

УДК 631.484: 574.42: 58.009

**ЕСТЕСТВЕННОЕ ЗАРАСТАНИЕ КАРЬЕРНО-ОТВАЛЬНЫХ  
ГЕОКОМПЛЕКСОВ МЕЛО-МЕРГЕЛЬНЫХ ПОРОД  
И ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭДАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ****Мануйлов А.А.***ФГБНУ «Белгородский федеральный аграрный научный центр Российской академии наук»,  
Белгород, e-mail: infal52@yandex.ru*

Работа является обобщением исследований сукцессионного потенциала кальцефитных растительных сообществ на территории техногенно нарушенных земель. В результате полевых исследований нарушенных геосистем на территории карьерно-отвальных геокомплексов месторождений писчего мела была проведена оценка протекания растительной сукцессии кальцефитных фитоценологических группировок. Были выявлены, оценены и описаны основные эдафические изменения, которые появляются в процессе естественного зарастания нарушенных земель. Дана оценка формирования почвенно-растительного покрова, обусловленного эдафическими факторами. В результате проводимого исследования было выявлено, что начальный этап сукцессии в экосистемах заброшенных меловых карьеров заключается в постепенном освоении техногенного нарушения одно-, двухлетними видами растений, которые присущи стадии пионерного зарастания. Также было установлено, что на всех объектах исследования на стадии сформированного растительного сообщества наблюдается тренд на высокое содержание органогенных элементов питания растений. А и АС горизонты новообразованных почв обладают высокими показателями гумуса, азота общего, нитратов, и в результате сукцессии в этих горизонтах сильно снижен водородный показатель рН относительно материнской породы и участков пионерного зарастания и начального почвообразования. В совокупности физических эдафических факторов мело-мергельные породы выступают сильным геохимическим барьером, который препятствует прониканию органогенных элементов вглубь по почвенному профилю. Это вынуждает продукты жизнедеятельности бактериального сообщества и растительных группировок концентрироваться на поверхности, образуя маломощные органогенные горизонты.

**Ключевые слова:** меловые карьеры, естественное зарастание, почвообразование, нарушенные земли, новообразованные почвы, карболитозёмы, кальцефитные фитоценозы

**NATURAL OVERGROWTH OF QUARRY-DUMP COMPLEXES  
AND TRANSFORMATION OF EDAPHIC CONDITIONS  
IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE ZONE****Manuylov A.A.***Federal State Scientific Institution "Belgorod Federal Agrarian Scientific Center  
of the Russian Academy of Sciences", Belgorod, e-mail: infal52@yandex.ru*

The work is a generalization of studies of the succession potential of calciferous plant communities on the territory of technogenically disturbed lands. As a result of field studies of disturbed geosystems on the territory of quarry-dump geocomplexes of chalk deposits, an assessment of the course of plant succession of calcifytic phytocenotic groupings was carried out. The main edaphic changes that appear in the process of natural overgrowth of disturbed lands were identified, evaluated and described. The assessment of the formation of soil and vegetation cover caused by edaphic factors is given. As a result of the conducted research, it was revealed that the initial stage of succession in the ecosystems of abandoned chalk quarries consists in the gradual development of technogenic disturbance by one- to two-year-old plant species that are inherent in the stage of pioneer overgrowth. It was also found that at all research objects at the stage of the formed plant community, there is a trend for a high content of organogenic plant nutrition elements. A and AC horizons of newly formed soils have high indicators of humus, total nitrogen, nitrates, and as a result of succession in these horizons, the hydrogen pH index is greatly reduced relative to the parent rock and areas of pioneer overgrowth and initial soil formation. In the aggregate of physical edaphic factors, chalk-marl rocks act as a strong geochemical barrier that prevents the penetration of organogenic elements deep into the soil profile. This forces the waste products of the bacterial community and plant groups to concentrate on the surface, forming low-power organogenic horizons.

