почва, как всякое природное тело, обладает суммой внешних признаков – морфологией. Наиболее важным морфологическим признаком почвы является внешнее строение ее генетиче-

ских горизонтов, составляющих почвенный профиль [10].

На исследуемом участке вблизи действующего предприятия разреза шахты № 12 были заложены почвенные разрезы: участок № 1, участок № 2, участок № 3. Отбор проб образцов для агрохимического анализа был проведен в июне 2016 года в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» [11].

Результаты и их обсуждение

Участок № 1. Площадь 47 га. Рельеф: склон северной экспозиции (5–7°). Поверхность измятая, по ложинам промоины. Кочки растительного происхождения, муравейники (рис. 1). Почвообразующая и подстилающая порода: тяжелые бурые бескарбонатные покровные суглинки и глины. Почва: глубокодерновая глубокоподзолистая тяжелосуглинистая.

В профиле почвы выделяются следующие почвенные горизонты: А₁ – А₂ – А₂В – В – ВС – С (рис. 2, табл. 1).



Рис. 1. Общий вид ландшафта



Рис. 2. Почва – глубокодерновая (участок №1) глубокоподзолистая тяжелосуглинистая

Таблица 1

Почвенные горизонты участка № 1

A ₁ -0-18	Сухой, серый, по гранулометрическому составу тяжелосуглинистый, мелкокомковатой структуры, рыхлый, обилие корней растений, переход заметный по плотности
A ₂ -18-25	Сухой, белёсо-серый, тяжелосуглинистый, структура комковато-слоистая с белёсой присыпкой, уплотнен, единичные корни растений, переход заметный по плотности
A ₂ B-25-40	Свежий, светло-бурого цвета с белёсым оттенком, тяжелосуглинистый, крупноореховатый с заметной кремнезёмистой присыпкой, плотный, единичные корни, переход постепенный
B-40-61	Увлажнен, светло-коричневый, тяжелосуглинистый, структура крупнопризмовидная, очень плотный, переход постепенный по окраске
BC-61-90	Увлажнен, светло-бурый, тяжелосуглинистый, комковатый, плотный, постепенный
C-90-154	Увлажнен, светло-коричневый, тяжелосуглинистый, бесструктурный, плотный, карбонатный горизонт не вскрыт

По классификации и диагностике почв (1977 г.) название почв по гранулометрическому составу даётся по верхнему гумусовому горизонту почвы.

Видовой состав растительных сообществ исследованной территории участка № 1 поля шахты № 12 представлен 37 видами 21 семейства. Территория залесена, преобладают береза повислая (*Betula pendula*) с единичными представителями *Picea abies*, черемуха обыкновенная (*Padus avium*), калина обыкновенная (*Viburnum opulus*, *Acer negundo*), малина обыкновенная

(*Rubus idaeus*). Значительная часть травянистой растительности представлена многолетниками [11, 12].

Участок № 2. Площадь 6,5 га. Почвенный разрез № 2. Рельеф: склон южной экспозиции (4–6°). Поверхность ровная, встречаются западины. Почвообразующая и подстилающая порода: каменные россыпи (уронники). Почва светло-серая оподзоленная неразвитоскелетная.

В профиле почвы выделяются следующие почвенные горизонты: A₁ – B – BC – C_c (табл. 2).

Таблица 2

Почвенные горизонты участка № 2

A ₁ -0-14	Сухой, серый, среднесуглинистый, мелкоореховатой структуры, рыхлый, обилие корней растений, переход заметный по цвету и включению скелетной породы
B 14-32	Сухой, серый, неоднородно окрашенный, среднесуглинистый, структура пылеватого-комковато-рассыпчатый, рыхлый, твердые включения в форме алевритов и др., переход постепенный
BC-32-63	Сухой, буро-серый с коричневыми включениями, комковато-рассыпчатый, рыхлоплотный, твердые включения в форме мелких и крупных алевритов, переход заметный по плотности
C _c -63 см	Сухой, смесь твердых включений в форме мелких и крупных алевритов с песком и глиной

Растительность участка № 2 представлена 30 видами 16 семейств. Вся территория поля залесена березой повислой (*Betula pendula*), образующей сомкнутый древостой, по краю поля обширные заросли караганы (*Saragana rugosa*) [11, 12].

Участок № 3. Площадь 4,5 га. Рельеф: склон увала северной – северо-восточной экспозиции

(4–6°). Поверхность изрезана ложбинами и западинами. Почвообразующая и подстилающая порода: тяжелые бурые бескарбонатные покровные суглинки и глины. Почва глубоководная мелкоподзолистая тяжелосуглинистая.

В профиле почвы выделяются следующие почвенные горизонты: A₁ – A₁A₂ – B – BC – C (табл. 3).

