

УДК 631.618

## **Трансформация морфологических свойств почв Горловского угольного бассейна под воздействием антропогенеза**

Двуреченский Вадим Геннадьевич

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин); Россия; E-mail: [dvu-vadim@mail.ru](mailto:dvu-vadim@mail.ru)*

*Аннотация:*

В XIX веке В. В. Докучаев утверждал, что почвы формируются, согласно действию 5 факторов почвообразования. В веке XXI все сильнее проявляется шестой фактор – антропогенное воздействие. В местах добычи полезных ископаемых, антропогенез проявляет себя в наивысшей степени. Восстановить первоначальный вид территории никогда не получится, так как по законам генетического почвоведения, если изменен хотя бы один фактор почвообразования, то другими будут и почвы. Морфологические свойства, как наиболее показательные, дают представление о качестве почв, формирующихся в ландшафтах, подвергающихся действию шестого фактора почвообразования.

В статье отражаются особенности формирования почвенного покрова, который по морфологическим признакам резко отличается от фоновых почв – черноземов выщелоченных. Эмбриоземы антропогенных ландшафтов Горловского угольного бассейна следует считать азональными почвенными образованиями. Азональность эмбриоземов приводит к появлению новых экологических систем с рядом отличительных особенностей от зональных, главной из которых является формирование почв с небольшим набором почвенных функций.

В результате проведенного исследования дана неудовлетворительная почвенно-экологическая оценка территории, которая подверглась антропогенезу, так как по истечении 35 лет с момента начальной фазы антропогенеза, в почвенном покрове определяются эмбриоземы первичных стадий почвообразования – инициальные и органо-аккумулятивные и отсутствуют эмбриоземы поздних стадий почвообразования – дерновые, тем более гумусово-аккумулятивные. Определены тренды направления развития почв в нарушенной экосистеме: в составе почвенного покрова предполагается образование азональных сухостепных почв и различных подтипов эмбриоземов органо-аккумулятивных. Предложен вариант восстановления преобразованного человеком ландшафта, а именно – формирование техноземов с высоким набором почвенно-экологических функций.

*Ключевые слова:* антропогенные ландшафты; черноземы выщелоченные; эмбриоземы; морфологическая характеристика почв, рекультивация.

## **Transformation of morphological properties of soils of the Gorlovsky coal basin under the influence of anthropogenesis**

Dvurechenskiy Vadim G.

*Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin);  
Russia; E-mail: [dvu-vadim@mail.ru](mailto:dvu-vadim@mail.ru)*

*Abstract:*

In the nineteenth century, V. V. Dokuchaev argued that soils are formed according to the action of 5 factors of soil formation. In the 21st century, the sixth factor, anthropogenic impact, is increasingly manifesting itself. In places of mining, anthropogenesis manifests itself to the highest degree. It will never be possible to restore the original appearance of the territory, since according to the laws of genetic soil science, if at least one soil formation factor is changed, soils will be different. Morphological properties, as the most indicative, give an idea of the quality of soils formed in landscapes exposed to the sixth factor of soil formation.

The article reflects the features of the formation of soil cover, which morphologically differs sharply from background soils - leached chernozems. Embryozems of anthropogenic landscapes of the Gorlovsky coal basin should be considered as azonal soil formations. The azonality of embryozems leads to the emergence of new ecological systems with a number of distinctive features from zonal ones, the main of which is the formation of soils with a small set of soil functions.

As a result of the study, an unsatisfactory soil and ecological assessment of the territory that underwent anthropogenesis is given, because after 35 years from the initial phase of anthropogenesis, embryozems of the primary stages of soil formation are determined in the soil cover - initial and organo-accumulative and there are no embryozems of the late stages of soil formation - soddy, the more humus-accumulative. Trends in the direction of soil development in a disturbed ecosystem are determined: the formation of azonal dry-steppe soils and various subtypes of organo-accumulative embryozems is assumed as part of the soil cover. Ways are suggested to restore the landscape transformed by man, namely, to form technozems with a high set of soil and environmental functions.

*Keywords:* man-made landscapes; leached chernozems; embryozems; morphological characteristics of soils, recultivation.

