

4. Активные мероприятия по биологической рекультивации нарушенных территорий — единственная реальная возможность в относительно короткие сроки вернуть землям, занятым отвалами и карьерами, утраченное плодородие и экономическую ценность.

ЛИТЕРАТУРА

Атлас Кустанайской области, 1963. М. С. 79.

Терехова Э. Б., 1976. Грунты отвалов Соколовско-Сарбайского железорудного месторождения и оценка их пригодности для развития растений // Растения и промышленная среда. Свердловск. С. 123—131.

Терехова Э. Б., Ланина Р. И., Фоменко Л. В., 1974. Естественное зарастание отвалов Соколовского железорудного карьера // Там же. С. 162—174.

УДК 614.778 : 628.51+631.618

А. К. МАХНЕВ
Институт леса УрО АН СССР
И. И. ШИЛОВА
Институт экологии растений и животных УрО АН СССР

Биологическая рекультивация земель, нарушенных дымгазовыми эмиссиями промышленных предприятий Урала

Урал — один из наиболее старых индустриальных районов СССР с разнообразными, высокоразвитыми отраслями промышленности. Поэтому здесь широко представлены техногенные ландшафты и разнообразные категории нарушенных земель: промышленные отвалы разных типов (породные, золоотвалы, шламовые поля, хвостохранилища), отвалы твердых бытовых и промышленных отходов, земли, загрязненные нефтью и сопутствующими нефтедобыче веществами, промплощадками заводов, земли, нарушенные в результате аэротехногенного воздействия. Площади таких земель на Урале достигают сотен тысяч гектаров. Наиболее мощным источником отрицательного воздействия на природу являются отходы перерабатывающих предприятий цветной металлургии. Только выбросы медеплавильных предприятий поражают в разной степени растительность на площади ориентировочно 100 тыс. га. Полностью лишенная естественного почвенно-растительного покрова территория находится в пределах 2—2,5 тыс. га (Лукиянец, Шилова, 1979).

Формирование земель, нарушенных дымогазовыми эмиссиями промышленных предприятий, шло постепенно и давно, с момента организации на Урале первых металлургических заводов (около трехсот лет назад), но стало особенно интенсивным и заметным с середины 30-х гг. нашего столетия в связи с вводом в действие крупнейших, медеплавильных, алюминиевых и металлургических заводов, ТЭЦ и т. д., являющихся источниками дымогазовых выбросов, содержащих фитотоксичные кислые газы, тяжелые металлы, мышьяк и многие другие компоненты. Под влиянием этих выбросов шел интенсивный процесс деградации естественных биогеоценозов, в том числе лесных, поскольку практически до 60-х гг. улавливания выбросов вообще не производилось. С 60-х гг. технология производства несколько усовершенствовалась, дымогазовые выбросы стали частично улавливаться и утилизироваться, но в связи с увеличением общего объема производства валовой выброс в атмосферу не уменьшился, а часто продолжал расти. Правда, за счет увеличения высоты труб на некоторых предприятиях наблюдалось существенное перераспределение выбросов в атмосфере.

Вообще характер нарушенных земель такого рода определяется комплексом факторов, наиболее важными среди которых являются специализация и мощность промышленного предприятия или промузла, с одной стороны, и зональная приуроченность объекта, обуславливающая особенности растительности и почвенного покрова, рельефа и т. д., с другой, поскольку на территории Урала представлен целый спектр ботанико-географических зон и высотных поясов растительности. Все это отражается на характере самозарастания нарушенных земель и их биологической рекультивации.

Научно-исследовательская и практическая работа в области биологической рекультивации земель, нарушенных дымогазовыми эмиссиями промышленных предприятий, практически началась с конца 50-х гг. и за этот период, по сути дела, прошла два этапа (один частично).

