

УДК 631.4

## ПРОБЛЕМА РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ НАРУШЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ УГЛЕДОБЫЧИ

Анянова Е.В., Крайнова Т.С., Воронов М.П.

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»,  
Екатеринбург, e-mail: mstrk@yandex.ru

Статья содержит анализ публикаций, посвященных проблеме рекультивации земель, нарушенных в процессе угледобычи. Анализируются различных концепций и подходы к процессам восстановления почвенного и растительного покровов, а также развитие этих концепций и подходов. Исследуются зарубежные авторы (Knad, Limstrom, Hall, Adamowicz и другие), русскоязычные авторы (Колесников, Кулагин, Левит, Лукьянец, Маковский, Новак, Махонина, Чибрик, Махонина, Накаряков, Назаренко, Пасынкова, Прокопьев, Тарчевский, Тарчевский, Чибрик, Хамидулина, Чибрик, Шилова, Штина и другие).

**Ключевые слова:** рекультивация земель, восстановление, растительный покров, почвенный покров

## PROBLEM OF LAND RECULTIVATION DISTURBED DURING COAL MINING

Anyanova E.V., Krainova T.S., Voronov M.P.

Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, e-mail: mstrk@yandex.ru

The article contains an analysis of publications devoted to the problem of reclamation of land disturbed in the process of coal mining. The different concepts and approaches to the processes of recovery of soil and vegetation, as well as the development of these concepts and approaches are analyzed. We studied the foreign authors (Knad, Limstrom, Hall, Adamowicz, and others), the Russian-speaking authors (Kolesnikov, Kulagin, Leviticus, Lukyanets, Makovsky, Novak, Makhonina, Cibric, Makhonina, Nakariakov, Nazarenko, Pasynkova, Prokopiev, Tarchevsky, Tarchevsky, Cibric, Khamidulina, Cibric, Shilov, Shtina and others).

**Keywords:** land reclamation, restoration, vegetation, soil cover

Научно-техническая революция сопровождается всеобъемлющей технизацией общественного производства и всех сторон жизни людей. Она создает безграничные возможности для роста благосостояния людей и движения общества по пути социального прогресса. Высокая энерговооруженность и глобальный характер освоения природных ресурсов придали деятельности общества в течение последнего столетия значение планетарной силы, по результатам воздействия на природу соизмеримой с геологическими механизмами эволюции Земли. Но успехи науки и техники, освобождающие человека от прямой зависимости от сил и ресурсов природы, одновременно явились причиной опасного, вызывающего тревогу обострения взаимоотношений между ними.

Научно-технический прогресс в его теперешнем развитии сопровождается разнообразными и непредвиденными побочными и сопутствующими процессами и явлениями, которые неумолимо влекут за собой нарушения целостности биосферы, снижение уровня ее продуктивности, ослабление механизмов биогеохимического и энергетического равновесия, сложившихся на протяжении долгой геологической истории Земли. Быстро расширяются пространства, лишенные почв и сомкнутой растительности, с деградирующим почвенно-растительным покровом, с почвами, резко снизившими плодородие.

Разнообразные нарушения целостности и сплошности «пленки жизни» (Вернадский, 1965) в биосфере, возникновение низкопродуктивных, а часто почти бесплодных отвалов различных категорий и разновидностей, ухудшающих условия существования людей, – характерная особенность современного этапа истории человечества, этапа техногенеза (Колесников, 1974).

Растительный покров одевает сушу земного шара в виде сплошного ковра, прерывающегося лишь там, где он уничтожен человеком, и в местах с крайне неблагоприятными условиями (Александрова, 1969). Современный растительный покров Земли – результат длительного исторического развития.

Процесс естественной эволюции, в результате которой сформировалось современное разнообразие растительности в соответствии с разнообразием типов климата и почв, протекал очень медленно. В последние два столетия он полностью подавлен быстрым процессом эволюции под влиянием человека – антропогенной эволюцией (Миркин и др., 2000). Антропогенная растительность обязана своим возникновением и развитием воздействию человека на природу и включает в себя как искусственно создаваемые сообщества (культурфитоценозы), так и спонтанно развивающиеся ценозы (растительность техногенных

субстратов и вторичных местообитаний). Антропогенная эволюция может быть целенаправленной (программируемой), когда человек ставит задачу создать новые типы фитоценозов, соответствующие его потребностям, и стихийной, которая спонтанно сопровождает деятельность человека. Стихийная антропогенная эволюция сегодня несравненно более значима, чем целенаправленная (Миркин и др., 2000).

Изучение антропогенной эволюции растительного покрова возможно при комплексном экологическом подходе, когда все протекающие процессы рассматриваются на разных уровнях организации уровня исследования от инфраценотического до популяционного.

Теоретические и практические работы по рекультивации нарушенных земель в нашей стране начали развиваться в начале 60-х годов двадцатого века, особенно интенсивно после принятия «Основ земельного законодательства Союза ССР и союзных республик» (1989). Только за 15-летний период (1971–1985 гг.) рекультивировано 1,4 млн га нарушенных земель, а подтвержденный экономический эффект составляет более 65 млн рублей.

Изучение процесса естественного восстановления почвенного и растительного покровов на промышленных отвалах и других типах техногенно нарушенных земель, т.е. процесса самозарастания, проведенного самой природой выполнялось на Украине (Бондарь, 1971, 1974; Бондарь, Додатко, 1973, 1974; Денисик, 1984), в Донбассе (Рева, Бакланов, 1974; Рева, Хархарота, Дмитриенко, 1978), в Подмосковье (Акулов, Макаров, 1980; Васильева, 1981; Моторина, Ижевская, 1967; 1980; Васильева, 1981), в Кузбассе (Баранник, 1973; Щербатенко, Кондрашин, 1977; Щербатенко, Шушуева, 1974; Трофимов, Овчинников, 1970), на отвалах Курской магнитной аномалии (Федотов, 1984), железорудных месторождений Северного Казахстана (Терехова и др., 1974) и в других регионах страны. Но особенно интенсивно эти работы проводились и проводятся на Урале (Колесников и др., 1976; Кулагин, 1982; Левит, 1978; Лукьянец, 1974 а, б; 1978; Маковский, Новак, 1974; Махонина, Чибрик, 1974 а, б; Махонина и др., 1976 а, б; Накаряков, Назаренко, 1980; Пасынкова, 1984, 1992; Прокопьев и др., 1974; Тарчевский, 1964, 1968; Тарчевский, Чибрик, 1969; 1970; Хамидулина, 1970; Чибрик, 1979; Шилова, 1970; 1974; Штина, и др., 1971; и др.), что обусловлено практическими задачами. Это старый горнопромышленный регион, где разработки ведутся более 50, а иногда и 100 лет. На

