

МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ОТВАЛАХ КОРКИНСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА

Л. А. СЕНЬКОВА, доктор биологических наук, профессор,
Л. В. ГРИНЕЦ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Уральский государственный аграрный университет
(620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42; тел.: +7 902 500-80-74)

Ключевые слова: почва, рекультивация, мониторинг земель, чернозем, эмбриозем, морфологические признаки почв, плодородие.

Исследование посвящено анализу состояния земель отвала Коркинского угольного разреза, расположенного на промышленной территории Челябинской области. Мониторинг состояния техногенных ландшафтов вблизи мегаполисов имеет актуальное природоохранное и санитарно-гигиеническое значение. Использовались полевые и камеральные методы исследований. Представлены данные по составу и свойствам исходного и современного состояния компонентов природной системы территории по добыче бурого угля открытым способом после проведения биологического этапа рекультивации. Выявлено, что вскрышные горные породы имеют высокую степень химического и биологического выветривания. Профиль эмбриозема имеет начальную стадию дифференциации на горизонты. Достаточно высокие содержание гумуса и микробиологическая активность в нем свидетельствуют об интенсивном течении гумусово-аккумулятивного процесса по зональному черноземному типу. Степень его развития на первых трех рекультивированных террасах отвала различна. Почвенно-экологические индексы (ПЭи) и баллы бонитета эмбриоземов по сравнению с черноземом прилегающей к карьеру территории остаются низкими. Для более эффективного прохождения биологического этапа рекультивации необходимо ограничение или полный запрет выпаса скота до завершения рекультивации. Для обеспечения благоприятного экологического состояния объекта рекультивации, сокращения его неблагоприятного воздействия на окружающую среду необходимо провести рекультивацию на всех террасах отвалов.

MONITORING THE ECOLOGICAL CONDITION OF SOILS ON THE ADVANCED DUMPS OF THE KORKINO COAL CUT

L. A. SENKOVA, doctor of biological sciences, professor,
L. V. GRINETS, candidate of agricultural sciences, associate professor,
Ural State Agrarian University
(42 K. Liebknehta Str., 620075, Ekaterinburg)

Keywords: soil, recultivation, land monitoring, black soil, embryonic soil, morphological signs of soil, fertility.

The study is devoted to the analysis of the state of land dump Korkinskiy coal mine, located on the industrial territory of the Chelyabinsk region. Monitoring the state of technogenic landscapes near megalopolises is of current environmental and sanitary-hygienic importance. Used field and laboratory research methods. The data on the composition and properties of the initial and current state of the components of the natural system of the territory for the extraction of brown coal by the open method after the biological stage of recultivation is presented. It is revealed that overburden rocks have a high degree of chemical and biological weathering. The embryonic soil profile has an initial stage of differentiation into horizons. The fairly high content of humus, microbiological activity in it indicate the intensive flow of humus-accumulative process in it along the zonal black soil type. The degree of its development in the first three reclaimed terraces of the blade is different. Soil-ecological indices and bonitet scores of embryonic soils, compared with the black soil adjacent to the quarry, remain low. For more effective passage of the biological stage of reclamation, it is necessary to limit or completely prohibit cattle grazing until the reclamation is completed. To ensure a favorable ecological condition of the object of recultivation, to reduce its adverse impact on the environment, it is necessary to carry out recultivation on all terraces of dumps.

Введение

Во всем мире все большую опасность для природной среды представляет промышленная деятельность человека, проявляющаяся главным образом в местах добычи и обогащения полезных ископаемых [1]. Особенно заметные нарушения и разрушения естественных ландшафтов отмечаются при добыче полезных ископаемых открытым способом, отсыпке на поверхность вскрышных и вмещающих пород. Экологическая проблема заключается в постоянном росте объемов таких пород в породных отвалах, изъятия и нарушения земель, особенно сельскохозяйственного назначения и охраны земельных ресурсов [2].