Первый этап, закончившийся в конце 70-х гг., характеризовался своеобразным энтузиазмом, массовостью и разнонаправленностью, но очень слабой координацией работ. В частности, изучены вопросы газостойчивости растений, частично биогеохимии, агротехники выращивания и профилактики повреждения растений, ассортимент устойчивых растений, эффективных с точки зрения выполнения санитарно-гигиенических и эстетических функций, а также некоторые вопросы трансформации экологической обстановки, в том числе микроклимата и т. д. Активно работали в этой области Институт экологии растений и животных УрО АН СССР, Ботанический сад УрО АН СССР, Институт биологии Башкирского филиала АН СССР, Институт коммунального хозяйства им. Панфилова, Пермский университет, Уральская лесная опытная станция и другие учреждения.

Большая работа, осуществляемая чаще всего методом проб и ошибок, без необходимого научного обоснования, выполнялась работниками зеленого строительства городов, цехами озеленения промышленных предприятий, отдельными лесхозами. Хотя при этом и были допущены неизбежные крупные недочеты и ошибки, все же налицо определенные успехи, накоплен ценный опыт. Так, например, были созданы достаточно крупные защитные зеленые насаждения на территории известных в стране заводов: Уралмаша, Химмаша, им. Калинина и др. Созданы своеобразные «зеленые кольца» вокруг ряда особенно загрязненных городов — Красноуральска, Ревды, Полевского, Кировграда. Частично также решена проблема биологической рекультивации нарушенных земель на промплощадках и в санитарно-защитных зонах отдельных предприятий цветной и черной металлургии (Среднеуральский медеплавильный завод, Кировградский медеплавильный комбинат, Челябинский электролитный цинковый завод и др.). Теоретические разработки и практические достижения в данной области неоднократно экспонировались на ВДНХ СССР и отмечены медалями и дипломами.

Второй опыт работ практически начался с того момента, когда была общепризнана особая роль экологических исследований и экологических знаний для коренного улучшения охраны окружающей среды. Этот этап, как известно, примечателен разработкой и уже начавшейся реализацией фундаментальных и глобальных целевых программ, координацией и развитием новых направлений исследований, вовлечением в них широкого круга специалистов, в том числе математиков, экономистов и др. В результате круг решаемых задач значительно расширился, исследования, в отличие от предыдущего этапа, когда они в основном были аутоэкологическими, стали биогеоэкологическими, ландшафтно-экологическими и популяционно-экологическими, позволяющими подойти к решению проблем биологической рекультивации и в целом оптимизации природного комплекса с новых научных позиций. Говорить о каких-либо реальных крупных достижениях данного этапа пока преждевременно.

Почти 20-летние исследования, выполненные в основном на хоздоговорных началах или в порядке научно-производственного сотрудничества с целью создания устойчивых защитных насаждений на промплощадках и в санитарно-защитных зонах крупных заводов — Среднеуральском, Кировградском и, частично, Красноуральском, а также на Челябинском электролитном цинковом и Полевском криолитовом заводах, позволили сформулировать ряд научных положений (принципов), которые, как нам представляется, могут быть положены в основу практической работы на каждом объекте с учетом его специфики (Мамаев, Махнев, 1984; Махнев, Шилова, 1988):

1. Всесторонняя оценка и анализ экологической и геохимической обстановки в конкретном техногенном геохимическом

районе с использованием совершенных приборов и различных фитоиндикаторов;

2. Классификация имеющихся на объекте типов техногенных нарушений (нарушенных земель);

3. Определение общих тенденций динамики естественной и искусственно созданной растительности;

4. Экспериментальная проверка и классификация местных и интродуцированных растений по их устойчивости, санитарно-гигиеническому эффекту, эстетической ценности и т. д.;

5. Разработка специальных приемов агротехники возделывания и профилактики повреждения растений в специфических условиях;

6. Разработка типов зеленых насаждений разного целевого назначения в зависимости от выполняемых функций, уровня техногенного воздействия и т. д.;

7. Организация мониторинга за состоянием насаждений и окружающей среды и наличием сдвигов в структуре популяций с целью внесения необходимых корректив при выполнении дальнейших работ в области фитомелиорации и оптимизации биоценозов.