**Keywords:** cretaceous quarries, natural overgrowth, soil formation, disturbed lands, newly formed soils, carbolithozems, calcifytic phytocenoses

В соответствии со статистическими данными федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии России количество нарушенных земель неуклонно увеличивается каждый год [1]. В 2020 г. количество земель, нарушенных при производстве работ по добыче полезных ископае-

мых, увеличилось на 9,1 тыс. га и составило 1,1 млн га. Добыча полезных ископаемых неразрывно связана со многими экологическими проблемами [2], и одной из них является формирование карьерно-отвального типа ландшафта ввиду технологических особенностей работ по выемке горных пород [3].

Нарушенные земли теряют свою биологическую продуктивность и выходят из биологического круговорота ввиду многих неблагоприятных для зарастания факторов [4]. Также стоит отметить, что любые изменения природных геосистем под влиянием антропогенного или техногенного фактора стоит считать лишь условно обратимыми [5], что обуславливает необходимость если не полностью восстановить природное состояние геосистем, то хотя бы запустить в них процессы самоорганизации.

Для решения данных экологических проблем в России существует нормативно-правовая база, которая вынуждает недропользователей проводить работы по рекультивации нарушенных земель [6, 7]. Однако ввиду того, что зачастую запасов плодородного слоя почвы оказывается недостаточно для проведения работ по рекультивации (при условии, что работы проводились с сохранением плодородного слоя) [8] и проведение работ выполняется затратными и технологически сложными методами, то большая часть карьеров по добыче полезных ископаемых остается под самозарастание [9].

На территории Белгородской области находится около 50% общероссийских балансовых запасов мела в размере около 556 млн т [10]. Выработка мело-мергельных пород производится в большинстве районов Белгородской области на учтенных карьерах государственного баланса и несанкционированных выработках. В соответствии с характером и системностью выработки мело-мергельных пород определяется и разная степень техногенных нарушений. На санкционированных крупных карьерах после завершения этапа выемки горных пород нельзя обойтись без капитальных мероприятий по рекультивации ввиду сильного техногенного нарушения геосистем. Однако на территории несанкционированных или малых карьеров добычи мела, которых насчитывается более 300 шт. [11], можно провести мероприятия по возврату нарушенных экосистем в квазиприродное состояние с минимальными стимулирующими воздействиями, что обуславливает экономическую рентабельность проведения подобных мероприятий.

Учитывая распространенность подобных самозарастающих посттехногенных карьерно-отвалных геосистем и стремительное увеличение их количества [1], существует потребность в изучении процессов организации растительного сообщества в процессе растительной сукцессии и ана-

лизе трансформации эдафических условий с течением времени.

Целью исследования явилось изучение процессов естественного зарастания и почвообразования на посттехногенных карьерно-отвалных геосистемах.

#### **Материалы и методы исследования**

Объекты исследования – заброшенные карьеры по добыче пшечевого мела на территории Белгородской области. Для анализа процессов, которые происходят в геосистемах в процессе сукцессии, на каждом объекте исследования было выбрано по две точки анализа. Для выявления мест отбора проб и анализа разных этапов протекания сукцессии анализировалась в первую очередь фитоценологическая группировка. По состоянию фитоценоза проводился отбор участков различного времени зарастания: так на участках со сложной растительной группировкой были определены участки продвинутых стадий формирования эдафических и растительных условий в процессе самозарастания, а на участках с низким проективным покрытием и бедным видовым составом были отобраны участки стадии пионерного зарастания и первичного почвообразования.

#### *Участок исследования естественного зарастания посттехногенных геосистем в с. Графовка*

Участок исследования находится на территории Графовского сельского поселения Шебекинского городского округа Белгородской области. Представляет собой заброшенный карьер по добыче пшечевого мела общей площадью около 2 га. Высота над уровнем моря 142 м, географические координаты месторождения – N50°25'20,2475», E36°42'57,5486». Территория техногенных нарушений фрагментирована, представляет собой несколько участков разработки, отсутствует системность добычи, что дает основания предполагать, что выработка полезных ископаемых была несанкционированной.