### **Введение**

Самыми качественными почвами Сибири считаются черноземы выщелоченные. Человек с давних пор использовал черноземы под посевы злаковых и кормовых культур. Особая роль сельскохозяйственным угодьям с черноземными почвами уделялась во времена освоения целинных и залежных земель, как самым продуктивным. В настоящее время там, где совсем недавно были агроландшафты, формируются антропогенные ландшафты с карьерными выемками и транспортными отвалами горных пород. Подобные территории

кардинально отличаются от окружающих естественных ландшафтов. Восстановить первоначальный вид территории никогда не получится, так как по законам генетического почвоведения, если изменен хотя бы один фактор почвообразования, то другими будут и почвы. При добыче полезных ископаемых изменен такой фактор, как материнская порода и прибавился антропогенез. Для того чтобы минимизировать воздействие антропогенного воздействия на нарушенную территорию и на окружающие естественные ландшафты, необходимо проводить рекультивационные работы.

### **Цель исследования**

Целью работы стало изучение морфологических свойств почв и сравнение их с фоновыми черноземами выщелоченными.

Задачи исследования:

1. Сравнить морфологические свойства черноземов выщелоченных и формирующихся вместо них молодых почвенных образований;
2. Дать почвенно-экологическую оценку территории, подвергшейся антропогенезу;
3. Определить направление развития почв в нарушенной экосистеме;
4. Предложить вариант восстановления преобразованного человеком ландшафта.

### **Материал и методы исследования**

Объектами исследования послужили отвалы Горловского антрацитового месторождения (рис. 1). Отвалы представляют собой смесь вскрышных (карбонатные лессовидные суглинки, легкие глины) и вмещающих пород (песчаники, аргиллиты, алевролиты) с примесью антрацита.



*Рис. 1. Первый участок Горловского угольного бассейна.*

Месторождение расположено на правом берегу р. Обь в административных границах Новосибирской области в 100 км к югу от Новосибирска, в Искитимском районе (рис. 2). Разработчик – компания «Сибирский Антрацит». Угленосная толща мощностью 640–940 м содержит до 55 пластов и пропластков угля (мощность отдельных пластов от 10–14 до 26–41 м), вытянута полосой в северо-восточном направлении на 120 км при средней ширине 1,5–7,5 км. Прогнозные запасы до глубины 900 м оценены в 6,5 млрд. т. Таким образом, угольный бассейн характеризуется повышенной угленасыщенностью. Угли представлены антрацитами и отличаются высоким качеством: малозольные, малосернистые, высокоуглеродистые, с низким удельным электросопротивлением, высокой механической прочностью и термической стойкостью.