недавно нарушенных землях наблюдается процесс естественного восстановления биогеоценозов, особенно интенсивный на отвалах добывающей промышленности, расположенных в лесной зоне. За последние два столетия, также опубликовано большое количество работ, касающихся вопросов флористики (Куминова, 1960; Быков, 1960–1965; Малышев, 1965, 1969, 1972, 1973, 1975, 1976, 1981, 1987; Грюнер, 1977, 1979; Турков, Колесников, 1977; Толмачев, 1974, 1986; Юрцев, 1968, 1982, 1987 а, б; Юрцев, Камелин, 1991; Мартыненко, 1987, 1989; Вынаев, 1987; Камелин, 1987; Шеляг-Сосонко, Дидух, 1987; и др.), систематики сосудистых растений (Флора СССР, 1934–1960; Флора Сибири, 1988–1997; Тахтаджян, 1966; Черепанов, 1981; и др.), антропогенных изменений растительного покрова (Горчаковский, 1979, 1984; Малышев, 1981; Турков, 1980, 1981; Горчаковский, Шурова, 1982; Абрамчук, Горчаковский, 1980, 1983, 1984; Бурда, 1991; Мартыненко, 1994; Туганаев, Пузырев, 1988; Третьякова, Мухин, 2001; и др.) и т.д.

Процессы самозарастания отвалов также исследовались на отвалах Курской магнитной аномалии (Федотов, 1984), и железорудных месторождений Северного Казахстана (Терехова и др., 1975). Интенсивно эти работы велись и на Урале (Чибрик, 1979; Кулагин, 1982; Тарчевский, 1966; Тарчевский, Чибрик, 1969, 1970; Хамидулина, 1970), что было в значительной степени обусловлено практическими задачами. Динамику формирования фитоценозов изучали на отвалах, сходных по возрасту, однотипных по свойствам грунтосмесей. Поскольку в данном случае речь идет о процессе заселения растениями незанятых территорий (Миркин, Розенберг, 1983), то возникшие здесь фитоценозы являются первичными.

По мнению Т.С. Чибрик и Ю.А. Елькина (1989) при изучении формирующихся на нарушенных землях фитоценозов наметились два направления. Подавляющее большинство работ посвящено описанию фитоценозов, их флористическому или геоботаническому анализу вне связи с растительностью окружающих территорий, т.е. обычно они подчеркивают своеобразие с приведением подробного фактического материала. Второе направление – выведение обобщенных закономерностей по динамике сообществ на нарушенных промышленностью землях с использованием схем сингенетических сукцессий зонального плана, которые были выведены по результатам самозарастания залежей. В первом случае наблюдаются элементы абсолютизации своеобразия, во втором – его недооценка. Исследователями

практически не используется для анализа полученных данных богатый арсенал математических методов, позволяющих углубить анализ, достаточно полно разработанный именно в геоботанике.

В то же время фитоценозы техногенных ландшафтов являются очень удобным объектом для решения многих проблем геоботаники, особенно по динамике фитоценозов, так как известен стартовый момент их формирования. Повышенный интерес к проблеме динамики фитоценозов отмечается в настоящее время (Миркин, 1985). Фитоценозы техногенных ландшафтов в большинстве своем имеют обедненный видовой состав и упрощенную структуру, что значительно облегчает их анализ с использованием математических методов.

По мнению Б.М. Миркина, Л.Г. Наумовой и А.И. Соломещ (2000), имеется три подхода к анализу развития флористики: изучение региональных флор, т.е. выявление списка видов территорий, границы которых достаточно произвольны. Обычно – это границы административной единицы; изучение конкретных флор, т.е. флор экологически однородных территорий; оценка гамма-разнообразия, т.е. выявления зависимости числа видов во флоре от размера обследованной территории и природных условий (климата и рельефа).

Системный подход к пониманию флоры привел к развитию структурно-сравнительного анализа, который предполагает сравнение флор по определенным свойствам составляющей флору совокупности видов (Шеляг-Сосонко, Дидух, 1987).

Любая флора (региональная или конкретная) состоит из видов, различающихся по значительному числу параметров (систематической принадлежности, жизненной форме, географической характеристике, биологическим особенностям и т.п.). Поэтому качественный анализ состава флоры (составление различных спектров) – один из обязательных разделов любого флористического исследования, который позволяет понять историю и современное состояние флоры.

Понятие «флора» на протяжении исторических периодов не оставалось постоянным, а эволюционировало как в силу изменения целей, которые ставились перед флористикой, так в силу изменения понимания сущности вида (Шеляг-Сосонко, Дидух, 1987). В основу исследований современных ученых положено понятие о флоре как совокупности местных географических популяций всех видов растений, обладающей иерархической структурой (Юрцев, 1987). Флора одновременно и непрерывна,

и дискретна. Флора – это сложная, гетерогенная система, состоящая из конкретных элементарных флор экологических однородных территорий, которые в свою очередь состоят из парциальных (или локальных) флор. Исходя из сказанного, изучение флоры, выделенной по любому признаку, имеет самостоятельное научное, народнохозяйственное и природоохранное значение (Бурда, 1991).

Б.А. Юрцев (1987) рассматривает соотношение флористической и фитоценотической моделей растительного покрова, которые соответствуют разным уровням его организации. Ю.Р. Шеляг-Сосонко и Я.П. Дидухом (1987) флора и растительность рассматриваются как две самостоятельные системы популяций, существующие в неразрывном единстве. По мнению данных авторов флористический аспект взаимоотношения популяций отражает качественное разнообразие видов. Низшей ступенью территориальной иерархической флористических и фитоценологических систем является фитоценоз.

Формирование новых фитоценозов на антропогенных субстратах вследствие их самозарастания является одним из примеров стихийной антропогенной эволюции, при которой на нарушенных территориях возникают сочетания видов, отсутствующие в природе. Задача человечества поставить под контроль стихийные формы эволюции, разрушающие естественную растительность.