Географические координаты участка с развитым растительным сообществом – N50°25'21,4646» E36°42'59,6280». Координаты участка на стадии пионерного зарастания – N50°25'21,2302» E36°42'58,3148» (рис. 1).

#### *Участок исследования естественного зарастания посттехногенных геосистем в с. Петропавловка*

Участок исследования техногенно нарушенных геосистем находится в с. Пе-



вого состава фитоценоза на трех объектах исследования можно утверждать, что сукцессия нарушенных экосистем изначально на стадии пионерного зарастания происходит посредством захвата свободной экологической ниши однолетними-двулетними рудеральными видами. Происходит это по причине того, что данные виды максимально толерантны к жестким эдафическим факторам посттехногенных геосистем. Так, например, наибольшее распространение на стадии пионерного зарастания в с. Графовка (табл. 2) получил вид *Senecio vernalis*, на стадии пионерного зарастания карьерно-отвалных геоккомплексов в с. Петропавловка присутствовали в большем количестве *Daucus Carota* и *Senecio vernalis* (табл. 4), а на участке пионерного зарастания в с. Знаменка наибольшее распространение получил *Terraxacum officinale* (табл. 6). По большей части все эти растения являются сорными однолетниками и двулетниками, кроме *Terraxacum officinale*, который является многолетником и был выявлен одним из основных видов растительности на стадии пионерного зарастания в с. Знаменка. Наличие многолетнего *Terraxacum officinale* на стадии пионерного зарастания в с. Знаменка связано с устойчивостью данного вида к экологическим факторам среды и лучшими эдафическими условиями, нежели на остальных контрольных участках пионерного зарастания (табл. 1, 3, 5). На участке рецентного почвообразования на техногенно нарушенных землях в с. Знаменка самое низкое значение рН (7,95 ед.), больше всего общего азота (0,05%) и азота в нитратной форме (5,39 мг/кг), лучше нитрификационная способность,

выше показатель гумусированности почвы (3,06%) в верхнем горизонте. Данные факторы свидетельствуют о том, что первичное почвообразование в с. Знаменка во временном отношении началось раньше, чем на остальных объектах исследования, и позволило пионерной группировке многолетних растений начать осваивать экологическую нишу.

На остальных объектах исследования пионерное зарастание протекает в том же тренде. На участке пионерного зарастания в с. Графовка наибольшее развитие получил вид *Lactuca Serriola*, что является двулетним растением с высокой толерантностью к условиям среды. Положительной динамикой развития растительной сукцессии можно считать появление многолетних видов *Salvia verticillate* (кальцефитный вид) и *Inula Britannica* (табл. 2).

На участке начальной растительной сукцессии на техногенно нарушенных землях в с. Петропавловка наибольшее распространение получили двулетние виды *Senecio vernalis* и *Daucus carota*, что соответствует начальным этапам зарастания техногенного нарушения (табл. 4). Благоприятным фактором развития зарастания можно считать наличие многолетнего *Juncus effeusus* в единичном числе и некоторое количество кальцефитного многолетника *Vupleurum falcatum*.

Таким образом, на участках начальной растительной сукцессии можно наблюдать тренд к постепенному освоению нарушенной территории одно-, двухлетними видами и постепенное заселение на следующем этапе сукцессии многолетниками.

Таблица 1

Результаты анализа почвенных проб объектов исследования в с. Графовка

Вариант	Глубина слоя, см	рНвод	N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	Нитрификационная способность, мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	MeCO <sub>3</sub> , %	Гумус, %	Сорг, %	Общий N, %	ЕКО мм в 100 г
Сформированное сообщество	0-6	7,68	15,3	34,2	58,56	79,04	8,50	4,93	0,14	16
	40	8,13	2,38	0,83	18,40	94,05	0,21	0,12	0,03	28
Пионерное сообщество	0-10	8,01	2,18	3,97	8,88	90,05	0,64	0,37	0,02	38
	30	7,78	1,83	0,68	14,68	92,55	0,11	0,06	0,02	26

Таблица 2

Состав фитоценотического сообщества в местах отбора проб  
на карьере писчего мела в с. Графовка