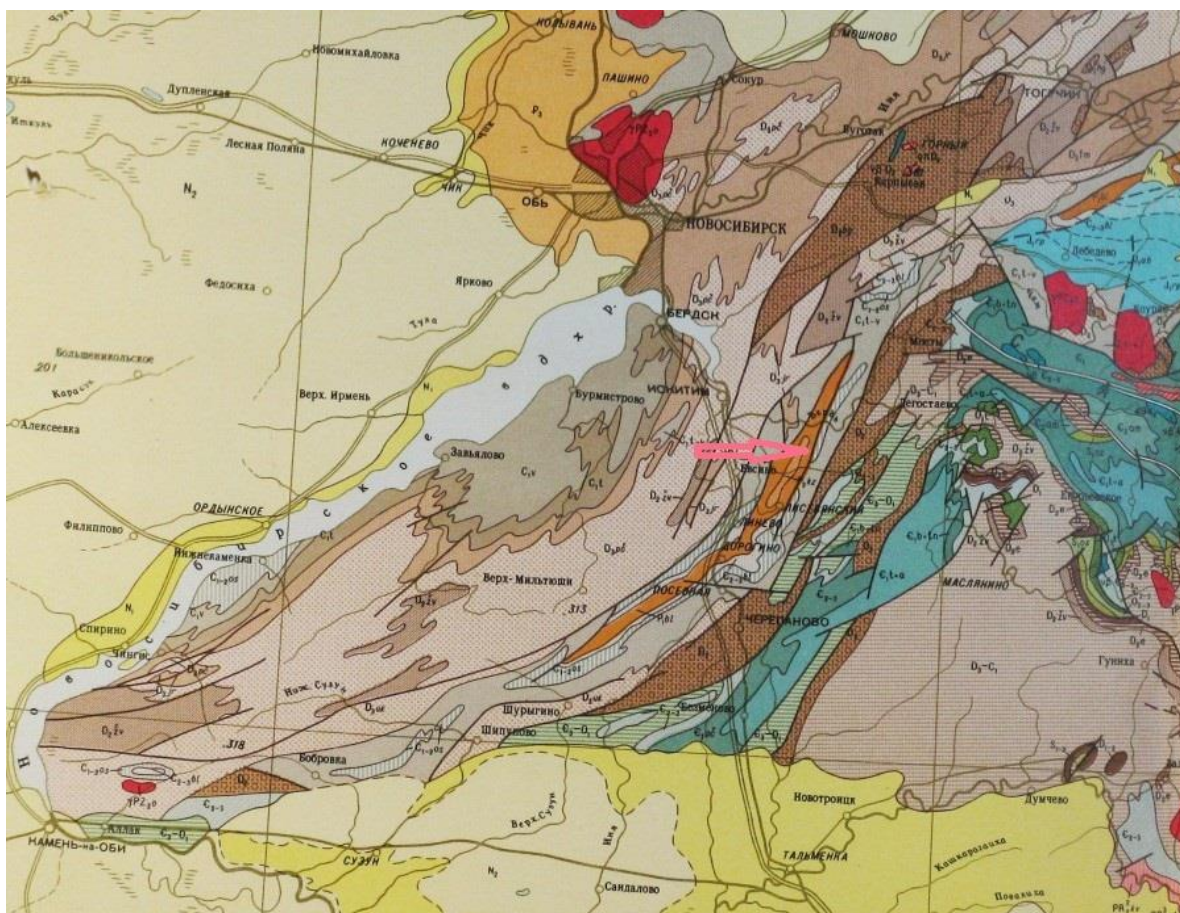


Рис. 2. Геология района (фрагмент государственной геологической карты СССР, масштаба 1:1 000 000, лист N-44(45), Новосибирск, Григорьев Н. В. и др., 1982.)

Для выполнения работы были выбраны участки с различной растительностью и на них заложены семь почвенных разрезов (на рис.2 стрелкой указано место). Участок с черноземом выщелоченным находится в 400м от отвала на юг.

В процессе исследования использовался сравнительно-морфологический метод.

Для реализации поставленной цели исследования в работе использовалась классификация почв техногенных ландшафтов [1].

### Результаты исследования и их обсуждение

Формирование того или иного типа эмбриоземов при одинаковых макроклиматических условиях почвообразования и сходном рельефе определяется, прежде всего, особенностями породы как фактора почвообразования. Поскольку возраст всех типов эмбриоземов на отвалах Горловского угольного бассейна одинаков, то можно полагать, что растительность, хотя и обеспечивает «работу» главного механизма почвообразования, тем не менее, как фактор почвообразования явно уступает

лидирующие позиции почвообразующей породе. Это подтверждается приводимыми ниже морфологическими описаниями профилей эмбриоземов.

Эмбриоземы формировались около 35 лет на субстрате, который состоит из смеси вскрышных и вмещающих пород. Данная смесь включает в себя в различном сочетании и количестве песчаники, аргиллиты, алевролиты и частицы антрацита. В качестве почв сравнения (фоновых) взяты наиболее распространенные в районах исследования черноземы выщелоченные, сформированные на тяжелых глинах и карбонатных лессовидных суглинках.

Морфологическое описание почв

Разрез 1. Чернозем выщелоченный. Невспаханный участок поля со злаково-бобовой растительностью.

А<sub>д</sub> (0–11 см) – черный, тяжелосуглинистый, рыхлый, зернисто-комковатый; густо пронизан корнями, переход по плотности, структуре и количеству корней;

А<sub>1</sub> (11–21 см) – сухой, серовато-черный, тяжелосуглинистый, комковато-зернистый, рыхлый, много корней травянистых растений, переход заметный по сложению и окраске;

А<sub>1В</sub> (21–50 см) – темно-серый с буроватым оттенком, с гумусовыми затеками и бурыми пятнами, тяжелосуглинистый, зернисто-комковатый, слабо уплотнен; переход заметный по цвету с языковатыми гумусовыми затеками; встречаются корни растений;

