

**ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени 300-летия
ВОССОЕДИНЕНИЯ УКРАИНЫ С РОССИЕЙ**

На правах рукописи

Для служебного пользования

Экз. № _____

ДОБРОВОЛЬСКИЙ ИВАН АНДРЕЕВИЧ

**ЭКОЛОГО-БИОГЕОЦЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ
ПУТЕМ ОЗЕЛЕНЕНИЯ И ОБЛЕСЕНИЯ**

**(на примере Криворожского железнорудного
бассейна)**

03.00.16—Экология

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук**

ДНЕПРОПЕТРОВСК

1979

Работа выполнена в составе Комплексной экспедиции Днепропетровского государственного университета им. 300-летия воссоединения Украины с Россией.

Официальные оппоненты:

1. Доктор биологических наук, профессор КУЛАГИН Юрий Захарович.
2. Доктор сельскохозяйственных наук, профессор БЕКАРЕВИЧ Николай Емельянович.
3. Доктор биологических наук, профессор РЕВА Михаил Лукич.

Ведущее учреждение: Донецкий государственный ботанический сад АН УССР

Защита состоится "24 апреля 198 0 г., в _____ час.

на заседании специализированного совета (Д 053.24.02) по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора биологических наук при Днепропетровском ордена Трудового Красного Знамени государственном университете им. 300-летия воссоединения Украины с Россией.

Адрес: 320625, Днепропетровск, ул. Генерала Пушкина, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке университета.

Автореферат разослан " _____ " _____ 197 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
доцент

Шиседова О.М.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Диссертация посвящена разработке эколого-биогеоценотических основ оптимизации техногенных ландшафтов степной зоны Украины путем озеленения и облесения.

Актуальность проблемы обусловлена возрастающей ролью процессов техногенеза в развитии природных комплексов и биосферы. Она вытекает из программных решений XXV съезда КПСС и важнейших партийных и государственных постановлений (1972-1979 гг.) по вопросам охраны природы и рационального использования природных ресурсов.

В условиях ускоренного научно-технического прогресса особую актуальность приобретают биологические аспекты проблемы сохранения и оздоровления окружающей среды.

Среди структурных компонентов биогеоценоза наиболее важную регулирующую роль в техногенном ландшафте играет фитоценоз, особенно древесный, обладающий наиболее активной преобразовательной функцией. Типичным примером и удобной моделью эколого-биогеоценотического, и прежде всего эколого-фитоценологического изучения влияния промышленности на окружающую среду в условиях степной зоны Украинской ССР являются антропогенные, в т.ч. техногенные, экосистемы, сформированные в Криворожском железорудном бассейне и близлежащих территориях. Это изучение в системно-историческом и перспективном подходе является необходимым для теории и практики оптимизации (фитомелiorации и фитосаации) среды промышленных районов степной зоны. Новое направление в экологии - техногенная (индустриальная) экология и биогеоценология находится только в стадии зарождения.

Её задача - всестороннее изучение формирующихся в техногенных ландшафтах экотопов и экосистем. Работа развивает указанное направление науки.

Цели и задачи исследований. Основной целью исследований являлась разработка типологии техногенных экотопов, сформированных в степном промышленном районе (Криворожский железорудный бассейн), как основы для решения прикладных вопросов их оптимизации, а также раскрытие основных структурно-функциональных особенностей лесных культурбиогенезов в условиях промышленного загрязнения среды.

Для достижения этой цели предусматривалось:

- 1) исследование особенностей различных местообитаний, формирующихся при загрязнении среды и образовании промышленных отвалов;
- 2) изучение пространственной, некоторых черт функциональной структуры и устойчивости лесных культурбиогенезов в зонах непосредственного воздействия крупных промышленных комплексов и за их пределами;
- 3) определение принципов типологии и тенденции развития искусственных лесных биогенезов в условиях техногенных влияний;
- 4) раскрытие характера нарушений жизненных функций растений как возможных показателей их устойчивости, а также основных изменений компонентов биогенеза в условиях промышленного загрязнения среды;
- 5) исследование вопросов фитонадвизания загрязнения среды и становления искусственного лесного биогенеза в степи;
- 6) изучение типологических особенностей садово-парковых группировок как элементов оптимизируемого техногенного ландшафта и путей их флористического обогащения;
- 7) разработка практических рекомендаций по подбору растений и созданию относительно устойчивых растительных сообществ.

Научная новизна работы. Осуществлен эколого-биогенезологический подход к познанию процессов техногенеза (на примере Криворож-

ского железорудного бассейна).

Исследованы особенности расчленения ландшафтной сферы типичного степного высокоиндустриализованного района под всесторонним влиянием промышленности. Определены и изучены в различной степени измененные техногенные экотопы. Предложена типология техногенных экотопов как основа для решения прикладных вопросов их оптимизации путем озеленения и облесения.