Рекультивация земель, нарушенных в результате аэротехногенного воздействия, проводится дифференцированно и базируется на ландшафтно-экологической основе. В последнюю должно входить ландшафтно-экологическое зонирование территорий и биогеохимический показатель миграции токсичных элементов — содержание тяжелых металлов и других профилирующих ингредиентов газообразных выбросов (соединений серы, фтора и др.) в почвах и растениях (Шилова, Лукьянец, 1982).

Исследования показали, что в новых (техногенных) геохимических провинциях, образовавшихся в окрестностях отдельных промышленных предприятий или промцентров, обнаруживается несколько ландшафтно-экологических зон (обычно три) с учетом характера деградации биоценозов и экотопов по градиенту загрязнения, а также химического состава растений. В пределах I зоны, зоны значительно измененных природных геокмплексов, распространяющейся до 1,5—2 км от источника загрязнения, выделяется подзона коренного изменения ландшафтов. Представлена она собственно техногенными геокмплексами и названа нами «газогенная пустошь» (Лукьянец, Шилова, 1979, 1980). Почва здесь в основном разрушена полностью и превращена в техногенный грунт, бесплодный и фитотоксичный. Растительный покров отсутствует или представлен единичными растениями — последними в дигрессионном ряду сукцесий или пионерами в сингенетическом. В целом это один из вариантов (газогенный) техногенной пустоши или индустриальной пустыни. Крайний пессимальный тип этого варианта представлен техногенными фациями и урочищами промышленных площадок самого предприятия. Газогенные пустоши относятся

к объектам первоочередной биологической рекультивации, хотя бедленды такого типа не всеми специалистами расцениваются как нарушенные земли, что и проявляется в отсутствии их инвентаризации. Они не включены в «Классификацию нарушенных земель для рекультивации» (ГОСТ 17.5.1.02—85).

Территории промплощадок и санитарно-защитных зон, представляющие собой своеобразные техногенные экотопы с экстремальными условиями существования, неоднородны в экологическом, особенно эдафическом, отношении (Шилова, Лукьянец, 1979). Наиболее трудны для биологической рекультивации участки, где почвенный покров полностью разрушен, а субстрат представлен нижележащими генетическими горизонтами, также измененными под воздействием техногенных факторов. Эти грунты сильно обогащены тяжелыми металлами — ингредиентами заводских выбросов и, как правило, фитотоксичны, в значительной степени лишены микрофлоры. Содержание таких элементов, как свинец, медь, никель, цинк, кадмий, олово, ртуть в почвах и грунтах промплощадок в десятки, тысячи раз превышает фоновое (Шилова, Махнев, Лукьянец, 1984). Для почв и грунтов промплощадок зачастую свойственно техногенное засоление, вплоть до формирования техногенных солончаков; реакция среды — сильноокислая. Естественная растительность представлена серийными сообществами разных стадий сингенетических и демутиационных сукцессий формирующихся фитоценозов и остатками прежних зональных. Доминируют рудеральные растения.

В качестве примера можно привести следующий конкретный перечень различных типов техногенных участков, выделенных в основном по степени засоления почвогрунтов в пределах I зоны в районе Среднеуральского медеплавильного завода (южная тайга).

1. Техногенные солончаки — характеризуются наличием белых выцветов солей (сульфатных по анионам), часто «запирченностью», засоленностью по всему профилю (до 100 см), величиной плотного остатка до 2,6 % и рН водной вытяжки менее 3, т. е., согласно ГОСТу 17.5.1.03—86, относятся к категории непригодных для биологической рекультивации; почвогрунт здесь фитотоксичен. Нанесенная на него привозная почва (слоем 20 см) засоляется полностью в первые же 1—2 года. Естественная растительность отсутствует. Высаженные растения выпадают на следующий год после посадки.

2. Участки с сильно засоленными грунтами — величина плотного остатка 0,7—1,0; реакция среды от сильноокислой до нейтральной; по ГОСТу 17.5.1.03—86 — породы малопригодные для биологической рекультивации. Естественная растительность представлена, как правило, единичными растениями-пионерами, прежде всего типичными рудеральными видами и растениями галофильного ряда (горец птичий, латук татарский, пырей пол-

зучий, лебеда татарская и прибрежная, мать-и-мачеха, бодяк полевой, череда трехраздельная, марь белая, кипрей узколистный), встречаются единичные сильно угнетенные, деформированные древесные растения (ива козья, береза бородавчатая, осина, тополь).