Вариант	Проективное покрытие, %	Количество видов, шт.	Виды растений
Сформированное сообщество	> 90	14	<i>Daucus carota</i> (cop.), <i>Artemisia vulgaris</i> (cop.2), <i>Eryngium planum</i> (sol.), <i>Trifolium hybridum</i> (cop.3), <i>Potentilla anserina</i> (Sp.), <i>Chamaecytisus austriacus</i> (Sp.), <i>Astragalus glycyphyllos</i> (Soc.), <i>Sonchus arvensis</i> (Sol.), <i>Lactuca serriola</i> (sol.), <i>Dipsacus laciniatus</i> (Un.) <i>Agrimonia eupatoria</i> (cop.2), <i>Agrostis tenuis</i> (Sp.), <i>Cichorium cyanus</i> (Sol.), <i>Medicago lupulina</i> (Cop. 2.)
Пионерное сообщество	< 5	4	<i>Inula britannica</i> (Sol.), <i>Daucus carota</i> (Un.), <i>Salvia verticillate</i> (Un.), <i>Lactuca serriola</i> (sol.)

Таблица 3

Результаты анализа почвенных проб объектов исследования в с. Петропавловка

Вариант	Глубина слоя, см	pHвод	N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	Нитрификационная способность, мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	MeCO <sub>3</sub> , %	Гумус, %	Сорг, %	Общий N, %	ЕКО мМ в 100 г
Сформированное сообщество	0–5	7,53	2,25	17,05	73,73	77,04	7,35	4,26	0,16	12
	30	8,27	1,62	1,13	11,13	91,55	0,05	0,02	0,02	44
Пионерное сообщество	1	7,98	5,07	2,1	28,18	94,05	1,41	0,87	0,05	2
	30	8,28	1,83	0,99	12,41	98,55	0,24	0,13	0,02	32

Таблица 4

Состав фитоценотического сообщества в местах отбора проб  
на карьере писчего мела в с. Петропавловка

Вариант	Проективное покрытие, %	Количество видов, шт.	Виды растений
Сформированное сообщество	> 90	12	<i>Daucus carota</i> (Sp.), <i>Senecio vernalis</i> (Cop.3), <i>Agrimonia eupatoria</i> (Cop.), <i>Festuca pratensis</i> (Cop.3), <i>Achillea nobilis</i> (Sol.), <i>Pimpinella saxifrage</i> (Sp.), <i>Cichorium intybus</i> (Sp.), <i>Centaurea jacea</i> (Cop.2), <i>Verbascum minor</i> (Sol.), <i>Melilotus albus</i> (Cop.1), <i>Deschampsia cespitosa</i> (Cop.), <i>Calamagrostis epigeios</i> (Sp.)
Пионерное сообщество	< 10	5	<i>Senecio vernalis</i> (Sol.), <i>Bupleurum falcatum</i> (Sp.), <i>Juncus effusus</i> (Un.), <i>Daucus carota</i> (Sol.), <i>Cichorium cyanus</i> (Un.)

Таблица 5

Результаты анализа почвенных проб объектов исследования в с. Знаменка

Вариант	Глубина слоя, см	pHвод	N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	Нитрификационная способность, мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	MeCO <sub>3</sub> , %	Гумус, %	Сорг, %	Общий N, %	ЕКО мМ в 100 г
Сформированное сообщество	0–4	7,26	47,9	82,1	220,55	30,51	20,3	11,77	0,67	28
	4–7	7,88	2,79	4,31	63,58	91,05	2,96	1,71	0,08	20
	>7	8,27	2,29	0,58	0,73	93,55	0,63	0,36	0,02	58
Пионерное сообщество	0–2	7,95	5,39	15,91	21,22	95,05	3,06	1,77	0,05	10
	> 2	8,12	2,07	0,79	0,37	95,55	0,08	0,04	0,01	14

Таблица 6

Состав фитоценотического сообщества в местах отбора проб на карьере писчего мела в с. Знаменка