Впервые раскрываются основные техногенные нарушения компонентов биогенеза, особенности пространственной и некоторые черты функциональной структуры лесных культурбиогенезов в условиях степного техногенного ландшафта.

Исследованы типологические особенности садово-парковых группировок как элементов оптимизируемых техногенных ландшафтов.

Впервые (1952 г.) разработана шкала газоустойчивости распространенных в озеленении интродуцированных видов деревьев и кустарников, определены перспективные виды растений и их сообщества для озеленения различных техногенных местообитаний.

Впервые для условий степного техногенного ландшафта показана индикаторная роль таких спонтанно развивающихся элементов лесных культурбиогенезов как лишайники, мхи, макромшечки, обладающие высокими фитоиндикаторными свойствами.

Экспериментально доказана возможность использования предпосевной обработки травянистых растений слабыми растворами соединений микроэлементов для повышения их устойчивости против влияния дымов и газов.

Выводы и обобщения работы отражают основные направления и закономерности развития и функционирования лесного культурбиогенеза, его компонентов и некоторых блоков в условиях степного техногенного ландшафта, поэтому они могут быть распространены и на другие

аналогичные районы степной зоны Украины.

Результаты исследований техногенных экотопов и биогеоценозов обогащают теорию и практику оптимизации техногенных ландшафтов и развивают новое самостоятельное направление в экологии-техногенную (индустриальную) экологию и биогеоценологию.

Практическая значимость диссертации заключается в эколого-биогеоценологическом обосновании проблем охраны и оздоровления окружающей среды в условиях степного техногенного ландшафта.

Предложенная типология нарушенных промышленностью экотопов служит основой для решения многих прикладных вопросов их оптимизации путем озеленения и облесения.

Данные исследований техногенных повреждений растений и искусственных лесных биогеоценозов, результаты интродукции деревьев и кустарников позволяют подбирать для озеленения устойчивые виды растений и создавать относительно устойчивые растительные сообщества при наличии разностороннего влияния промышленности, внедрять определенные целенаправленные режимы ухода за ними.

Объекты и методика исследования. Объектами исследования служили искусственные насаждения различных назначений - лесные массивы в степи, зеленые насаждения на промышленных площадках и вокруг промышленных предприятий, парки и сады. Проводились также экспериментальные посевы и посадки растений на территории Криворожского металлургического завода им. В.И. Ленина, на шлаках и отвалах Ново-Криворожского и Центрального горнообогатительных комбинатов.

Использовались принятые в биогеоценологии и геоботанике методы исследований (Основы лесной биогеоценологии (1964), под ред. В.Н. Сукачева и Н.В. Дылиса; Программа и методика биогеоценологических исследований, 1974; А.Л. Бельгард. Степное лесоведение, 1971). Изучение влияния атмосферных загрязнителей на растения и почву потребовало привлечения методов, применяемых в физиологии и биохимии

растений, почвоведения и микробиологии. Результаты исследований обрабатывались статистически на уровне значимости 0,05. Достоверность различия среднеарифметических величин по отдельным показателям (развитие некоторых структурных элементов лесного культурного сцениоза, техногенные структурные повреждения растений, влияние микроэлементов на рост растения в условиях промышленного загрязнения и др.) определялась с помощью коэффициента Стьюдента. Настоящая работа - результат 30-летних исследований (1949-1979 гг.). Работа выполнена в составе Комплексной экспедиции Днепропетровского государственного университета им.300-летия воссоединения Украины с Россией и координировалась Научным Советом по проблемам биогенезологии и охраны природы АН СССР, а также Научным Советом АН УССР по проблемам биосферы.

Теоретической основой исследований послужили учение о биогенезах академика В.Н.Сукачева, типологические принципы, разработанные профессором А.Л.Бельгардом для степной зоны УССР.

Апробация диссертации была проведена на совместном заседании Комплексной экспедиции, кафедр геоботаники и высших растений, зоологии Днепропетровского государственного университета и Днепропетровского отделения Украинского ботанического общества.