3. **Участки со средnezасоленными грунтами** — величины плотного остатка — 0,5—0,7; рН — 3,5; по ГОСТу — малопригодные для биологической рекультивации. Естественная растительность и посадки в несколько лучшем состоянии, но также значительно деформированы.

4. **Участки со слабозасоленными грунтами** — величины плотного остатка — 0,2—0,5; реакция среды сильноокислая, рН — 3,4—4; по ГОСТу — малопригодные для биологической рекультивации. Почва, как и на засоленных участках грунта других категорий, сильно эродированная, без горизонтов A_0 и A_1 , т. е. с обнаженным бесструктурным горизонтом. В условиях Среднеуральского медеплавильного завода на таких участках получили развитие сильнейшие эрозионные процессы, образовалась разветвленная сеть оврагов глубиной от 2 до 8 м (рельеф неровный, склон к реке Чусовой 3—7°), естественная растительность на таких участках, как правило, отсутствует. Лишь вдоль оврагов встречаются небольшие группы латука татарского, горца птичьего, лебеды татарской, мать-и-мачехи, кровохлебки лекарственной, хвоща полевого, из древесных — ива козья, а также береза бородавчатая и осина, имеющие своеобразную кустовидную форму.

5. **Участки с незасоленными грунтами** — реакция среды сильноокислая (рН — 3,5—4,5). В основном располагаются в частично деградированных лесах. Почвенный покров в таких биотопах нарушен слабо. Нарушения проявляются в том, что подстилка из хвои местами начинает эродировать и появляются пятна «голового» грунта. Травяной покров здесь фрагментарный с покрытием 50—80 %, моховой покров в основном мертвый. Древесный и кустарниковый ярусы представлены усыхающими хвойными (гибель до 100 %) и сравнительно низкорослыми поврежденными лиственными.

Аналогичная классификация экотопов выполнена в других зонах (зона умеренно измененных природных геокомплексов и зона незначительно измененных ПГК) и для других предприятий, находящихся в иных природных условиях (Шилова, Лукьянец, 1979).

Оценка динамики естественной растительности по градиенту загрязнения на трансектах параллельно с испытанием ассортимента устойчивых растений в условиях техногенной пустоши позволила в значительной степени решить вопрос об основном и дополнительном ассортименте растений, пригодных для биологической рекультивации на промплощадках и в санитарно-защитных зонах, хотя вообще при наличии двойного пути за-

грязнения растений — из атмосферы и из почвы (корневое и внекорневое загрязнение) — данная проблема решается довольно сложно.

В результате изучения естественной растительности на территории, подверженной аэротехногенному воздействию медеплавильных предприятий (Шилова, Лукьянец, 1985), были составлены «газогенные» дигрессионные ряды растительных сообществ лесной и степной зон, завершающиеся возникновением газогенной пустоши. Дигрессия лесной растительности обследованных ландшафтов идет в направлении от условно-коренных сосняков брусничных, разнотравных, ягодниковых и ельников травяно-липняковых, крупнопоротниковых, высокотравных, хвощевых, мшистых и кисличных к устойчиво-производным березнякам злаково-разнотравным, разнотравно-злаковым и в конечном итоге к техногенным пустошам. Дигрессионно-сукцессионные ряды травянистой растительности степной зоны включают сообщества от типичных зональных разнотравно-типчаково-ковыльных до разнотравно-полынно-типчаковых и разнотравно-полынно-тонконоговых, разнотравно-типчаково-полынных и типчаково-полынных, разнотравно-карагановых и заканчиваются также техногенными пустошами с единичными растениями или лишенными их.

Формирование растительности на территориях, подверженных аэротехногенному воздействию, может идти по двум типам сукцессий: восстановительным (демутациям) — там, где почвенный покров не нарушен полностью и сохранились остатки горизонтов A_0 или A_1 , и сингенетическим — там, где почва полностью трансформировалась в техногенный грунт.