Проблема изучения естественной растительности нарушенных земель, в частности, отвалов горнодобывающей промышленности довольно подробно освещена в отечественной литературе. Большое число статей, докладов и монографий посвящено разработке данного вопроса по конкретным месторождениям отвалов (Ефанов, 1969; Логинова, 1969; Тарчевский, Автонеева, 1969; Тарчевский, Чибрик, 1969; Шилова, Зуева, 1969; Бекаревич и др., 1973; Бондарь, Додатко, 1973, 1974; Лукьянец, 1974 а, б; Прокопьев и др., 1974; Терехова и др., 1974; Шилова, 1974; Березнева, 1976; Махонина, Чибрик, 1975, 1976; Чибрик, 1979; Чибрик, Елькин, 1989, 1991; Чибрик, Шмелева, 1992 и др.). По мнению Т.С. Чибрик и Ю.А. Елькина (1991) изучение формирующихся фитоценозов позволяет оценить сложившиеся сообщества с точки зрения их места и роли в растительном покрове региона и прогнозировать их дальнейшее развитие.

Большое разнообразие промышленных отвалов потребовало от ученых, занимающихся проблемой их классификации. Первоначально были предприняты попытки

классификации отвалов по способу образования, морфологическим параметрам, литологическим и агрохимическим свойствам грунтов, т.е. по отдельным (2–3) признакам (Hall, 1957; Adamowicz et al., 1963; Тарчевский, 1964, 1967, 1970 а, б). Позднее были разработаны схемы классификаций природно-техногенных ландшафтов (Моторина, Овчинников, 1975; Мотрина и др., 1978; Федотов, 1978, 1985; и др.), а также предложен ряд классификаций пород, слагающих отвалы, по степени пригодности для биологической рекультивации (Knad, 1959; Limstrom, 1960; Овчинников, 1966; Денисов, Красавин, 1969; Горбунов, 1970; Горбунов и др., 1971; и др.).

С.С. Трофимовым и В.А. Овчинниковым (1970) разработана классификация форм техногенного рельефа. В работах Б.П. Колесникова и Г.М. Пикаловой (1973, 1974) дана обобщенная схема построения естественной классификации промышленных отвалов.

Мероприятия по устранению вредоносного влияния промышленных отвалов и более целесообразного их использования являются важной общегосударственной проблемой, в результате решения которой все нарушенные промышленностью земли должны быть возвращены народному хозяйству. Комплекс этих мероприятий можно объединить общим термином «рекультивация». Сюда входят все восстановительные работы по созданию культурного ландшафта на месте отвалов с переводом нарушенных земель в категорию сельскохозяйственных либо лесных угодий, а также зон отдыха и др. (Чибрик, 2002). Эффективность и качество рекультивации зависит от теоретического обоснования. Проводимые в этом направлении исследования сформировались в междисциплинарную отрасль научных знаний.

С конца 60-х годов развивается ландшафтно-экологический принцип подхода к рекультивации земель, в связи с чем указывается на необходимость комплексного ведения экологических исследований (Моторина, 1972, 1984, 1985; Шилова, 1974). Впервые, в плане комплексного решения, проблема рекультивации обсуждалась на научно-техническом совещании в Туле в 1964 году, принявшем специальные рекомендации, сыграли значительную роль в развертывании дальнейших рекультивационных работ. Л.В. Моторина (1985) отмечает, что основными направлениями комплексных исследований являются:

– изучение сукцессионных особенностей развития растительного покрова в природно-техногенных комплексах и на рекультивированных территориях;

– выявление индикационной роли растительности как показателя пригодности горных пород для биологической рекультивации;

– исследование эколого-биологических особенностей растений и их средообразующей роли в техногенных биогеоценозах;

– изучение начальных стадий почвообразования при естественной эволюции природно-техногенного комплекса и на рекультивируемых территориях, а также факторов позволяющих интенсифицировать этот процесс.

В работах российских ученых (Тарчевский, 1968 а, б; Моторина, 1970; Махонина, Чибрик, 1975; Чибрик, Елькин, 1990, 1991; и др.), дан глубокий анализ процессов естественного зарастания техногенных субстратов. Описаны составы растительных группировок, темпы зарастания нарушенных земель в зависимости от возраста, пород, климата, рельефа и других факторов.

При изучении самозарастания нарушенных территорий были выявлены определенные закономерности. Многими авторами отмечено, что формирование естественного растительного покрова идет в соответствии с зонально-географическими особенностями природного сукцессионного процесса (Терехова и др., 1974; Шилова, 1974; Колесников и др., 1976; Денисик, 1984; Чибрик, Елькин, 1991; и др.).

Рекультивационные сукцессии – это естественное или принудительные изменения растительности на месте «ран», нанесенных биосфере хозяйственной (в первую очередь промышленной) деятельностью человека – при горных разработках, добыче нефти и газа, на золотоотвалах и т.п. (Миркин и др., 2000).

В условиях сравнительно плодородных пород, выносимых на поверхность горных разработок, благоприятного климата и наличия источников семян в окружающих сообществах процесс самозарастания происходит достаточно интенсивно, и к 10–15-му году поверхность субстрата может быть уже покрыта практически сплошным дерном трав и даже разреженным пологом деревьев и кустарников (Миркин и др., 2000). В иных же условиях, на что указывается в большинстве работ, период процесса самозарастания может быть очень продолжительным. Последнее определяется степенью токсичности грунтов отвалов, геоморфологической, гидрологической и фитоценотической ситуацией при влиянии климатических условий данной зоны (Терехова и др., 1974; Моторина, 1975; Колесников и др., 1976; Чибрик, 1979, 2002). Как указывают Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова и А.И. Соломещ (2000) для имитации модели Ф. Иглера (высев смеси семян или использования

для экранирования техногенного субстрата почвы с банком семян) или модели благоприятствования (улучшение условий среды путем экранирования субстрата слоем торфа, использование удобрений и т. д.) необходимо вмешательство человека.

При анализе флоры естественных сообществ отвалов замечено, что с увеличением возраста на отвалах уменьшается число однолетников и двулетников, возрастает число многолетних видов. Одновременно происходит вытеснение сорных видов видами из других ценологических групп (Терехова и др., 1974; Шилова, 1974; и др.).