Отдельные положения работы докладывались и обсуждались на следующих научных съездах, конференциях и совещаниях: респ.конф. "Биологические основы рационального использования, преобразования и охраны растительного и животного мира". Симферополь, 1965 г.; республиканском совещании по растительным ресурсам. Киев, 1966 г.; VI Международной конференции "Влияние загрязнения воздуха на леса". ПНР, Катовице, 1968 г.; I, II и III Украинских конференциях по проблеме "Растения и промышленная среда". Донецк, 1968 г., 1971 г., 1976г.; III и V съездах Украинского ботанического общества. Киев, 1965 г.; Ужгород, 1972 г.; I Всесоюзном совещании по вопросам организации

охраны ботанических объектов, Ленинград, БИН АН СССР, 1968 г.; IV Уральском научно-координационном совещании по проблеме "Растительность и промышленные загрязнения", Свердловск, 1969 г.; областной сессии ботанических садов Украины и Молдавии. Киев, 1972 г.; I Всесоюзном симпозиуме "Человек и биосфера". Москва, 1973 г.; сессии Совета АН УССР по проблеме "Биологические основы рационального использования, преобразования и охраны растительного мира". Киев, Институт ботаники АН УССР, 1974 г.; I и II республиканских совещаниях "Биогеоценологические исследования на Украине". Львов, 1975 г.; Днепропетровск, 1978 г.; IV Всесоюзном симпозиуме по физиолого-биохимическим основам взаимодействия растений в фитоценозах. Киев, 1976 г.; республиканской конференции "Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов юга Украины". Симферополь, 1977 г.; VI Всесоюзной научной конференции "Биологические закономерности изменчивости и физиология приспособления интродуцированных растений". Черновцы, 1977 г.; VI делегатском съезде Всесоюзного ботанического общества. Клишиев, 1978 г.; Всесоюзном совещании "Особенности структурно-функциональной организации природных и искусственных биогеоценозов", Днепропетровск, 1978 г.; республиканской конференции по вопросам охраны природы и рекреационной географии, Харьков, 1979 г.

Объем и структура диссертации. Работа изложена на 287 страницах машинописного текста и состоит из введения, восьми глав, основных итогов, общих выводов и рекомендаций, приложения, иллюстрирована 121 таблицей и 66 рисунками. В списке литературы приводится 560 наименований советских и зарубежных авторов.

Реализация работ. Результаты исследований процессов сингенеза растительности на железорудных отвалах, свойств различных техногенных эдафотопов и экотопов, устойчивости и жизнеспособности растений и их сообществ в условиях загрязнения среды, интродукция древесных

и кустарниковых пород послужили основанием для разработки практических рекомендаций по подбору растений, уходу за ними и созданию относительно устойчивых лесных насаждений в техногенно нарушенных местообитаниях. Соответствующие практические рекомендации переданы для использования научно-исследовательскому и научно-проектному институту Министерства черной металлургии СССР "Механобрчермет", Всесоюзному НИИ безопасности труда в горнорудной промышленности (ВНИИБТТ), Ново-Криворожскому горнообогатительному комбинату, Криворожскому металлургическому заводу им. В.И. Ленина.

Отчет о результатах исследований и рекомендации по закреплению поверхности шламохранилищ горнообогатительных комбинатов Кривбасса средствами озеленения и облесения переданы Всесоюзному информационному центру (инв. № Б 268666, № государственной регистрации 71015321).

Материалы исследований использованы при составлении учебных пособий по спецкурсам (степное лесоведение, биогеоценология) для студентов биологических специальностей университетов и пединститутотв.

СОДЕРЖАНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Среди многих вопросов этой проблемы в главе рассмотрены: изучение газоустойчивости растений, идеи геоботаники, экологии и биогеоценологии в изучении техногенных нарушений растительного покрова, вопросы типологии техногенных ландшафтов.

Данные многочисленных исследований в области физиологии газоустойчивости растений (Красянский, 1935-1956; Кулагин, 1961-1978; Николаевский, 1963-1978; Илькун, 1968-1978; Тарабрин, 1968-1978; Kisser, 1968; Däwler, 1969 и др.) раскрывают особенности

жизнедеятельности растений в условиях промышленного загрязнения среды, показывает высокую чувствительность жизненных функций растений к влиянию загрязнителей. Однако, они не получили еще достаточного освещения с экологических позиций. В этом направлении сделаны только первые шаги (Кулагин, 1974; Одум, 1975; Илькун, 1978; Лархер, 1978). Особое значение приобрели исследования взаимодействий загрязнителей с другими факторами среды в их влиянии на организмы (Parr, 1962; Zahn, 1963; Sokotowski, Kaweska, 1973 и др.). Для некоторых загрязнителей выявлены синергическое и доминантное влияние, их различная токсичность и устойчивость, зависимость их воздействия от ряда условий.

В познании экологических вопросов техногенеза определенное значение имеют фактические данные геохимической экологии в изучении биологической роли химической среды (Ковальский, 1974; Ковда, Назаров, 1977).

Устанавливаются закономерности распространения атмосферных загрязнителей (Векслер, 1962; Детри, 1968; Берлянд, 1975) и принципы их классификации (Rupp, 1956, Катц, 1962; Одум, 1975).