К настоящему времени в России площадь нарушенных земель превышает 1 млн га [3]. Нарушенными считаются земли, утратившие свою природно-хозяйственную первоначальную ценность и, как правило, являющиеся источником отрицательного воздействия на среду обитания. Продуктивность биосферы зависит от нормального функционирования почвенного покрова.

Рекультивация – это не просто засыпка горных выработок, а создание благоприятных условий для быстрого восстановления плодородия почв. Велико значение восстановления нарушенных земель в регионах с ценными земельными ресурсами, использование которых влияет на их народнохозяйственное развитие.

Угольная промышленность всегда являлась одной из базовых отраслей экономики России. Примером такой территории по добыче бурого угля является Челябинская область с высокоразвитой тяжелой промышленностью. Рекультивация техногенно-нарушенных земель вблизи таких мегаполисов имеет природоохранное и санитарно-гигиеническое значение. Поэтому восстановление разрушенных участков почвенного покрова является экологической необходимостью.

Рекультивацию проводят поэтапно. После завершения горнотехнических работ завершающим (третьим) биологическим этапом предусмотрено восстановление почвенного покрова. Работы последнего этапа выполняются в зависимости от предполагаемого использования рекультивированных земель [4].

Международное общество по восстановлению окружающей среды требует через два года после проведения рекультивации создания самоподдерживающейся системы растительного ценоза. Однако в основных угледобывающих регионах таких территорий очень мало, и роль мониторинга за состоянием техногенно-нарушенных земель остается актуальной [5, 6].

Цель и методика исследований

Исследования проведены в наиболее промышленной части России – Челябинской области, на от-

валах крупнейшего техногенного объекта – Коркинского угольного разреза.

Цель работы – дать оценку состояния биологического этапа рекультивации отвалов Коркинского угольного разреза и прогноз развития почвообразовательного процесса. В задачи входило изучение исходного и современного состояния компонентов природной системы с особым вниманием к почвенному покрову и вскрышным горным породам. Мониторинг биологического этапа рекультивации его отвалов позволит объективно оценить качество восстанавливаемых почв.

Исследования проведены с использованием полевых и камеральных методов. Полевой экспедиционный метод заключался в морфологическом описании вскрышных горных пород, молодых почв отвалов и зональных черноземов, прилегающих к карьере. Изучена микробиологическая активность этих объектов методом закладки льняного полотна [7].

В лабораторных условиях изучены физические и агрохимические свойства почв по общепринятым методикам. Расчетными методами определены баллы бонитета и почвенно-экологические индексы [8].

Результаты исследований

Коркинский угольный – самый глубокий в Европе и второй в мире угольный разрез, имеющий сегодня крупнокарьерно-отвалный техногенный ландшафт. Это сочетание природных элементов ландшафта с глубокими, до 500 м, многоступенными карьерами большой площадью в плане и высотными многоярусными отвалами. Диаметр воронки разреза – 1,5 км. Разработка каменного угля здесь была начата в 1937 году.

Это техногенное сооружение находится в южной лесостепи, в подзоне выщелоченных черноземов. Сложность почвенного покрова здесь обусловлена широким развитием почв интразонального ряда – солоней, солонцов, луговых почв. Встречаются и полугидроморфные аналоги черноземов – лугово-черноземные почвы. Часто эти почвы образуют комплексы и сочетания. Черноземы выщелоченные развиваются на элюво-делювиальных карбонатных отложениях.

Маршруты наших экспедиций показали, что разрушение и отчуждение почвенных ресурсов в Челябинской области весьма значительны, а восстановление низкое [9–11].

Черноземы выщелоченные, подверженные техногенной деградациии в результате добычи бурого угля низкого качества, являются лучшими пахотными почвами, имеющими профиль, слабо дифференцированный на горизонты.

Гумусовый горизонт, чаще маломощный, густо пронизан корневой системой растений.

Ниже приводится морфологическое описание профиля этих почв.

0–3 см – дернина.

А 3–23 см – темно-серый, влажный, пылевато-комковатый, среднесуглинистый, тонкопористый, густо пронизан корнями, переход постепенный.