Формирование растительного покрова на нарушенных землях идет по типу сингенеза. Для разновозрастных сообществ определены стадии сингенеза (Шилова, Зуева, 1969; Рева, Бакланов, 1974; Шилова, 1974; Махонина, Чибрик, 1976; Махонина и др., 1976 а, б; Чибрик, 1979; Денисик, 1984). Ряд авторов (Моторина, Ижевская, 1980; Бондарь, Додатко, 1974; Кандрашин, 1979) выделяют три стадии сингенетических сукцессий: пионерные группировки, простые группировки, представленные в основном сорно-рудеральной растительностью, сложные группировки. А.Г. Вороновым, Л.Н. Тагуновой (1957) и А.Г. Вороновым (1963, 1973) была предложена схема выделения стадий сингенеза, которая была уточнена Л.Я. Курочкиной и В.В. Вухрер (1987), в четыре этапа: экотопическая группировка, простая группировка, элементарная сложная группировка и фитоценоз.

Многими авторами выделены виды-пионеры, и предложен ассортимент видов из естественной растительности, пригодных для целей биологической рекультивации (Тарчевский, Чибрик, 1969; Шилова, Зуева, 1969; Терехова и др., 1974; Колесников и др., 1976; Чибрик, 1979; Пасынкова, 1984).

В ряде работ (Тарчевский, 1964, 1967; Тарчевский, Чибрик, 1969, 1970; Моторина, Ижевская, 1967; Моторина, 1970; Бондарь, 1971; Лукьянец, 1974 а, б; Зайцев и др., 1977 и др.) рассмотрено естественное возобновление древесных растений, в том числе процесс самозарастания отвалов при закрытой разработке каменного и бурого угля. Часть авторов только констатируют факт зарастания отвалов древесной растительностью и приводят списки видов, другие приводят данные о сроках и условиях зарастания, росте и развитии молодых лесных сообществ, их устойчивости и производительности. Отмечено, что скорость зарастания отвалов древесной растительностью определяется возможностью заноса семян. Выпас скота, а также линейная и плоскостная водная эрозия оказывают отрицательное влияние на

поселение и рост древесных растений (Лукьянец, 1974 а, б; Ефанов, 1969).

Имеются работы по использованию данных о процессе самозарастания в качестве индикации свойств грунтов отвалов (Бекаревич и др., 1973).

По мнению Э.Б. Тереховой, Р.И. Ланиной и Л.Б. Фоменко (1974) естественная растительность формируется под влиянием:

- 1) зонально-климатических условий;
- 2) особенностей микроклимата и физико-химических свойств грунтов отвалов, обуславливающих в сочетании экотопический отбор растений;
- 3) окружающей растительности как источника заноса семян растений на бесплодную поверхность отвала.

В большинстве работ отмечена длительность формирования и малая продуктивность естественных сообществ на нарушенных землях, поэтому авторы указывают на необходимость проведения биологической рекультивации, полной или частичной (Лукьянец, 1974 а, б; Терехова и др., 1974; и др.).

Учитывая естественное возобновление растительности, зонально-географические особенности районов, геологическое строение месторождений для некоторых районов Урала было проведено биорекультивационное районирование (Колесников, Лукьянец, 1976; Лукьянец, 1978). Изучались начальные процессы почвообразования (Махонина, 1974, 1976 а, б, 1979 а, б, 1980; и др.), естественного восстановления почвенного и растительного покровов (Махонина, Чибрик, Ужегова, 1976 а, б; и др.) и химического состава травянистых растений (Махонина, 1976 б, в, 1978, 1981, 1987; Махонина, Галкина, 1980; Махонина, Кабонина, 1980; Карташева, 1984, 1985; и др.) на нарушенных промышленностью землях.

В.В. Тарчевский (1967) предлагает наиболее полную классификацию, в основу которой положено происхождение промышленных отвалов, а в качестве дополнительных признаков – их кислотность, механический состав, возраст, форма отвалов и возможные пути утилизации. В ней отвалы подразделяются:

- А. По происхождению.
  1. Отвалы добывающей промышленности (при добыче каменного угля, железа, цветных металлов и нерудных месторождений).
    - а) внешние и внутренние отвалы открытых разработок;
    - б) породные отвалы при подземной разработке – терриконы;
    - в) отвалы из перемешанных грунтов.
  2. Отвалы перерабатывающей промышленности:
    - а) насыпные (шлаки, отходы заводского происхождения и др.);

б) наливные (шламовые поля, золоотвалы и др.);

в) кладбища (захоронения в контейнерах и др.).

3. Прочие отвалы:

а) из остатков основного сырья;

б) из строительных остатков;

в) из заводского мусора.

Б. По возрасту:

1. Свежие (до 5 лет).

2. Молодые (до 15 лет).

3. Средневозрастные (40–50 лет).

4. Старые (более 40–50 лет).

В. По форме:

1. Поля нарушений с разнообразным мезо- и микрорельефом.

2. Длинновытянутые гребни, гривы.

3. Одиночные конусы, бугры.

5. Чашевидные (хвостохранилища, шламовые и шлако-наливные поля).

6. Неопределенные.

Г. По высоте:

1. Низкие (до 5 м).

2. Средние (до 25 м).

3. Высокие (до 50 м).

4. Очень высокие (свыше 50 м).

Д. По механическому составу:

1. Пылевидные (частицы менее 0,01 мм).

2. Пески (частицы до 0,1 мм).

3. Гравийные (частицы до 1 см).

4. Щебенчатые (частицы до 5 см).

5. Крупномерные (камни и глыбы свыше 5 см).

Е. По кислотности:

1. Кислые.

2. Нейтральные.

3. Щелочные.

Ж. По утилизации:

1. Идущие на вторичную переработку.

2. Употребляемые в строительстве.

3. Пригодные для удобрений.

4. Применяемые для дорожного покрытия.

5. Неиспользуемые.

Характеризуя большое разнообразие промышленных отвалов, В.В. Тарчевский группирует их следующим образом:

1) отвалы, образованные при добыче каменного угля;

2) железных руд;

3) руд цветных металлов;

4) других, преимущественно нерудных ископаемых.