Вариант	Проективное покрытие, %	Количество видов, шт.	Виды растений
Сформированное сообщество	> 90	8	<i>Achillea nobilis</i> (Un.), <i>Calamagrotis epigeios</i> (Soc.), <i>Festuca pratensis</i> (Cop.2), <i>Daucus carota</i> (Cop.1), <i>Carex contigua</i> (Sp.), <i>Astragalus danicus</i> (Sp.), <i>Lactuca serriola</i> (Sp.), <i>Robinia pseudoacacia</i> (Un.)
Пионерное сообщество	< 10	3	<i>Achillea nobilis</i> (Un.), <i>Senecio viscosus</i> (Un.), <i>Terraxacum officinale</i> (Sp.)

На участках сформированного растительного сообщества видовой состав и количество видов кардинально меняется относительно стадии пионерного зарастания. На всех объектах исследования стадия развитого растительного сообщества соответствовала проективному покрытию более 90% и количество видов увеличивалось в несколько раз относительно стадии пионерного зарастания.

На участке развитого растительного сообщества в с. Знаменка видовое разнообразие было почти в три раза больше, чем на стадии пионерного зарастания, и проективное покрытие увеличилось более чем на 80%. Доминантным видом растительного сообщества является многолетник *Calamagrotis epigeios* и следующим видом по количеству растений на контрольном участке является многолетний *Festuca pratensis* (табл. 6). Охарактеризовать сформированное растительное сообщество в с. Знаменка можно как вейниково-овсянищевое, что

определяет его принадлежность к степным растительным сообществам. Также в составе фитоценоза присутствуют в большом количестве многолетники *Carex contigua*, *Astragalus danicus* и в небольшом количестве присутствует *Lactuca serriola*. По соотношению количества вегетационных периодов у представленных видов в растительном сообществе находятся в большинстве многолетние виды, что характерно для сформированного растительного сообщества.

На участке развитого растительного сообщества на техногенно нарушенных землях в с. Графовка видовое разнообразие было в 3,5 раза больше, чем на участке пионерного зарастания, а проективное покрытие составило более 90% (табл. 2). В составе фитоценоза наибольшее распространение получили виды *Astragalus glycyphyllos* и *Trifolium hybridum*. Также в составе фитоценотической группировки присутствуют в значительном количестве многолетники *Artemisia vulgaris*, *Agrimo-*

*nia eupatoria*. В меньшем количестве представлены многолетники *Sonchus arvensis*, *Agrostis tenuis*, *Cichorium cyanus*, *Eryngium planum*. В результате ботанического описания были выявлены следующие однолетние виды: *Medicago lupulina*, *Dipsacus laciniatus*, *Lactuca serriola*. Поскольку определить видо-доминант не представляется возможным ввиду отсутствия видов, образующих общий фон, то данное растительное сообщество может быть охарактеризовано как разнотравно-астргалльно-клеверное. В данном фитоценозе также прослеживается тенденция на большее присутствие многолетних видов по отношению к одно- и двухлетним в процессе растительной сукцессии.

На участке развитого растительного сообщества на техногенно нарушенных землях в с. Петропавловка видовое разнообразие было в два раза больше относительно участка пионерного зарастания (табл. 4). Наибольшее количество растений было представлено многолетниками *Festuca pratensis*, *Agrimonia eupatoria*. В меньшем количестве присутствуют многолетние виды *Achillea nobilis*, *Pimpinella saxifrage*, *Cichorium intybus*, *Centaurea jacea*, *Verbascum minor*, *Deschampsia cespitosa*, *Calamagrostis epigeios*. Одно- и двухлетние виды были представлены такими видами, как *Senecio vernalis*, *Melilotus albus* и *Daucus carota*. На участках естественного зарастания в с. Петропавловка также сохраняется тренд на большее количество многолетних видов в составе сформированного растительного сообщества по отношению к однолетним. По наиболее многочисленным представленным видам можно охарактеризовать данное растительное сообщество как разнотравно-овсяно-репешковое.