B_1 23–42 см – темно-серый с буроватым оттенком, влажный, комковатый, слабо уплотнен, тонкопористый, ходы корней, переход постепенный.

B_2 42–73 см – бурый с сероватыми затеками, влажный, призматический, среднесуглинистый, уплотнен, переход постепенный.

BC 73–95 см белесовато-бурый, влажный среднесуглинистый, призматический, вскипает, карбонаты в виде псевдомицелия, уплотнен, переход постепенный.

С 95–120 см – белесовато-бурый с белесыми пятнами, влажный, среднесуглинистый, призматический, вскипает, карбонаты в виде пятен и пропитки, тонкопористый, плотный.

Физические свойства чернозема выщелоченного благоприятны (таблица 1).

Гранулометрический состав по всему профилю среднесуглинистый. Незначительное иллювируемое характерно для горизонтов B_1 , B_2 и BC.

Плотность твердой фазы вниз по профилю увеличивается в соответствии с падением содержания органического вещества. Плотность сложения свойственна целинной почве. Пористость почвы удовлетворительная.

Агрохимические свойства чернозема выщелоченного благоприятны (таблица 2).

Содержание гумуса в черноземе выщелоченном среднее, вниз по профилю постепенно падает. Нитратная форма азота для раннелетнего периода достаточна для растений.

Содержание подвижных форм фосфора вниз по профилю падает вследствие химического поглощения фосфора карбонатами кальция, которые отчетливо проявляются морфологически. Содержание подвижного калия в почве высокое, что связано с химическим составом почвообразующих пород. Реакция среды в верхних горизонтах слабокислая, вниз по профилю pH возрастает, отражая наличие карбонатов кальция. Сухой остаток свидетельствует об отсутствии легкорастворимых солей и составляет в почвообразующей породе всего 0,09 %.

Черноземы выщелоченные при разработке каменного угля были полностью нарушены, образовался техногенный рельеф, ухудшилась экологическая обстановка.

Плодородие рекультивируемых земель – эмбриоземов – зависит, главным образом, от состава вскрышных пород [12]. Характеристика вскрышных пород и используемого гумусового слоя чернозема при рекультивации представлены на таблице 3.

Гумусовый горизонт чернозема выщелоченного, использованного для активации почвообразовательного процесса и формирования плодородного слоя эмбриозема, соответствует первой группе пригодности с содержанием гумуса около 5 %.

Таблица 1
Агрофизические свойства чернозема выщелоченного

Table 1
Agrophysical properties of leached black soil

| Горизонт <i>Horizon</i> | Глубина, см <i>Depth, cm</i> | Частицы < 0,01 мм, % <i>Particles < 0.01 mm, %</i> | Плотность, г/см ³ <i>Density, g/cm³</i> | | Пористость, % от объема почвы <i>Porosity, % of soil volume</i> |
|----------------------------|---------------------------------|--|--|-----------------------------|--|
| | | | Твердой фазы <i>Solid phase</i> | Сложения <i>Addition</i> | |
| А | 3–23 | 39 | 2,60 | 1,20 | 54 |
| B_1 | 23–42 | 41 | 2,60 | 1,21 | 54 |
| B_2 | 42–73 | 41 | 2,65 | 1,20 | 55 |
| BC | 73–95 | 42 | 2,70 | 1,30 | 52 |
| С | 95–120 | 38 | 2,72 | 1,39 | 49 |

Таблица 2
Агрохимические свойства чернозема выщелоченного

Table 2
Agrochemical properties of leached black soil

| Горизонт <i>Horizon</i> | Гумус, % <i>Humus, %</i> | Содержание, мг/кг <i>Content, mg/kg</i> | | | pH _B |
|----------------------------|-----------------------------|--|--|------------------|-----------------|
| | | N-NO ₃ | P ₂ O ₅ P ₂ O ₅ | K ₂ O | |
| А | 8,51 | 6,70 | 65 | 113 | 6,80 |
| B_1 | 4,82 | 5,30 | 57 | 103 | 6,90 |
| B_2 | 2,85 | 4,00 | 42 | 109 | 7,10 |
| BC | 1,10 | 1,90 | 29 | 103 | 7,15 |
| С | 0,20 | 0,50 | 26 | 103 | 7,17 |