В<sub>1</sub> (50–65 см) – неоднородно окрашенный, с кармановидными гумусовыми затеками, тяжелосуглинистый, несколько плотнее предыдущего горизонта, зернисто-комковатый, при высыхании заметна кремнеземистая присыпка; встречаются единичные корни растений; переход постепенный по окраске;

В<sub>2</sub> (65–90 см) – влажный; светло-бурый, тяжелосуглинистый, комковатый, крупнопористый, при высыхании на комках обильная кремнеземистая присыпка; переход постепенный по окраске;

В<sub>к</sub> (90–100 см) – влажный, бурый, тяжелый суглинок, бурно вскипающий от НС1 в нижней части; переход заметный по вскипанию;

С<sub>к</sub> (> 100 см) – бурый лессовидный тяжелый суглинок с мелким карбонатным псевдомицелием.

Из описания следует, что черноземы выщелоченные характеризуются интенсивным процессом гумусонакопления, слабовыраженным элювиальным процессом и высоким расположением карбонатов в почвенном профиле.

В посттехногенный период развития ландшафтов Горловского месторождения антрацита, в результате естественного восстановления, формируется специфический почвенный покров, в составе которого, в условиях лесостепи, преобладают 2 типа эмбриоземов: эмбриоземы инициальные и эмбриоземы органо-аккумулятивные.

Эмбриоземы инициальные – тип почв, морфологическим признаком которых является примитивность (или отсутствие) профиля, которая обусловлена неблагоприятными условиями почвообразования или лимитирующими факторами: высокая каменистость субстрата, склоновые и инсолируемые поверхности и др., что вызывает медленное преобразование субстрата отвала из-за отсутствия или слабого развития на его поверхности биоценозов.

Эмбриоземы органо-аккумулятивные – следующая стадия развития почв техногенных ландшафтов. В исследуемых эмбриоземах профиль еще не дифференцирован, но на поверхности формирующейся почвы уже присутствует типодиагностический горизонт, представляющий собой слои подстилки разной степени разложения [2].

Разрез 2. Эмбриозем инициальный. Заложен на 35-летнем отвале Горловского углеразреза. Участок южного склона. Растительность отсутствует.

$C_1$  (0–8 см) – сухой; мелкокаменистый слой серого цвета с черными включениями в виде антрацита; среднесуглинистого гранулометрического состава. В петрографическом составе преобладают полуразложившиеся обломки алевролитов, реже встречаются обломки песчаника и аргиллитов; крупнозема до 93%; имеются единичные корни растений; переход по цвету заметный.

$C_2$  (8–20 см) – свежий, темно-серая каменистая порода с черными включениями в виде антрацита; присутствуют признаки физического выветривания; среднесуглинистого гранулометрического состава, количество крупнозема составляет до 90%,

Разрез 3. Эмбриозем органо-аккумулятивный. Заложен на 35-летнем отвале Горловского углеразреза. Участок южного склона. Присутствует древесная и травянистая растительность (береза, донник, полынь, мать-и-мачеха, чертополох, осот).

$A_0$  (0–2 см) – бурая подстилка, состоящая из прошлогоднего многочисленного опада древесной и травянистой растительности. Отмечается четкий переход по смене состава субстрата.

$C_1$  (2–10 см) – сухой; серый мелкокаменистый слой с черными включениями в виде антрацита; среднесуглинистого гранулометрического состава. В петрографическом составе преобладают полуразложившиеся обломки алевролитов, реже встречаются обломки песчаника и аргиллитов; крупнозема до 80%; имеются многочисленные корни растений; переход по влажности заметный.

$C_2$  (10–20 см) – темно-серая невыветрившаяся смесь обломочного материала различного размера (преимущественно углистых алевролитов) и мелкозема; количество крупнозема составляет до 95%.

Разрез 4. Эмбриозем инициальный. Заложен на 35-летнем отвале Горловского углеразреза на его выположенной площадке с горизонтальной поверхностью. Растительность отсутствует.

$C_1$  (0–10 см) – сухой; мелкокаменистый слой серого цвета с черными включениями в виде антрацита; среднесуглинистого гранулометрического состава. В петрографическом составе преобладают полуразложившиеся обломки алевролитов, реже встречаются обломки песчаника и аргиллитов; крупнозема до 93%; переход по цвету заметный.