Таким образом, на всех объектах исследования на территории сформированного растительного сообщества фитоценоз представлен многолетними растениями с небольшой долей одно- и двухлетних видов. Наблюдается тенденция к постепенному остепнению.

*Эдафическая оценка участков естественного зарастания.* Под влиянием естественной посттехногенной растительной сукцессии происходит трансформация эдафических условий. Изначально техногенно нарушенные земли обладают большим количеством негативных эдафических факторов, влияющих на зарастание, таких как высокая плотность, высокое альbedo, низкая влагоемкость и водопроницаемость, низкая пористость и др. В сравнении агрохимических

характеристик участков сформированного растительного сообщества и пионерного на карьерно-отвальных геоконплексах в с. Графовка можно заметить, что в процессе зарастания и развития фитоценогической группировки происходит активное накопление азота в общем содержании и в нитратной форме, активное гумусонакопление, снижение pH, увеличение нитрификационной способности за счет большей пористости, снижается емкость катионного обмена и содержание карбонатов, происходит накопление подвижного фосфора (табл. 1). На участке сформированного сообщества в результате первичного почвообразования начинают выделяться морфологические слои, где начинает проследиваться генетический горизонт А (0–5 см) и переходный АС (5–6 см) (рис. 1).

На участке сформированного растительного сообщества в с. Петропавловка происходят аналогичные изменения эдафических условий по отношению к участку пионерного сообщества (табл. 3). На участке начального почвообразования происходит накопление гумуса, азота, фосфора, нитратов, снижается количество карбонатов в верхнем горизонте. На участке сформированного сообщества анализ выявил меньшее количество нитратов по сравнению с участком пионерного зарастания, но большую нитрификационную способность. Низкое содержание нитратов связано с активной фазой вегетации фитоценогического сообщества, где азот нитратной формы расходуется на активное увеличение биомассы, а повышенная нитрификационная способность связана с увеличением пористости верхнего горизонта, что благоприятно для формирования и существования сообщества азотфиксирующих бактерий. На участке сформированного сообщества в процессе зарастания начали выделяться отчетливо А и АС горизонты почвы (рис. 2).

На объектах исследования естественного зарастания и почвообразования на карьерно-отвальных геоконплексах в с. Знаменка было зафиксировано коренное изменение эдафических условий в результате естественного зарастания и начального почвообразования на участке сформированного растительного сообщества. В выделяемом А горизонте (рис. 3) 0–4 см было выявлено значительное количество: подвижного фосфора, гумуса, азота общего и в нитратной форме. Сильно снижено количество карбонатов и водородный показатель (табл. 5). Данные факты свидетельствуют об очень активной деятельности микробиологического сообщества и фито-

ценотической группировки в органическом круговороте веществ в верхнем горизонте. Выделяемый горизонт А относительно небольшой, всего 4 см, но по данным агрохимического анализа в данном горизонте происходит основной органический круговорот веществ. Среди всех объектов исследования на стадии сформированного растительного сообщества на участке в с. Знаменка наблюдается наибольшая нитрификационная способность, что косвенно свидетельствует о наибольшей активности микробиологического сообщества среди всех объектов исследования. Также данный факт подтверждается увеличенным количеством подвижного фосфора (220,55 мг/кг), который изначально находится в материнской породе в виде фосфатов кальция и мобилизуется под воздействием кислот, продуцируемых микроорганизмами [13, 14].

### Заключение

Начальный этап сукцессии в экосистемах заброшенных меловых карьеров заключается в постепенном освоении техногенного нарушения одно-, двухлетними видами растений, которые присущи стадии пионерного зарастания. На первых этапах зарастания характерен бедный видовой состав и малое проективное покрытие территории нарушения, что постепенно изменяется в процессе сукцессии. В процессе освоения территории нарушения растительными группировками происходит замещение видов однолетников на многолетние виды, а в зависимости от стадии протекания сукцессии наблюдается постепенное остепнение нарушенных земель. Данная динамика показательна по видовому составу фитоценоза на нарушенных землях с. Знаменка, где сукцессия происходит на протяжении более длительного времени.