Таблица 3
Свойств почв и вскрышных пород Коркинского угольного разреза
Table 3
Soil and overburden properties of the Korkinskiy coal mine

| Группа пригодности вскрышных пород <i>Overburden suitability group</i> | Почвы и горные породы <i>Soils and rocks</i> | Скелетная часть, частицы > 1 мм, % <i>Skeletal part, the particles > 1 mm, %</i> | Мелкозем, частицы < 1 мм, % <i>Fine earth, particles < 1 mm, %</i> | Мелкозем <i>Fine earth</i> | | | |
|--|---|--|--|---|---|-----------------|-----------------------------|
| | | | | Фракция < 0,01 мм, % <i>Fraction < 0.01 mm, %</i> | Сухой остаток, % <i>Dry residue, %</i> | pH _v | Гумус, % <i>Humus, %</i> |
| Непригодные по физическим свойствам <i>Unsuitable for physical properties</i> | Скальные породы, слабо подверженные выветриванию <i>Rocks weakly exposed to weathering</i> | 98 | 2 | 0,5 | 0,9 | 7,2 | – |
| Пригодные плодородные <i>Fit fertile</i> | Гумусированная часть чернозема <i>Humus part of black soil</i> | 1 | 99 | 43,0 | – | 7,0 | 5,0 |

Таблица 4
Состав и свойства эмбриозема
Table 4

The composition and properties of the embryonic soil

| Горизонт <i>Horizon</i> | Глубина, см <i>Depth, cm</i> | Частицы < 0,01 мм, % <i>Particles < 0.01 mm, %</i> | Плотность, г/см ³ <i>Density, g/cm³</i> | | Сухой остаток, % <i>Dry residu, %</i> |
|---|---------------------------------|--|--|-----------------------------|--|
| | | | Твердой фазы <i>Solid phase</i> | Сложения <i>Addition</i> | |
| Первая терраса <i>First terrace</i> | | | | | |
| А | 0–30 | 35 | 2,5 | 1,5 | 0,9 |
| В | 30–50 | 29 | 2,8 | 1,6 | |
| Вторая терраса <i>Second terrace</i> | | | | | |
| А | 0–20 | 32 | 2,6 | 1,5 | 0,9 |
| В | 20–45 | 25 | 2,8 | 1,6 | |
| Третья терраса <i>Third terrace</i> | | | | | |
| А | 0–18 | 31 | 2,6 | 1,6 | 1,0 |
| В | 18–39 | 23 | 2,6 | 1,6 | |

Скелетная часть почвы составляет 1 %, во вскрышных породах достигает 98 %. Мелкозем потенциально плодородных почв содержит физической глины 43 %, во вскрышных породах 0,5 %.

Сухой остаток свидетельствует о наличии солей в породе, но каменистость пород обеспечивает дренаж и способствует их вымыванию из профиля эмбриозема.

Реакция среды почвы и породы близка к нейтральной. В целом используемые почвы и вскрышные породы благоприятны для биологического этапа рекультивации.

В настоящее время на биологическом этапе рекультивации проективное покрытие первой террасы составляет около 90 %, второй – 60 % и третьей террасы – 40 %.

На более высоких террасах развитие растительности ослабляется вследствие более позднего по времени проведения биологической рекультивации.

Мощная корневая система культур-освоителей густо пронизывает толщу почвогрунта до 60 см. Наиболее развита корневая система в слоях 0–30 см; 0–20 и 0–18 см соответственно на первой, второй и третьей террасах. Однако даже мощная корневая система древесных пород не всегда закрепляет террасированные отвалы.

Выпас скота на второй-третьей террасах отвалов способствует формированию нанорельефа, который при рекультивации снижает приживаемость травянистой растительности.