$C_2$  (10–20 см) – свежий; темно-серая каменистая порода с черными включениями в виде антрацита; среднесуглинистого гранулометрического состава, количество крупнозема составляет до 96%.

Разрез 5. Эмбриозем органо-аккумулятивный. Заложен на 35-летнем отвале Горловского углеразреза. Выположенная площадка отвала с горизонтальной поверхностью. Сплошной покров мать-и-мачехи.

$A_0$  (0–3 см) – 2-летний опад полуразложившейся растительности.

$C_1$  (3–7(9) см) – свежий; мелкокаменистый слой, серого цвета с черными включениями в виде антрацита; среднесуглинистого гранулометрического состава. В петрографическом составе преобладают полуразложившиеся обломки алевролитов, реже встречаются обломки песчаника и аргиллитов; крупнозема до 80%; имеются многочисленные корни растений; переход по цвету заметный. Граница волнистая.

$C_2$  (7(9)–25 см) – влажный; темно-серая каменистая порода с черными включениями в виде антрацита, палево-охристые пятна в виде полуразложившихся песчаников; количество крупнозема составляет до 96%.

Разрез 6. Эмбриозем органо-аккумулятивный. Разрез заложен на 35-летнем отвале Горловского углеразреза. Выположенная площадка отвала с горизонтальной поверхностью. Осиновая роща, единично встречаются березы. Из травянистой растительности присутствуют: мать-и-мачеха, полынь, донник.

$A_{0(1)}$  (0–3 см) – спрессованный опад прошлого года в основном из листьев деревьев.

$A_{0(2)}$  (3–6 см) – спрессованный опад прошлых лет, много корней деревьев и травянистой растительности.

$C_1$  (6–16 см) – свежий; мелкокаменистый слой, темно-серого цвета с черными включениями в виде антрацита; среднесуглинистого гранулометрического состава. В петрографическом составе преобладают полуразложившиеся обломки алевролитов, реже встречаются обломки песчаника и аргиллитов; крупнозема до 70%; имеются многочисленные корни растений; переход по цвету незаметный. Граница перехода определяется по плотности.

$C_2$  (16–20 см) – влажный; темно-серая каменистая порода с черными включениями в виде антрацита; количество крупнозема составляет до 96%; плотнее предыдущего.



Разрез 7. Подошва отвала. Эмбриозем органо-аккумулятивный. Проективное покрытие 100% (органо-аккумулятивная сукцессия). Растительность: мать-и-мачеха, осот, мышиный горошек, осока, львиный зев, береза, сосна.

A<sub>0</sub> (0–2 см) – слой многолетней подстилки, состоящий из неразложившихся и полуразложившихся остатков травянистых растений.

C<sub>1</sub> (2–10 см) – мелкокаменистый слой, серого цвета с черными включениями в виде антрацита; среднесуглинистого гранулометрического состава. В петрографическом составе преобладают полуразложившиеся обломки алевролитов, реже встречаются обломки песчаника и аргиллитов; имеются многочисленные корни растений; свежий; крупнозема до 70%; переход по цвету малозаметный. Ярко выраженный переход по плотности.

C<sub>2</sub> (10–40 см) – темно-серая смесь с черными включениями в виде антрацита; крупнозем практически невыветрившийся, включающий в себя камни большего размера, чем в вышележащих горизонтах.

C<sub>3</sub> (> 40 см) – сплошной слой крупных камней.

Разрез 8. Эмбриозем органо-аккумулятивный. Заложен на 35-летнем отвале Горловского углеразреза на его выположенной площадке с горизонтальной поверхностью. Отмечается рудеральная растительность с преобладанием полыни.

A<sub>0</sub> (0–3 см) – бурая подстилка, состоящая из прошлогоднего многочисленного неразложившегося опада древесной и травянистой растительности. Отмечается четкий переход по смене состава субстрата.

C<sub>1</sub> (3–9 см) – сухой; мелкокаменистый слой серого цвета с черными включениями в виде антрацита; среднесуглинистого гранулометрического состава. В петрографическом составе преобладают полуразложившиеся обломки алевролитов, реже встречаются обломки песчаника и аргиллитов; крупнозема до 93%; переход по цвету заметный.