Стоит отметить, что на всех объектах исследования на стадии сформированного растительного сообщества наблюдается тренд на высокое содержание органо-генных элементов питания растений. А и АС горизонты новообразованных почв обладают высокими показателями гумуса, азота общего, нитратов, и в результате сукцессии в этих горизонтах сильно снижен водородный показатель рН относительно материнской породы и участков начального почвообразования. В совокупности физических эдафических факторов мело-мергельные породы выступают сильным геохимическим барьером, который препятствует прониканию органо-генных элементов вглубь по по-

чвенному профилю. Это вынуждает продукты жизнедеятельности бактериального сообщества и растительных группировок концентрироваться на поверхности, образуя маломощные органо-генные горизонты.

### Список литературы

1. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии «Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2020 году» // Официальный интернет-портал правовой информации. 2021. URL: [https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/Государственный%20\(национальный\)%20доклад\\_2020.pdf](https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/Государственный%20(национальный)%20доклад_2020.pdf) (дата обращения: 25.05.2022).
2. Будыкина Т.А., Соболев А.И. Экологические проблемы горнодобывающей промышленности Курской области // Актуальные вопросы охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности промышленных регионов. Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2017. С. 271–273.
3. Петрищев В.П., Чибилев А.А. Закономерности формирования современной ландшафтной структуры горно-технических комплексов медноколчеданных месторождений Оренбургской области // Проблемы региональной экологии. 2010. № 2. С. 89–94.
4. Юдина Ю.А. Рекультивация земель, природоохранные мероприятия, направленные на плодородие нарушенных земель // Охрана биоразнообразия и экологические проблемы природопользования. Пенза: Пензенский государственный университет, 2020. С. 282–284.
5. Голеев П.В. Антропогенное нарушение и самоорганизация природных геосистем // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах. Белгород: Политерра, 2015. С. 32–35.
6. Акт правительства Российской Федерации от 10.07.2018 № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель» // Официальный интернет-портал правовой информации. 2018 г. с изм. и доп. в ред. от 07.03.2019. [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201807120031> (дата обращения: 25.05.2022).
7. Закон Российской Федерации от 21 февраля 1992 г. № 2395-1 «О недрах» // Российская газета. 1992 г. Ст. 22 с изм. и доп. в ред. от 01.04.2022. URL: <https://rg.ru/documents/2022/07/22/document-fz343.html> (дата обращения: 25.05.2022).
8. Галанина Т.В., Любимова К.В. Проблемы рекультивации и восстановления нарушенных земель при открытой разработке месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № 8. С. 256–259.
9. Галайда К.П., Тальгамер Б.Л. Оценка самозарастания горных выработок на карьере известняков в г. Инкерман Крымского полуострова // XXI век. Техносферная безопасность. 2022. № 7. С. 75–84.
10. Дегтярь А.В., Григорьева О.И., Татаринцев Р.Ю. Экология Белогорья в цифрах: монография. Белгород: КОНСТАНТА, 2016. 122 с.
11. Фурманова Т.Н. Геоэкологическая оценка воздействия добычи общераспространенных полезных ископаемых на состояние окружающей среды (на примере Белгородской области): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Белгород, 2015. 23 с.
12. Шанцер И.А. Растения средней полосы Европейской России. Полевой атлас. 6-е изд., М.: Т-во научных изданий КМК, 2020. 461 с.
13. Ляховиченко Н.С., Чепурина А.А., Артемьева И.А., Сенченков В.Ю., Сиротин А.А., Соляникова И.П. Антагонистическая и фосфатсолоблизационная активность грамотрицательной споронеобразующей почвенной бактерии // Достижения науки и техники АПК. 2021. № 8. С. 4–8.
14. Донияров Н.А., Тагаев И.А., Асроров А.А., Хуррамов Н.И., Каршиева М.С., Эргашева Ю.О. Основные механизмы микробиологического превращения природных соединений фосфора // Вестник науки и образования. 2020. № 9–3 (87). С. 9–14.