Профиль вновь создаваемой при рекультивации почвы – эмбриозема – в настоящее время дифференцирован на три слоя. С поверхности выделяется хорошо развитая дернина, которая сформирована при активном участии злаковых растений-освоителей.

Горизонт А белесовато-серой окраски, обогащен обломками вскрышных пород. Гранулометрический состав мелкозема среднесуглинистый. Горизонт густо пронизан корневой системой растений.

Таблица 5
Сравнительная характеристика чернозема выщелоченного и эмбриозема

Table 5
Comparative characteristics of leached black soil and embryonic soil

| Почва <i>Soil</i> | Гумус, % <i>Humus, %</i> | Целлюлозная активность, % <i>Cellulose activity, %</i> | ПЭи <i>Soil-ecological index</i> | Балл бонитета <i>Score of bonitet</i> |
|--|-----------------------------|---|-------------------------------------|--|
| Эмбриозем, 1 терраса <i>Embryonic soil, 1 terrace</i> | 7,10 | 45 | 23,7 | 23,7 |
| Эмбриозем, 2 терраса <i>Embryonic soil, 2 terrace</i> | 5,30 | 22 | 20,4 | 20,4 |
| Эмбриозем, 3 терраса <i>Embryonic soil, 3 terrace</i> | 3,00 | 16 | 20,4 | 20,4 |
| Чернозем выщелоченный <i>Leached black soil</i> | 8,51 | 30 | 71,7 | 69,5 |
| НСП ⁰⁵ SSD ₀₅ | | 0,41 | | |

Горизонт В переходный. В нем резко изменяется окраска и снижается распространение корневой системы. Разрушительная деятельность воды, воздуха, метаболитических выделений корневой системы и микроорганизмов способствует физическому, химическому биологическому выветриванию вскрышных пород этого слоя. В результате обломки вскрышных пород, хотя внешне и выражены, но легко режутся ножом.

Горизонт С – вскрышные породы, имеющие слабую степень выветривания, почвообразовательным процессом не затронуты. Обломки пород имеют размер от нескольких миллиметров до метра в диаметре. Корневая система травянистой растительности практически не достигает этого слоя.

В результате проведения биологического этапа рекультивации примитивная почва отвала – эмбриозем – приобрела новые свойства и состав (таблица 4).

Содержание физической глины (частицы < 0,01 мм) от первой террасы к третьей снижается. Формирующаяся почва относится к среднесуглинистой разновидности. Плотность твердой фазы практически не отличается от таковой в зональных почвах и составляет 2,50–2,76 г/см³, что указывает на связь состава почвообразующих пород с составом сформированных на них почв. Плотность сложения в рекультивируемой почве в связи с присутствием грубообломочного материала значительно выше, чем в черноземе (1,5–1,6 г/см³).

Вновь образованные почвы отвала обогащены легкорастворимыми солями, которые образуются, вероятно, при выветривании вскрышных пород. Обычно эти соли в условиях лесостепи при периодически промывном типе водного режима включаются в большой геологический круговорот веществ, и профиль почвы освобождается от них.

Развитие эмбриозема идет по черноземному типу. Показатели по нитратному азоту, подвижным формам фосфора и калия, хотя и ниже, чем у чернозема, но достаточно высоки для рекультивируемой почвы.

Реакция среды изменяется по профилю эмбриозема от нейтральной до слабощелочной. Содержание гумуса в горизонте А снижается от первой к третьей террасе от 7,1 до 3,0 %, что связано, вероятно, как с более поздним проведением здесь биологического этапа рекультивации, так и с выбиванием поверхности при выпасе скота.

Однако эмбриозем по содержанию гумуса существенно отличается от чернозема выщелоченного, послужившего основой для рекультивации (таблица 5).

Химизм почвы, в частности кругооборот органического углерода и азота, гумификации и нитрификации, является следствием жизнедеятельности определенных микробных ассоциаций.