На территории всех трех ландшафтно-экологических зон, выделенных вокруг медеплавильных заводов на Урале, обнаружено до 200 видовших травянистых и древесных растений, из них около 100 видов встречается на территории I зоны. Наиболее распространенными, слабоповреждаемыми видами в условиях лесной зоны являются: бодяк полевой, горец птичий, латук татарский, виды лебеды и мари, мать-и-мачеха, виды мятликов, одуванчик лекарственный, осот желтый, чемерица лобелиева, кровохлебка лекарственная; из древесных — только ивы (козья, синеватая и чернеющая), в степной зоне — сныть обыкновенный, полыни шелковистая и холодная, а также древесные: карагана древовидная и миндаль низкий.

Многолетние испытания (Махнев, Мамаев, 1979; Шилова, Лукьянец, 1982; Лукьянец и др., 1984) на разном агротехническом фоне прошли около 300 видов древесных, цветочно-декоративных, газонных и грунтопокровных растений, в основном интродуцентов. Все они в зависимости от своих эколого-биологических свойств, обуславливающих устойчивость, были условно подразделены на четыре группы: устойчивые, относительно устойчивые, малоустойчивые и неустойчивые. К группе устойчи-

вых растений, рекомендуемых для использования при озеленении наиболее загрязненных участков, относятся такие, как лох серебристый и узколистный, тамарикс (последние два вида в лесостепной зоне), снежнаягодник белый, тополь бальзамический, душистый, и гибридный свердловский серебристый пирамидальный, ива козья, бересклеты Маака и бородавчатый, сирень венгерская, бузина красная, жимолость татарская, виноград девичий, вишня песчаная. Цветочно-декоративные растения в этой группе представлены довольно широко и включают: алиссум белый, космею, несколько сортов астры китайской, виолу гибридную, львиный зев, петунию гибридную, цинию, гвоздики Шабо и белую, кохию веничную, хмель вьющийся, ирисы гибридный и сибирский, мальву крупноцветковую. Газонные и почвопокровные травы этой группы: ежа сборная, кострец безостый, мятлики луговой и обыкновенный, пырей ползучий, овсяница красная. В эту группу входят и широко распространенные дикорастущие виды: мать-и-мачеха, латук татарский, синяк обыкновенный, вьюнок полевой и др. Большая часть указанных растений дает удовлетворительный декоративный и санитарно-гигиенический эффект.

Результаты наших исследований показали, что фитомасса растений, как естественно поселяющихся на загазованных территориях, так и культивируемых в этих условиях, в значительной степени обогащена тяжелыми металлами и другими элементами, входящими в состав ингредиентов дымогазовых выбросов предприятий (Махнев и др., 1985, 1986). Так, содержание свинца в фитомассе дикорастущих травянистых растений с территории одного из заводов выше фона в 4—15 раз, цинка — в 20—500 и меди — в 3 раза. Содержание свинца в золе овсяницы красной, выращенной на заводской территории, больше содержания в надземной части зональной пастбищной растительности в 7—20 раз, цинка — в 42—292 и меди — в среднем в 46 раз. Тамарикс ветвистый может накапливать в листьях до 3,9 % серы без видимых повреждений, достаточно много накапливают серы также лох узколистный и некоторые другие древесные и травянистые растения.

В связи с аккумуляцией больших количеств токсичных ингредиентов промышленных выбросов в фитомассе многолетних трав, используемых при биологической рекультивации газогенных пустошей, ежегодно отчуждаемых, эта группа растений, как и ряд устойчивых листопадных древесных растений, выполняет функцию зеленого фильтра (по терминологии Ю. З. Кулагина, 1971) и, в целом, биогеохимического барьера на пути миграции в геосистеме токсикантов, способствуя оздоровлению окружающей среды. По этой же причине рекомендуемое направление рекультивации для I—II зон (в них входит и территория предприятия, и его санитарно-защитная зона) — санитарно-гигиеническое (Шилова, Лукьянец, 1982). Кроме того, представляется

целесообразным изучить вопрос о возможности использования отчуждаемой фитомассы растений не для сельскохозяйственных целей, а в качестве сырья для получения ценных цветных и редких металлов. В III зоне возможно проведение сельскохозяйственной рекультивации при условии контроля за содержанием токсичных элементов в растительной продукции.