C<sub>2</sub> (9–20 см) – свежий; темно-серая каменистая порода с черными включениями в виде антрацита; среднесуглинистого гранулометрического состава, количество крупнозема составляет до 96%.

В ландшафте все типы эмбриоземов занимают различные положения – выположенные площадки, склоновые поверхности, подошва отвала, тем не менее, из приведенных описаний следует, что общими морфологическими признаками эмбриоземов являются, во-первых, хаотичная, не дифференцированная по профилю смесь обломочного материала и мелкозема, во-вторых, высокое процентное содержание крупнозема.

Сравнив морфологическое описание эмбриоземов техногенных ландшафтов и фоновых черноземов выщелоченных, необходимо отметить следующее: 1) во всех типах эмбриоземов определяется сильная каменистость профиля и невысокое содержание мелкозема; 2) в отличие от черноземов выщелоченных, которые имеют развитый почвенный профиль с выраженным, мощным гумусовым горизонтом (20 см и более), в эмбриоземах профиль развит слабо, а

гумусового горизонта вовсе не отмечается; 3) в черноземах выщелоченных присутствуют карбонаты, в виде псевдомицелия [3], в эмбриоземах техногенных ландшафтов таких включений не наблюдается, зато имеется в наличии большое количество частиц антрацита; 4) черноземы выщелоченные более дифференцированы по окраске профиля; эмбриоземы имеют темно-серый оттенок всего профиля; 5) если «захват» профиля эмбриоземов корнями растений составляет около 10–15 см, то в черноземах выщелоченных такой «захват» достигает глубины максимум в 50 см.

Таким образом, коренное преобразование поверхности ландшафта и образование природно-техногенных экосистем повлекло за собой серьезные последствия: во-первых, по истечении 25–35 лет естественного восстановления, экосистема вошла в новое метастабильное состояние, обладающее определенной буферностью к воздействиям, с упрощенными функциями всех компонентов, по сравнению с естественными экосистемами. Во-вторых, изменение природного комплекса возникло изначально в результате изменения геохимической обстановки и нарушением естественных миграционных процессов элементов – на поверхность вынесли вмещающие породы. В-третьих, замещающие естественные, техногенные экосистемы в настоящее время представляют собой биогеоценозы с меньшим набором почвенных функций, что искажает «нормальный» ход эволюции. В-четвертых, произошло уничтожение, нарушение и изменение функций почвы как среды обитания многих живых организмов, а главное – растительности, которая предохраняет почву от резких температурных перепадов, эрозии и т.п.

Для ускорения восстановления почвенно-растительного покрова необходимо проведение рекультивационных работ, направленных на улучшение условий почвообразования в техногенных экосистемах.

Согласно ГОСТ 17.5.1.01–83 [4], рекультивационные работы выполняются в 2 этапа. На первом (горнотехническом) этапе происходит выколаживание отвалов, их рыхление и т.п. В дальнейшем на спланированные участки отсыпается плодородный слой почвы (ПСП) или же используются различные мелиоранты для улучшения каменистого субстрата [5]. Так формируются техноземы, состоящие из двух и более слоев. Первый слой – это субстрат отвала. Второй слой – это корнеобитаемый слой, состоящий из ПСП или из улучшенного техногенного субстрата, мощностью от 20 см и более.

Допускается использование экранирующего слоя между породой и ПСП из потенциально плодородной породы (ППП). На биологическом этапе рекультивации на сформированных техноземах высаживаются деревья, или многолетние травы, согласно выбранному направлению рекультивации.

В последнее время предлагается создание органоминеральной смеси из ППП и ПСП с последующей отсыпкой на поверхность техногенных объектов и фитомелиорацией [6]. Это рациональный способ, в результате которого ресурсы рекультивации не теряются, а используются полностью. Данная смесь,

имея потенциал горизонта  $A_1$  и горизонта В естественных почв, в процессе эволюции будет генетически предопределять свое дальнейшее развитие в зависимости от факторов и условий почвообразования. При этом восстановление нарушенных экосистем будут происходить интенсивнее.

### **Выводы**

1. Морфологические свойства черноземов выщелоченных и, формирующихся вместо них в результате антропогенеза, различных типов эмбриоземов резко различаются.