Исследования показали, что под влиянием микроорганизмов в эмбриоземе первой террасы к концу экспозиции разложилось 45 % полотна, в черноземе – только 30 %. Более высокая целлюлозная активность эмбриозема указывает на высокую степень интенсивности процесса биологического этапа рекультивации. Объясняется это развитием мощной корневой системы растений-освоителей, обеспечивающей значительное количество корневых выделений, разрушающих льняное полотно, следовательно, и органические остатки в эмбриоземе. Хорошо развитый растительный покров на рекультивируемом отвале создает благоприятный микроклимат и накопление органических веществ.

Активно протекающие биологические и химические процессы видны морфологически в высокой степени проявления выветривания плотных горных пород в горизонтах А и В, которые при внешней массивной текстуре легко режутся ножом.

Достаточно высокие содержание гумуса, микробиологическая активность в эмбриоземе свидетельствуют об интенсивном течении гумусово-аккумулятивного процесса. Но почвенно-экологические индексы (ПЭи) и баллы бонитета эмбриоземов по сравнению с черноземом прилегающей к карьере территории остаются низкими (таблица 5).

Выводы. Рекомендации

Биологический этап рекультивации отвалов Коркинского угольного разреза протекает активно, особенно на первой террасе, а развитие эмбриозема идет по зональному типу почвообразования. Для более эффективного прохождения биологического этапа рекультивации необходимо ограничение или полный запрет выпаса скота до завершения рекультивации.

Для успешного решения общей проблемы рекультивации отвалов необходимо использование

вскрышных и вмещающих пород, применение новых способов рекультивации нарушенных земель.

Для обеспечения благоприятного экологического состояния объекта рекультивации, сокращения его неблагоприятного воздействия на окружающую среду необходимо провести рекультивацию на всех террасах отвалов, учитывая современные перспективные рекультивационные технологии с использованием осадков сточных вод г. Коркино. Исследования такой технологии в Польше подтвердили высокую эффективность накопления в почве органического вещества [13].

Литература

1. Кожевников Н. В., Заушинцена А. В. Отечественный и зарубежный опыт биологической рекультивации нарушенных земель // Вестник КемГУ. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. № 1. С. 43–47.
2. Харионовский А. А., Калушев А. Н., Васева В. Н., Симанова Е. И. Экология угольной промышленности: состояние, проблемы, пути решения // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2018. № 2. С. 70–81.
3. Стифеев А. И., Бессонова Е. А. Эколого-экономическая реабилитация деградированных и нарушенных сельскохозяйственных земель России как основное направление повышения эффективности их использования // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 9. С. 124–130.
4. Голованов А. И., Зимин Ф. М., Сметанин В. И. Рекультивация нарушенных земель. – М. : Лань, 2015. – 336 с.
5. Заяц В. В., Зеньков И. В., Юронен Ю. П. Информационное обеспечение дистанционного мониторинга экологического состояния нарушенных земель на угольных разрезах Приморского края // Решетневские чтения. 2017. № 21-1. С. 404–406.
6. Ганиева И. А., Ижмулкина Е. А., Зеньков И. В. Разработка информационно-аналитической системы для мониторинга воздействия угольной промышленности на окружающую среду и прогнозирования сроков нейтрализации загрязнений и восстановления биологической продуктивности техногенных ландшафтов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № S1-2. С. 190–200.
7. Лисецкий Ф. Н., Маркова Е. В. Оценка различий биологической активности почв по скорости трансформации растительного вещества // Успехи современного естествознания. 2014. № 8. С. 99–101.
8. Маховикова Г. А., Касьяненко Т. Г. Оценка земли и природных ресурсов: учебное пособие. – М. : КНОРУС, 2016. – 366 с.
9. Сенькова Л. А., Гринев Л. В. Значение изучения почв древнего антропогенеза для познания взаимоотношений человека и природы // Актуальные направления технологического, экономического и экологического развития сельского хозяйства: сборник материалов международной научно-практической конференции. 2017. С. 470–475.
10. Карпужин М. Ю., Сенькова Л. А. Возможность использования банка почв при проведении регионального мониторинга почв Южного Урала // Коняевские чтения: сборник материалов V Юбилейной международной научно-практической конференции. 2016. С. 70–72.
11. Сенькова Л. А., Гринев Л. В. Физические и водные свойства чернозема выщелоченного Южного Урала в связи с орошением [Электронный ресурс] // Научное обозрение. Биологические науки. 2017. № 2. С. 136–141. URL: <http://applied-research.ru/ru/article/view?id=11556> (дата обращения: 12.04.2019).
12. ГОСТ 17.5.1.03-86 «Охрана природы (ССОП). Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель» [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200005963> (дата обращения: 09.04.2019).
13. Daniels W. L., Stuczynski T., Pantuck K., Pistelok F., Szymborski A. Restoration of mining wastes with sewage sludge in upper Silesia. – Poland, 1995. – Pp. 115–124.