Отвалы, образованные при добыче каменного угля, с точки зрения естественного зарастания и рекультивации наиболее изучены. Это объясняется тем, что они занимают обширные земельные территории, находятся в густонаселенных районах и доставляют наибольший ущерб сельскому

и лесному хозяйству. В связи с наличием в отвалах частиц каменного угля (до 15–20%) и большого содержания серы (2–6%) происходит их окисление и самовозгорание, в результате чего они десятилетиями горят, оставляя воздух населенных пунктов сернистым газом.

Углеобразование происходило в разные геологические периоды и при различной интенсивности движений земной коры, поэтому вскрышные породы, образующие отвалы, имеют разнообразный механический и химический состав. Часто каменноугольные отвалы содержат все необходимые для растений элементы питания (подвижные фосфор, калий и органические вещества). Большинство этих отвалов образовано переотложенными сланцами и глинами. Формирование первичной почвы здесь происходит следующим образом. Свежий отвал в первые два года оседает, к 20 годам поверхностный слой его на глубину 20 см выветривается, к 30 годам появляется незначительный слой гумуса толщиной до 2,5 см, а к 40–50 годам на глубину до 40 см образуется почвенный покров, близкий к зональному типу. Но на горелых отвалах даже через 100 лет отмечается лишь поверхностное выветривание с образованием слоя мелкой мучнистой пыли с ломкими кусочками сланца.

Анализируя общую картину естественного зарастания каменноугольных отвалов, В.В. Тарчевский (1967, 1970 а) намечает основной ряд сукцессий и его варианты в зависимости от положения отвала, источника семян и других показателей. В пионерной группировке на отвалах в возрасте до 15 лет ведущая роль принадлежит сложноцветным и частично злаковым. В период от 15 до 50 лет формируется разнотравно-злаковая растительность, в зависимости от значения рН – от богатой на нейтральных до скудной на кислых субстратах. После 50 лет развиваются различные варианты растительности с участием древесных и кустарниковых растений, чаще всего березняки, являющиеся пионерами сложных фитоценозов. На горелых отвалах в течение первых 20 лет колонизация растений слабая или совсем отсутствует, к 40 годам растительный покров все еще скуден, так как реакция субстрата продолжает оставаться кислой, а на отвалах в 60 лет уже обнаруживаются отдельные пятна растительности.

Методы рекультивации отвалов различны, но наиболее перспективна система мероприятий, складывающаяся из технологической и биологической подготовки отвалов для культуры экономически важных растений. Исследования по проблеме

биологической рекультивации на Урале имеют свои характерные особенности. На давно нарушенных землях наблюдается процесс естественного восстановления биогеоценозов (самозарастание). Только в Свердловской области различными отраслями промышленности нарушено свыше 65 тыс. га земель (Чибрик, 1992). Подавляющее большинство горнодобывающих предприятий не имеет запаса почвы и потенциально плодородных пород для улучшения свойств субстрата при биологической рекультивации. В связи с этим на Урале постоянно большое место занимали работы по изучению формирования фитоценозов на нарушенных промышленностью землях. Биологическая подготовка, требует строгого индивидуального подхода с учетом конкретных экологических условий (Чибрик, 2002). В то же время для разработки системы мероприятий с целью создания долговременных, высокопродуктивных экосистем с оптимальным сочетанием экологических условий, обеспечивающих развитие полноценных агро- и дендроценозов с соответствующим комплексом животного населения, необходимо проведение глубоких, системных экологических исследований. Только в этом случае можно прогнозировать необходимое направление развития рекультивируемых земель, избежать возможных экологических срывов, предотвратить возникновение очагов отрицательного воздействия на окружающую среду. По мнению А.П. Красавина, Т.С. Чибрик (1982), биологическая рекультивация часто является завершающим этапом рекультивационных работ, когда речь идет о создании устойчивых и продуктивных биогеоценозов определенного целевого назначения. Широко распространено природоохранное санитарно-гигиеническое направление биологической рекультивации, связано с посевом многолетних трав. При этом улучшается экологическая и рекреационная ситуация. Технологическая подготовка отвалов заключается в предварительном снятии почвы и подпочвы с контура участков, отведенных под вскрышные работы, в селективной выемке и раздельном складировании вскрышных пород, а затем, по окончании работ, в разравнивании поверхности отвала и нанесении на него вначале подпочвы, затем и почвы. Подготовительная таким образом поверхность отвала для предупреждения явлений эрозии засеивается и засаживается пионерными растениями, а через 3–5 лет становится пригодной для возделывания хозяйственно-ценных растений при обязательном внесении больших доз удобрений.

Общие направления исследований по разработке научно-обоснованной технологии рекультивации можно представить на примере Коркинского угольного разреза (Челябинский бурогольный бассейн, поселок Коркино), где они проводятся с 1978 г. и дали определенные положительные результаты как в методическом плане, так и в плане разработки технологии рекультивации (Красавин, Чибрик, 1982).

Т.С. Чибрик (2002, 2003) отмечает, что фитоценоз нужно рассматривать как интегральный показатель пригодности нарушенных промышленностью земель для биологической рекультивации, а при естественном восстановлении почвенного и растительного покровов – как наиболее доступный и информативный компонент биогеоценозов для оценки степени их сформированности, экологической и хозяйственной ценности, прогноза их развития и пр.

Сельскохозяйственная рекультивация проводится преимущественно на отвалах, поверхность которых сформирована потенциально плодородными породами или покрыта почвой (Чибрик и др., 1990). Частным случаем сельскохозяйственной рекультивации является создание коллективных садов и огородов на малопригодных породах при наличии достаточного количества органических и минеральных удобрений.

На Урале изучением промышленных отвалов под углом зрения восстановления этих земель для народного хозяйства занимается с 1959 года лаборатория промышленной ботаники Уральского государственного университета им. А.М. Горького. В настоящее время лаборатория, развивая ранее начатые исследования, уделяет существенное внимание выяснению общих закономерностей естественного зарастания промышленных отвалов в разных экологических (тип отвала) и географических (подзона) условиях. С учетом экономических показателей восстановления отвалов рекомендуется проводить культуру (посевы, посадки), а также использовать естественные силы природы, не затрачивая больших средств на рекультивацию. Данная проблема отражена в 14 выпусках научного сборника «Растения и промышленная среда», издаваемого в Уральском государственном университете.