Почвенные горизонты участка № 3

A ₁ -0-26	Сухой, серый, тяжелосуглинистый, комковато-ореховатой структуры, рыхлый, обилие корней древесных и травянистых растений, переход заметный по структуре
A ₁ A ₂ -26-37	Сухой, серый, тяжелосуглинистый, структура комковато-пластинчатая, рыхло-плотный, корни растений, переход заметный по плотности
B-37-51	Увлажнен, буро-серый, тяжелосуглинистый, крупно-комковато-призмовидный, присыпка кремнезёма (SiO ₂), плотный, переход постепенный
BC-51-80	Увлажнен, бурый, тяжелосуглинистый, структура призмовидно-комковатая, плотный, переход постепенный
C-80 -130	Влажный, буро-коричневый, тяжелосуглинистый, бесструктурный, плотный, в верхней части горизонта оржавление, в нижней оглеение

Растительность участка № 3 представлена 30 видами 16 семейств. Вся территория поля залесена березой повислой (*Betula pendula*), образующей сомкнутый древостой, по краю поля обширные заросли караганы (*Caragana pugnata*) [11,12].

Согласно классификации и данным анализа по методу Н.А. Качинского, гранулометрический состав среднедерновых мелкоподзолистых почв участков № 1, № 2, № 3 поля шахты № 12 представлен в таблице 4.

Таблица 4

Гранулометрический состав участков по методу Н.А. Качинского

Номер участка	Почва	Содержание фракций, %	
		Мелкий песок	Пыль
1	Крупновато-пылеватый иловатый тяжелый суглинок	15,3	39,4
2	Суглинок легкий	14,3	30,3
3	Крупновато-пылеватый иловатый тяжелый суглинок	15,3	39,4

Обеспеченность почв основными элементами питания определяли в соответствии с ГОСТ 26204-91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора, калия и азота по методу Чирикова в модификации ЦИНАО» [13, 14]. Результаты испытаний представлены в таблице 5.

Реакцию почвенного покрова в верхнем горизонте 0–14 см определяли в соответствии с ГОСТ 26483-85 «Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО» [15–17]. Результаты испытаний представлены в таблице 5.

Таблица 5

Агрохимические показатели участков

Номер участка	Гумус, %	pH	Содержание элементов питания		
			Азот, %	Фосфор, %	Калий, мг/кг
1	6,2	5,8	0,48	0,13	50,2
2	3,1	5,2	0,31	0,13	50,0
3	5,0	5,6	0,12	0,13	48,2

Выводы. По результатам исследования участков угольного разреза территории ООО

«Шахта №12» г. Киселевска Кемеровской области сделано следующее заключение:

1. Изучение генетических горизонтов выявило, что поверхность почвенного покрова участков № 1 и № 3 представлена глубокодерновыми глубоко- и мелкоподзолистыми тяжелосуглинистыми почвами, а участка № 2 – светло-серыми неразвитоскелетными легкосуглинистыми почвами.

2. Согласно классификации и данным анализа, гранулометрический состав по методу Н.А. Качинского среднедерновых мелкоподзолистых почв участков № 1, № 2, № 3 поля шахты № 12 представлен крупновато-пылеватым иловатым тяжелым суглинком и суглинком легким.

3. Вся территория исследуемых участков поля залесена березой повислой (*Betula pendula*), образующей сомкнутый древостой, по краю поля обширные заросли караганы (*Saragana rugosa*).

4. Анализ данных испытаний показывает, что содержание гумуса в верхнем почвенном горизонте А – 3,1–6,2 %, с глубиной резко падает. В переходном горизонте ВС обнаружены лишь следы гумуса. Содержание валового фосфора в почве низкое (0,13%), с глубиной резко падает. Содержание валового калия среднее по всему профилю, а содержание азота по всем участкам варьирует от 0,12 до 0,48 %, что несомненно связано с природно-климатическим расположением участков в местности. Реакция почвенного раствора – от слабо- до сильнокислой в нижних горизонтах. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвенных образцах не превышает ПДК (мг/кг) их содержания в почве с учетом классификации Кларка.

Таким образом, выявлено, что плодородный слой почвы (ПСП) исследуемых участков вблизи действующего угольного разреза характеризуется как плодородный, но не пригоден для снятия и складирования, поскольку поверхность всего исследуемого поля территории предприятия разреза «Шахта №12» сильно залесена, измята, с промоинами и имеется много бурелома [18].

Литература

1. *Артемьев В.Б.* Основные положения стратегии развития угольной промышленности России // Уголь. – 2004. – № 2. – С. 3–7.
2. Депутатские слушания «О проблемах нарушенных земель в Кемеровской области». – Кемерово, 2006. – 80 с.