References

1. Kozhevnikov N. V., Zaushintsena A. V. Domestic and foreign experience of biological recultivation of disturbed lands // Bulletin of KemSU. Series: Biological, Technical Sciences and Earth Sciences. 2017. No. 1. Pp. 43–47.

2. Kharionovskiy A. A., Kalushev A. N., Vaseva V. N., Simanova E. I. Ecology of the coal industry: state, problems, solutions // Bulletin of the scientific center for the safety of work in the coal industry. 2018. No. 2. Pp. 70–81.
3. Stifeev A. I., Bessonova E. A. Ecological and economic rehabilitation of degraded and disturbed agricultural lands of Russia as the main direction of increasing the efficiency of their use // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2015. No. 9. Pp. 124–130.
4. Golovanov A. I., Zimin F. M., Smetanin V. I. Reclamation of disturbed lands. Moscow : Lan, 2015. – 336 p.
5. Zayats V. V., Zenkov I. V., Yuronen Yu. P. Informational support of remote monitoring of the ecological state of disturbed lands in coal mines of the Primorsky Territory // Reshetnevskie readings. 2017. No. 21-1. Pp. 404–406.
6. Ganieva I. A., Izhmulkina E. A., Zenkov I. V. Development of an information and analytical system for monitoring the impact of the coal industry on the environment and predicting the timing of neutralizing pollution and restoring the biological productivity of man-made landscapes. 2015. No. S1-2. Pp. 190–200.
7. Lisetsky F. N., Markova E. V. Assessment of differences in soil biological activity on the speed of transformation of plant matter // Successes of Modern natural science. 2014. No. 8. Pp. 99–101.
8. Makhovikova G. A., Kasyanenko T. G. Land and Natural Resources Assessment: study guide. – Moscow : KNORUS, 2016. – 366 p.
9. Senkova L. A., Grinets L. V. The value of studying the soil of ancient anthropogenesis for understanding the relationship between man and nature // Current trends in technological, economic and environmental development of agriculture: collection of materials of the international scientific-practical conference. 2017. Pp. 470–475.
10. Karpukhin M. Yu., Senkova L. A. The possibility of using a soil bank for regional monitoring of the soils of the Southern Urals // Konyaevskie readings: collection of materials of the V Anniversary international scientific-practical conference. 2016. Pp. 70–72.
11. Senkova L. A., Grinets L. V. Physical and water properties of leached black soil of the Southern Urals due to irrigation [Electronic resource] // Scientific Review. Biological sciences. 2017. No. 2. Pp. 136–141. URL: <http://applied-research.ru/ru/article/view?id=11556> (access date: 04/12/2019).
12. GOST 17.5.1.03-86 “Environmental Protection (SSOP). Of the earth. Classification of overburden and host rock for biological land reclamation”. Electronic fund of legal and regulatory documentation. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200005963> (appeal date 04/09/2019).
13. Daniels W. L., Stuczynski T., Pantuck K., Pistelok F., Szymborski A. Restoration of mining wastes with sewage sludge in upper Silesia. – Poland, 1995. – Pp. 115–124.