Задачей большинства авторов было выяснение закономерностей зарастания отвалов древесной растительностью, т.е. поселения, роста и развития древесных растений, в разных экологических и географических условиях Свердловской области. Требовалось выявить, на отвалах каких типов возможно поселение древесных растений

естественным путем и формирование полноценных лесных сообществ без всяких дополнительных усилий, на каких допустимо ограничиться содействием естественному процессу зарастания, на каких – следует проводить активную лесную рекультивацию. Поскольку Свердловская область, на своей территории имела много отвалов разных типов, расположенных к тому же в разных лесорастительных зонах и подзонах ученым представлялась возможность получить очень интересные данные.

Эффективность самозарастания и почвообразования во многом зависит от параметров отвалов (высота, размеры, расстояние от источников обсеменения), определяющих доступность их поверхности для семян из прилегающих насаждений. Большинство авторов отмечает, что на высоких отвалах, на их крутых склонах и положительных формах микрорельефа, подверженных эрозии (водной и ветровой), а также в центре отвалов самозарастание всегда идет хуже и медленнее, чем на низких, с пологими склонами и малых размеров, особенно если они окружены близко расположенной и хорошо сохранившейся естественной растительностью. Выпас домашнего скота на отвалах, хотя и сопровождается заносом семян некоторых видов растений (преимущественно сорных), всегда вреден для самозарастания, способен надолго задержать его развитие, резко снижает продуктивность возникающих фитоценозов, тормозит почвообразование.

По мнению Т.С. Чибрик и М.А. Шмелевой (1992), П.Л. Горчаковского (1979) формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях идет под прямым воздействием зонально-климатических условий, последнее косвенно проявляется через влияние зональной растительности как источника заноса диаспор. При формировании фитоценозов в техногенных ландшафтах наблюдаются и некоторое сво-

еобразии, связанное со спецификой конкретных экологических условий. Вероятно, здесь находят отражение отдельные элементы антропогенного изменения растительного покрова регионов, но в условиях отвалов эти процессы ускоряются и обостряются.

Значительное количество работ было посвящено исследованию роста и развития растений в культурфитоценозах, созданных в процессе биологической рекультивации, химическому составу растений в культурфитоценозах и на участках самозарастания, влиянию отходов промышленных предприятий на рост и развитие растений. В работах Г.П. Серой и Т.С. Чибрик (1982, 1984, 1985) было показано, что при анализе состояния экспериментальных посевов наиболее приемлемым оказался популяционный подход, а сами посевы рассматривались как ценопопуляция.

Термин «ценопопуляция» предложен в 1961 г. Г.В. Петровским. Проблема границ ценопопуляции решалась на основе тех же принципов, что и вопрос о границах фитоценозов (Ниценко, 1968; Александрова, 1971). Ценопопуляция – совокупность особей одного вида в границах фитоценоза, условное понятие, широко используемое в демографии растений (Миркин, Розенберг, 1983). Иногда к этому добавляют указание на разнородность возрастной и жизненного состояния особей этой совокупности. Ю.А. Злобин (1989) определяет ценопопуляцию как закономерно повторяющуюся, занимающую определенную однородную территорию совокупность особей одного вида, которая находится в пределах того или иного ситаксона, формируется под воздействием однородных фитоценологических условий и одинаково на них реагирует.

В системе иерархической организации живого ценопопуляция, занимает особое положение, находясь на пересечении генетического и пространственного рядов биосистем разного уровня (рисунок).

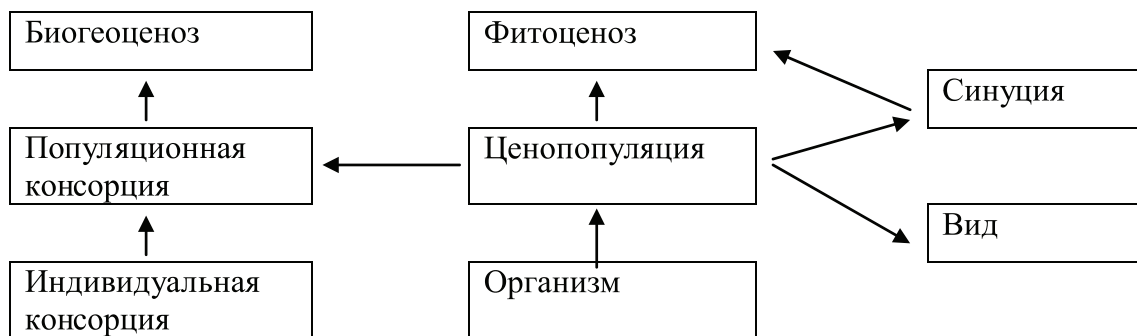


Схема иерархических рядов рассматриваемых биосистем



Для оценки ценопопуляций в экологии растений используются многие параметры, самые важные из которых масса, численность, половой состав, возрастной состав, внутривоупуляционное генотипическое и фенотипическое разнообразие, жизнеспособность, распределение в сообществе. Сравнительная характеристика ценопопуляций включает сравнительный анализ по основным параметрам.

В ценопопуляционных исследованиях экологической направленности наиболее информативны признаки, отражающие адаптацию организмов к среде обитания, фитоценологической обстановке и плотности популяции, а также признаки, обеспечивающие экологическую стабилизированность особей растений. По своей сущности большинство таких признаков связано с ростовыми процессами растений. Рост – один из важнейших показателей состояния растительного организма. Учет показателей роста наиболее полно раскрывает морфогенез особи как процесс возникновения ее формы, ее морфологический статус на любой момент времени и положение в ценопопуляции (Злобин, 1989).

Одной из важных морфологических характеристик является жизнеспособность ценопопуляции. Жизнеспособность – это усредненный уровень процветания ценопопуляции. Она не всегда связана с массой ценопопуляции – той доли гиперпространства ресурсовой ниши, для которых оптимальным является доминирование, но есть и виды, которые лучше себя чувствуют при рассеянном произрастании в сообществе.

Анализ литературы позволил заключить, что понятие «жизнеспособность» приложено к явлениям разного уровня организации. Можно, в частности, различить: 1 – жизнеспособность особи; 2 – жизнеспособность ценопопуляции; 3 – жизнеспособность вида в целом, рассматривая его в историческом аспекте. Во всех этих случаях жизнеспособность выступает как показатель разного энергетического уровня и разной устойчивости растений. Для фитоценологических целей наиболее важно изучение жизнеспособности особей и ценопопуляции.