3. *Андроханов В.А., Куляпина В.Д.* Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – С. 50–51.
4. *Геозология угледобывающих районов Кузбасса / В.П. Потапов, В.П. Мазюкин, Е.Л. Счастливцев [и др.].* – Новосибирск: Наука, 2005.
5. *Просяникова О.И.* Антропогенная трансформация почв Кемеровской области. – Кемерово: ИИО Кемеров. ГСХИ, 2005. – 300 с.
6. *Yakovchenko M.* The Study of Soil Protection in the Sistem of the Cultivated Lands of Kemerovo Region // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 91(2015)012078 doi:10.1088/1757-899x/91/1/012078.
7. *Růžek L.* Chemical and biological characteristics of reclaimed soils in the Most region (Czech Republic) // Plant Soil Environ. – 2003. – 49(8). – P. 346–351.
8. *Micanova O.* Utilization of Microbial Inoculation and Compost for Revitalization of Soils // Soil and Water Res. – 2009. – 4(3). – P. 126–130.
9. *Zhongqiu Zhao.* Soils development in opencast coal mine spoils reclaimed fo 1–13 years the West-Northern Loess Plateau of China // European Journal of Soil Biology. – 2013. – V. 55. – P. 40–46.
10. ГОСТ 17.5.1.03-86. Охрана природы Земли. – М.: Изд-во станд., 1984. – 72 с.
11. *Куминова А.В.* Растительность Кемеровской области. – Новосибирск, 1950. – 165 с.
12. Определитель растений Кемеровской области / под ред. *И.М. Красноборова.* – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 164 с.
13. ГОСТ 26204-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО. – М.: Изд-во станд., 1992. – 78 с.
14. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. – М.: Изд-во станд., 1992. – 101 с.
15. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. – М.: Изд-во станд., 1985. – 68 с.
16. ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. – М.: Изд-во станд., 1986. – 78 с.
17. ГОСТ 17.4.1.02-83. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. – М.: Изд-во станд., 1984. – 95 с.

18. Егоров В.В. Некоторые вопросы повышения плодородия почв. – М.: Наука, 1981. – 131 с.

Literatura

1. Artem'ev V.B. Osnovnye položhenija strategii razvitija ugol'noj promyshlennosti Rossii // Ugol'. – 2004. – № 2. – S. 3–7.
2. Deputatskie slushanija «O problemah narushennyh zemel' v Kemerovskoj oblasti». – Kemerovo, 2006. – 80 s.
3. Androhanov V.A., Kuljapina V.D. Pochvy tehnogennyh landshaftov: genezis i jevoljucija. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2004. – S. 50–51.
4. Geojekologija ugledobyvajushhih rajonov Kuzbassa / V.P. Potapov, V.P. Mazikin, E.L. Schastlivcev [i dr.]. – Novosibirsk: Nauka, 2005.
5. Prosjannikova O.I. Antropogennaja transformacija pochv Kemerovskoj oblasti. – Kemerovo: IIO Kemerov. GSHI, 2005. – 300 s.
6. Yakovchenko M. The Study of Soil Protection in the Sistem of the Cultivated Lands of Kemerovo Region // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 91(2015)012078 doi:10.1088/1757-899x/91/1/012078.
7. Růžek L. Chemical and biological characteristics of reclaimed soils in the Most region (Czech Republic) // Plant Soil Environ. – 2003. – 49(8). – P. 346–351.
8. Micanova O. Utilization of Microbial Inoculation and Compost for Revitalization of Soils // Soil and Water Res. – 2009. – 4(3). – P. 126–130.
9. Zhongjiu Zhao. Soils development in opencast coal mine spoils reclaimed fo 1-13 years the West-Northern Loess Plateau of China // European Journal of Soil Biology. – 2013. – V. 55. – P. 40–46.
10. GOST 17.5.1.03-86. Ohrana prirody Zemli. – M.: Izd-vo stand., 1984. – 72 s.
11. Kuminova A.V. Rastitel'nost' Kemerovskoj oblasti. – Novosibirsk, 1950. – 165 s.
12. Opredelitel' rastenij Kemerovskoj oblasti / pod red. I.M. Krasnoborova. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2001. – 164 s.
13. GOST 26204-91. Pochvy. Opredelenie podvizhnyh soedinenij fosfora i kalija po metodu Chirikova v modifikacii CINAО. – M.: Izd-vo stand., 1992. – 78 s.
14. GOST 26213-91. Pochvy. Metody opredelenija organicheskogo veshhestva. – M.: Izd-vo stand., 1992. – 101 s.
15. GOST 26483-85. Pochvy. Prigotovlenie solevoj vytjazhki i opredelenie ee pH po metodu CINAО. – M.: Izd-vo stand., 1985. – 68 s.
16. GOST 26951-86. Pochvy. Opredelenie nitratov ionometricheskim metodom. – M.: Izd-vo stand., 1986. – 78 s.
17. GOST 17.4.1.02-83. Pochvy. Klassifikacija himicheskikh veshhestv dlja kontrolja zagrzaznenija. – M.: Izd-vo stand., 1984. – 95 s.
18. Egorov V.V. Nekotorye voprosy povyshenija plodorodija pochv. – M.: Nauka, 1981. – 131 s.