Что касается лесопокрытых площадей на всей территории, подверженной воздействию дымогазовых эмиссий, то их использование должно быть только фитомелиоративным и отчасти рекреационным (Шилова, Лукьянец, 1982; Шилова, Махнев, Лукьянец, 1984).

Биологическая рекультивация земель, нарушенных дымогазовыми выбросами, включает два этапа: технический и биологический. На первом этапе решающее значение имеет правильный выбор системы подготовки почвы, которая производится дифференцированно, в зависимости от уровня загрязнения и других физико-химических свойств почв. Вспашка здесь, как правило, не производится, а выполняется планировка параллельно со срезанием и удалением верхнего, наиболее загрязненного (фитотоксичного) слоя. Обычным приемом является использование привозной плодородной почвы и внесение ее в траншеи или ямы под древесные растения или равномерным слоем (15—40 см) на выровненную поверхность при создании газонов, цветников, скверов и т. д. Для улучшения структуры и богатства почвы широко используются органические (торф, навоз), минеральные удобрения (РК), некоторые микроэлементы, а также известь для нейтрализации кислой среды. Эффективные нормы удобрений в 1,5—2,0 раза превышают обычные.

На втором этапе рекультивации существенное значение имеет выбор типов зеленых насаждений. На промплощадках, представляющих газогенные пустоши, наиболее подходящими с точки зрения устойчивости и эстетического эффекта оказались газоны, рабатки, цветники и, частично, скверы, а также фрагменты вертикального озеленения. Напротив, основу зеленых насаждений санитарно-защитных зон составляют посадки в виде многорядных полос шириной 20—25 м из деревьев и кустарников. В зависимости от вида растений полосы располагают через 50—100 м, и пространство между ними заполняют газонами, травяно-дерновыми покрытиями, цветниками и скверами. Сами полосы занимают только 30—40 % территории. Посев и посадка фитомелиорантов наиболее эффективны весной, в I—II декадах мая. Нормы посева и посадки в условиях загрязнения повышенные. Во время посадки особенно важен полив.

Уход за посевами и посадками включает комплекс мероприятий, направленных в первую очередь на поддержание растений в удовлетворительном состоянии путем создания условий, обеспечивающих повышение их устойчивости. При этом предусматривается строгое соблюдение элементарных приемов

возделывания растений, их подкормка и полив, а также периодический обмыв чистой водой или раствором извести.

В связи с планируемым снижением уровня дымогазовых выбросов в атмосферу принципы и методы работы в области биологической рекультивации газогенных пустошей могут претерпеть существенные изменения. Так, например, на Среднеуральском медеплавильном заводе вводится новая технология получения меди (плавка металлургического сырья в печи в жидкой ванне — ПЖВ), которая, вероятно, уменьшит выбросы токсикантов в атмосферу в несколько раз, а использование так называемых обожженных анодов на алюминиевых заводах, как предполагается, даст еще больший эффект. Наша первоочередная задача в данном случае будет заключаться в том, чтобы с помощью мониторинга зафиксировать возможные изменения в наблюдающемся сейчас процессе деградации природных комплексов, в том числе динамику нарушения земель. Это позволит своевременно внести коррективы в работы по восстановлению на них растительности и других компонентов, свойственных естественным биогеоценозам.

ЛИТЕРАТУРА

ГОСТ 17.5.1.02—85. Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации. М.

ГОСТ 17.5.1.03—86. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель. М.

Кулагин Ю. З., 1971. К методике создания зеленого фильтра // Растения и промышленная среда. Киев. С. 13—15.

Лукьянец А. И., Шилова И. И., 1979. Ландшафтно-экологическое зонирование территорий, подверженных воздействию дымогазовых выделений медеплавильных предприятий Урала // Человек и ландшафты: Информ. материалы. Ч. 2. Свердловск. С. 28—31.