На мощность развития организма влияют разные факторы. Вариативность особей одной возрастной группы по жизнеспособности наблюдается как в разных ценозах, так и в пределах одного сообщества, поэтому изучение жизнеспособности особей приобретает большое значение. При исследовании способов самоподдержания широкого круга растений разных биоморфов, выделяют три условия жизнеспособности: высший, средний и низший уровень (Ценопопуляции растений, 1976). Т.М. Проскурякова (1968)

предлагает шкалы жизнеспособности особей на основе количественных, а иногда и качественных признаков.

Исследования искусственных фитоценозов показали, что особи разных уровней жизнеспособности и одного возрастного состояния могут различаться функционально (Ермаков, 1972). Растения с высоким уровнем жизнеспособности часто характеризуются большей скоростью органогенеза, значительной мощностью побеговой и корневой систем, быстрым зарастанием онтогенеза. Они обеспечивают самоподдержание и определяют положение вида в фитоценозе. Особи низкого уровня жизнеспособности во всех возрастных состояниях являются своеобразным резервом, удерживающим территорию, реализующих разные пути онтогенеза. По химическому составу травянистые растения, выросшие на отвалах разных месторождений, отличаются от фоновых пониженным содержанием ряда макроэлементов (фосфор, калия и др.), и повышенным – микроэлементов (тяжелых металлов) (Махонина, 1987). Биологический смысл понижения жизнеспособности – в способности растений длительно существовать при минимальном питании. Определение жизненного состояния ценопопуляции позволяет судить о степени благоприятности влияния на нее условий существования, сравнить ценопопуляцию вида в разных биогеоценологических условиях, выявить оптимальные условия для него, говорить о возможной силе влияния данного вида в ценозе на другие.

М.Г. Агаев (1970) экспериментально установил повышение «уровня мутабельности интродуцентов под влиянием необычных условий существования». Автор считает, что в природных условиях усиление мутагенеза в основном связано с процессом активной миграции растений в новые экотопы. Именно этот процесс наблюдается при заселении растениями своеобразных техногенных экотопов.

К.А. Кукурин (1976), рассматривая закономерности процессов микроэволюции луговых фитоценозов, отмечает, что кроме общепризнанных одним из важнейших факторов эволюции является «действие самого биогеоценоза как системного целого на эволюцию включенных в него видов». Особое внимание автор уделял создаваемому фитоценозами ценологическому режиму замкнутости, который «системно трансформирует и видоизменяет действие факторов эволюции, снижает изменчивость ценопопуляций и скорость смены генеративных поколений.

Следовательно, с большой долей вероятности можно утверждать, что при изучении

формирования фитоценозов на нарушенных промышленностью землях наблюдаются признаки филоценогенеза и флорогенеза. Эти вопросы имеют важное значение и требуют специального изучения.

Анализируя вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

1. Проблема рекультивации промышленных отвалов на Урале является актуальной, так как здесь добыча и переработка полезных ископаемых ведется длительного времени. Для этого района характерно наличие больших площадей чрезвычайно разнородных и разновозрастных участков промышленных отвалов.

2. Изучение самозарастания отвалов является необходимым этапом, который может предсказать основные направления рекультивации нарушенных земель.

3. Возможность возвращения нарушенных земель в сельскохозяйственное, лесохозяйственное или иное пользование обусловлена многими факторами: потребностью района в определенном виде площадях; высотой, формой и площадью отвалов; крутизной и экспозицией откосов; составом и свойствами горных пород; размещением отвалов относительно прилегающих сельскохозяйственных угодий; населенных пунктов; транспортных коммуникаций; наличием запасом плодородных и потенциально плодородных пород; технико-экономическими показателями восстановления нарушенных земель и т. д.

4. В основу выбора целесообразного направления рекультивации должен быть положен комплекс экологических условий и факторов, обеспечивающих оптимальные условия для роста и развития растений.

5. Проведение любых рекультивационных работ на техногенных ландшафтах сопровождается значительными финансовыми затратами. Для удешевления рекультивации (без снижения качества работ), необходимо максимально использовать силы самой природы, т.е. иметь объективные данные о естественном самозарастании отвалов растительностью, и в частности лесной.

6. Многие вопросы самозарастания отвалов угольной промышленности при закрытой разработке каменного и бурого угля еще остаются неосвещенными в научной литературе. Большинство авторов только констатирует факт зарастания отвалов древесно-кустарниковой и травянистой растительностью, без указания сроков и условий зарастания, особенностей роста и развития лесных и травянистых сообществ, их устойчивости, производительности и взаимосвязи между собой. Остаются неустановленными зависимости образования фитоценозов

на отвалах разного возраста, формы, площади и высоты, а также на склонах различной крутизны и экспозиции. Кроме того, нами не найдены в научной литературе данные о естественном зарастании отвалов угольной промышленности Буланашского месторождения, что и определило направление и выбор объектов исследований.