2. Почвенно-экологическое состояние нарушенного ландшафта неудовлетворительное, так как по истечении 35 лет с момента начальной фазы антропогенеза, в почвенном покрове определяются эмбриоземы первичных стадий почвообразования – инициальные и органо-аккумулятивные и отсутствуют эмбриоземы поздних стадий почвообразования – дерновые, тем более гумусово-аккумулятивные.

3. Эмбриоземы антропогенных ландшафтов Горловского угольного бассейна следует считать азональными почвенными образованиями. Азональность эмбриоземов приводит к появлению новых экологических систем с рядом отличительных особенностей от зональных, главной из которой является формирование почв с небольшим набором почвенных функций.

4. Антропогенная система на момент исследования находилась в метастабильном состоянии, которая обладает определенной буферностью. Для того чтобы «сдвинуть» с оптимальной в данных условиях точки почвообразование, необходимо улучшить ландшафт, то есть провести комплекс рекультивационных работ, а именно сформировать техноземы с высоким набором почвенно-экологических функций.

5. При естественном формировании ландшафта, без рекультивационных мероприятий, в составе почвенного покрова предполагается образование азональных сухостепных почв и различных подтипов эмбриоземов органо-аккумулятивных [7].

### **Список литературы**

1. Курачев В. М., Андроханов В. А. Классификация почв техногенных ландшафтов // Сиб. экол. журн., 2002. №3. – С. 255–261.
2. Андроханов В. А., Курачев В. М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 224 с.
3. Двуреченский В. Г., Середина В. П. Почвенно-экологическое состояние и пути восстановления техногенных экосистем лесостепного пояса Кузнецкой котловины // Безопасность жизнедеятельности, 2017. № 12. – С.47–52.
4. ГОСТ 17.5.1.01-83. Охрана природы. Рекультивация земель: Термины и определения. М., 1983. – 8 с.

5. Андроханов В. А., Овсянникова С. В., Курачев В. М. Техноземы: свойства, режимы, функционирование. Новосибирск: Наука Сибирская издательская фирма РАН, 2000. – 200 с.

6. Двуреченский В. Г., Андроханов В. А. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов Новокузнецкого промышленного комплекса // Живые и биокосные системы, 2017. № 20. URL:

<http://www.jbks.ru/archive/issue-20/article-3>

7. Двуреченский В. Г. Динамика группового состава железа в почвах техногенных ландшафтов лесостепных участков Кузнецкой котловины // Сиб. экол. журн., 2015. Т. 22. № 1. – С. 136–144.

### **Spisok literatury**

1. Kurachev V.M., Androhanov V.A. Classificatciya pochv technogennich landshaftov // Sibirskiy ekologicheskiy gurnal. 2002. – №3. – S. 255–261.

2. Androhanov V. A., Kurachev V. M. Pochvenno-ecologicheskoye sostoyanie technogennykh landshaftov: dinamika i ocenka. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2010. – 224 s.

3. Dvurechenskij V. G., Seredina V. P. Pochvenno-e`kologicheskoe sostoyanie i puti vosstanovleniya texnogenny`x e`kosistem lesostepnogo poyasa Kuzneczkoy kotloviny` // Bezopasnost` zhiznedeyatel`nosti. 2017. – № 12. – S.47—52.

4. GOST 17.5.1.01-83. Oxрана prirody`. Rekul`tivaciya zemel`: Terminy` i opredeleniya. – M., 1983. – 8 s.

5. Androxanov V A., Ovsyannikova S. V., Kurachev V. M. Texnozemy`: svojstva, rezhimy`, funkcionirovanie. – Novosibirsk: «Nauka» Sibirskaya izdatel`skaya firma RAN, 2000. – 200 s.

6. Dvurechenskij V G., Androxanov V. A. Pochvenno-e`kologicheskoe sostoyanie texnogenny`x landshaftov Novokuzneczkogo promy`shlennogo kompleksa // Zhivy`e i biokosny`e sistemy`. 2017. – № 20. – <http://www.jbks.ru/archive/issue-20/article-3>

7. Dvurechenskij V. G. Dinamika gruppovogo sostava zheleza v pochvax texnogenny`x landshaftov lesostepny`x uchastkov Kuzneczkoy kotloviny` // Sib. e`kol. zhurn. 2015. – Т. 22. – № 1. – S. 136–144.