Лукьянец А. И., Шилова И. И., 1980. Ландшафтно-экологическое зонирование как основа рекультивации территорий, подверженных воздействию дымогазовых эмиссий промышленных предприятий // 7-й международ. симпоз. «Рекультивация ландшафтов, нарушенных промышленной деятельностью». Докл. Т. 1. Катовице; Забжие; Конин. С. 173—182.

Лукьянец А. И. и др., 1984. Опыт выращивания древесных растений в условиях санитарно-защитной зоны медеплавильного завода // Растения и промышленная среда. Свердловск. С. 107—114.

Мамаев С. А., Махнев А. К., 1984. О научных основах рекультивации техногенных ландшафтов // Восстановление техногенных ландшафтов: Тез. докл. обл. науч.-практ. конф. Караганда. С. 8—9.

Махнев А. К., Мамаев С. А., 1979. Итоги исследований по проблемам создания защитных и декоративных зеленых насаждений в условиях медеплавильных заводов на Урале // Проблемы создания защитных насаждений в условиях техногенных ландшафтов. Свердловск. С. 3—47.

Махнев А. К. и др., 1985. Опыт создания зеленых насаждений на Челябинском электролитном цинковом заводе // Экспресс-информация. Вып. 9. М.

Махнев А. К. и др., 1986. Опыт озеленения территории Челябинского электролитного цинкового завода // Цветные металлы. № 7. С. 19—21.

Махнев А. К., Шилова И. И., 1988. Проблемы биологической рекультивации газогенных пустошей // Проблемы рекультивации нарушенных земель: Тез. докл. V Урал. совещ. Свердловск. С. 110—111.

Шилова И. И. и др., 1979. Трансформация биогеоценозов под воздействием дымогазовых эмиссий медеплавильных предприятий Урала // Тез. докл. Всесоюз. совещ. «Экспериментальная биогеоценология и агроценозы». М. С. 208—210.

Шилова И. И., Лукьянец А. И., 1979. Принципы рекультивации заводских территорий // Человек и ландшафты: Информ. материалы. Ч. 2. Свердловск. С. 66—68.

Шилова И. И., Лукьянец А. И., 1982. Ландшафтно-экологические основы рекультивации земель, нарушенных аэротехногенным воздействием предприятий цветной металлургии // Рекультивация земель в СССР. Т. 2. М. С. 10—11.

Шилова И. И., Лукьянец А. И., 1982. Интродукция многолетних трав в условиях промплощадок и санитарно-защитных зон медеплавильных предприятий Урала // Растения и промышленная среда. Вып. 9. Свердловск. С. 119—128.

Шилова И. И., Лукьянец А. И., 1985. О динамике растительности под влиянием загрязнения среды медеплавильными предприятиями // Человек и ландшафты: Информ. материалы. Свердловск. С. 44—45.

Шилова И. И. и др., 1984. Геохимическая трансформация почв и растительности в районах функционирования предприятий цветной металлургии // Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. Свердловск. С. 14—35.

Шилова И. И. и др., 1984. Растительность как биогеохимический барьер при аэротехногенном загрязнении окружающей среды // Агрохимические исследования в Сибири. Красноярск. С. 132—136.

УДК 622—17

А. Е. МАЗУР
Криворожский ботсад

Использование растений для оптимизации техногенных ландшафтов Кривбасса

В настоящее время в Кривбассе господствует не природный, а созданный деятельностью человека техногенный ландшафт, неотъемлемой чертой которого стали городские застройки, отвалы, провалы, карьеры, шламохранилища. Общая площадь нарушенных земель составляет свыше 15 тыс. га.

С момента организации сада в Кривом Роге большое внимание уделяется разработке принципов оптимизации техногенных ландшафтов Криворожского бассейна с помощью растений. При этом выясняются вопросы устойчивости растений и их перспективность в конкретных условиях среды как природных, так и создаваемых горнорудной промышленностью.

Озеленение железорудных отвалов. Горными предприятиями Кривбасса ежегодно извлекается из недр более 100 млн м³ пустых пород. Свыше 90 млн м³ выдают карьеры. Для размещения вскрышных пород ежегодно требуется не менее 800 га земель.