### Список литературы

1. Адамчук А.В. Формирование и антропогенная деградация луговых растительных сообществ в лесостепном Зауралье / А.В. Адамчук, П.Л. Горчаковский // Экология: 1980. № 1. – С. 22–34.
2. Адамчук А.В. Луга лесостепного Зауралья / А.В. Адамчук, П.Л. Горчаковский // Флористические и геоботанические исследования на Урале. – Свердловск, 1983. – Вып. 149. – С. 2–61.
3. Адамчук А.В. Луга Свердловской области, их современное состояние и пути рационального использования / А.В. Адамчук, П.Л. Горчаковский // Рациональное использование и охрана лугов Урала. – Пермь: 1984. – С. 9–17.
4. Агаев М.Г. Некоторые итоги исследований по экспериментальной микроэволюции: (на примере аутогамных растений) // Ботанический журнал. – М., 1970. – Т. 55, № 1 – С. 3–11.
5. Агафонова Г.В. Лесоводство и лесоведение: практикум / Г.В. Агафонова, Л.И. Аткина, С.В. Залесов и др. – Екатеринбург: Уральская государственная лесотехническая академия, 1999. – 238 с.
6. Агафонова Г.Ф. Дипломное проектирование: учебное пособие / Г.В. Агафонова, Л.И. Аткина, С.В. Залесов – Уральская государственная лесотехническая академия, 2001. – 216 с.
7. Агроклиматический справочник по Белорусскому и Каменскому районам Свердловской области. – Свердловск: 1966. – 96 с.
8. Акулов А.А. К изучению процессов естественного зарастания породных отвалов угольных шахт Подмосковья / А.А. Акулов, П.М. Марков. – Перм. ун-т, 1980. – 24 с.
9. Александрова В.Д. Классификация растительности / В.Д. Александрова. – Л.: Наука, 1969. – 275 с.
10. Александрова В.Д. К истории понятия ассоциации в геоботанике // Методика выделения растительных ассоциаций. – М.: Наука, 1971. – С. 5–15.
11. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Л.: Наука, 1980. – 287 с.
12. Арефьева З.Н. Лесные почвы Тавды-Куминского междуречья // Лесообразовательные процессы на урале: тр. ин-та экол. раст. и жив. – Свердловск: УФАН СССР, 1970. – Вып. 67. – С. 88–100.
13. Арефьева З.Н. Почвообразовательные породы и почвы долины р. Тавды и Тавда-куминского междуречья // Южнотаежные леса Западно-Сибирской равнины: тр. ин-та экол. раст. и жив. – Свердловск: УФАН СССР, 1972. Вып. 83. – С. 27–65.
14. Баранник Л.П. Естественное зарастание угольных отвалов в Кузбассе: (на прим. Байдаевского карьера) // Охрана горных ландшафтов Сибири. – Новосибирск: 1973. – С. 52–58.
15. Бекаревич Н.Е. Естественное зарастание вскрышенных пород бурого угольных карьеров (Днепропетровский СХИ) / Н.Е. Бекаревич, Э.Д. Додатко, Г.А. Бондарь, Л.П. Сидорович // Рекультивация земель в СССР. – М.: 1973. – С. 151–167.
16. Березнева Л.А. Естественное зарастание отвалов Новотроицкого известнякового карьера // Растения и промышленная среда. – Киев: 1976. – С. 10–13.

17. Бондарь Г.А. О процессах естественного зарастания отвальных пород буроугольных и железорудных карьеров // Растения и промышленная среда. – Киев: 1971. – С. 149–153.
18. Бондарь Г.А. Динамика растительного покрова при естественном зарастании грунтов отвалов открытых разработок в Днепропетровском буроугольном бассейне / Г.А. Бондарь, Э.Л. Додатко // Тр. Днепропетр. сельхоз. ин-та. – 1973. – Т. 18. – С. 34–40.
19. Бондарь Г.А. Сингенетические сукцессии растительного покрова на породах надугольной толщи Александровского буроугольного месторождения / Г.А. Бондарь, Э.Л. Додатко // Рекультивация земель: к X международному конгрессу почвоведов. – Днепропетровск, 1974. – С. 50–60.
20. Ботаника с основами экологии: учебное пособие / Л.В. Кудряшов, Г.Б. Радионлва, М.А. Гумикова, В.Н. Козлова. – М.: 1979. – 320 с.
21. Борисевич Д.В. Рельеф и геологическое строение // Урал и Предуралье. – М.: Наука, 1968. – С. 19–81.
22. Брылин А.И. Город нашего края / А.И. Брылин, П.Т. Коверда. Среднеуральское книжное издательство, Свердловск: 1983. – 161 с.
23. Брылин А.И. Артемовский краеведческий словарь / А.И. Брылин, П.Т. Коверда. Артемовский, 1998. – 232 с.
24. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры. – Киев: Наук. Думка, 1991. – 168 с.
25. Быков, Б.А. Доминанты растительного покрова Советского Союза / Б.А. Быков. – Алма-Ата: 1960–1965. – Т. 1–3.
26. Васильева Н.П. Естественное возобновление леса на отвалах Киреевского месторождения. – Лесоведение, 1981. – Вып. 3. – 158 с.
27. Вакар Б.А. Определитель растений Урала. – Свердловск: Средне-Уральское книжное издательство, 1964. – 416 с.
28. Щербатенко В.И. Характерные черты сингенеза растительности на гидроотвалах Граматеинского разреза в Кузбассе / В.И. Щербатенко, М.Г. Шушуева // Проблемы рекультивации земель в СССР. – Новосибирск, 1974. – С. 98–115.
29. Юрцев Б.А. Флора Сунтар-Хаята: Проблемы истории высокогорных ландшафтов северо-востока Сибири. – Л.: 1968. – 235 с.
30. Юрцев Б.А. Флора как природная система // Бюл. МОИП. Отд. Биол. – 1982. – Т. 87. – Вып. 4. – С. 3–22.
31. Юрцев Б.А. Флора как базовое понятие флористики: содержание понятия, подходы к изучению // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики: матер. II рабочего совещания по сравнительной флористике. – Неринга, 1983. – Л.: Наука, 1987. – С. 28–30.
32. Юрцев Б.А. Элементарные естественные флоры и опорные единицы сравнительной флористики // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики: матер. II рабочего совещания по сравнительной флористике. – Неринга, 1983. – Л.: Наука, 1987. – С. 28–30.
33. Юрцев Б.А. Основные понятия и термины флористики: учеб. пособ. по спецкурсу / Б.А. Юрцев, Р.В. Камелин. – Пермь: 1991. – 80 с.
34. Adamowicz S. Wpłyn Gornichwa Podzichwa na gospodarke lesna oraz zasady postepowania w sprawach o zkody gornicze w lasach / S. Adamowicz, L. Bojarski, I. Gresztra, I. Paczeniowski, E. Paprzycki, T. Skawina, Z. Sokolowski, S. Weglowski, C. Zulawski // Biuletyn. Zaklad Badan Naukowych (Wroclaw; Warszawa; Krakov). – 1963. – № 1. – 56 p.
35. Knad W. Zur Wiederurdanmachung in Braukohlergbau // Deuschen Verlag der Wissenschaften. – Berlin: 1959. – 71 p.
36. Limstrom I.A. Forestation of stripmined Land in Central states // Agriculture. – Handbook: 1960. – 166 p.
37. Hall, I.G. Nhe ecologi of disusid pit heaps in England // Ecol. – 1957. – № 3. – 45 p.