Получены лишь первые сведения о некоторых техногенных нарушениях естественных биогеоценозов и их компонентов (Грешта, 1970; Фогль и др., 1970; Kalata, 1974; Наздик, 1974 и др.).

В классификационных схемах антропогенных ландшафтов (Мильков, 1973; Исаченко, 1974; Арманд, 1975; Сочава, 1975) техногенные ландшафты отнесены к различным, но особым категориям. Изучены эти ландшафты недостаточно, а их типология и классификация только разрабатывается (Skawina, 1969; Колесников, Пикалова, 1974; Рева, 1975; Колесников, Моторина, 1976 и др.).

Анализ современного состояния экологических исследований проблемы оптимизации техногенных ландшафтов дает основание для таких кратких итогов:

1. Изучение многих аспектов проблемы только начинается (экологический и экосистемный подходы, регулирующие системы, типология техногенных ландшафтов и др.).

2. В исследованиях техногенных ландшафтов и слагающих их биогеоценозов преобладает компонентный подход.

3. Относительно лучше исследованы свойства и влияние на растение атмосферных загрязнителей, а также свойства субстратов некоторых промышленных отходов.

4. Разрабатываемые классификации техногенных ландшафтов отражают в основном особенности нарушений почво-грунтов при добыче и переработке полезных ископаемых.

Нуждается в разработке типология ландшафтов, биогеоценозов и экотопов, возникновение которых связано с промышленным загрязнением среды.

5. Не исследованы еще структурно-функциональные особенности техногенных биогеоценозов, особенно лесных.

6. Для развития экосистемных исследований процессов техногенеза и ускоренного развития нового направления в науке - техногенной экологии и биогеоценологии требуется объединение усилий ученых различных специальностей - биологов, географов, почвоведов, климатологов, технологов и др.

ТИПОЛОГИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ КРИВОРОЖСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО БАССЕЙНА

Глава содержит характеристику природных условий Кривбасса (климат, гидрологические условия и водные ресурсы, растительный покров и др.) и расчленения его ландшафтной сферы на экологически значимые подразделения.

Разработка типологии техногенных ландшафтов и сформированных в них экотопов, изучение свойств техногенных экотопов рассматриваются

как необходимые условия для решения многих прикладных вопросов их оптимизации.

Криворожский железорудный бассейн определен как особая техногенная область Криворожско-Накопальской железо-марганцеворудной техногенной провинции, в пределах которой выделены ландшафтные округа горнообогатительных комбинатов с их шламово-отвальным хозяйством, рудничной и заводской. Более дробные техногенные ландшафтные подразделения представлены карьерами, различными типами отвалов, зонами обрушений, зонами загрязнений, шламохранилищами, промышленными площадками и др.

Типы и формы ландшафтов различаются по особенностям антропогенного преобразования и техногенных нарушений. Большое разнообразие и мозаичность геоморфологических, геолого-минералогических, гидрогеологических и других характеристик техногенных ландшафтных подразделений раскрываются при типологическом подходе к оценке местообитаний на промышленных отвалах, карьерах, промышленных площадках с учетом таких критериев как происхождение, породный состав субстратов отвалов, возраст, экспозиция, особенности микро- и микрорельефа, естественного зарастания, лесорастительной пригодности, специфики загрязнения.

С позиций экосистемного подхода на территории любого крупного промышленного района следует различать группы экотопов относительно автохтонные (без существенных техногенных деструктивных изменений), техногенные с преимущественным нарушением климатопы (загрязнен атмосферный воздух), с глубоким нарушением и разрушением эдафотопы (промышленные отвалы, карьеры), с нарушением и климатопы и эдафотопы (всего экотопы).

Три последние группы деструктивных экотопов нуждаются в неотложной оптимизации.

Местообитания с загрязненным атмосферным воздухом определены

Таблица № I

Экотопы, формирующиеся при сочетании различных техногенных нарушений и условий увлажнения

ЭКОТОПЫ	Гигротоп (градациям увлажнения)	Очень сухой	Сухой	Суховатый	Свежий	Влажный	Сирой	Мокрый	
	Эдафотоп	Ненарушенный (почвенные разности)				Нарушенный		Разрушенный (различные субстраты промышленных отвалов)	
	Степень загрязнения	Высокая	Периодически (эпизодически) высокая		Средняя	Низкая	Периодически (эпизодически) низкая		
	Тип загрязнения (ведущий фактор)	Пыль: цементная, железорудная и др.			Газы, пары (различные по составу и свойствам)			Выхлопные газы автотранспорта	
Ландшафт	Заводской (промышленно-индустриальный)								

как экотопы с преимущественным нарушением (деструкцией) климатопы, разнообразие которых обуславливается составом и концентрацией загрязняющих веществ, а также их свойствами. Среди них следует различать экотопы с относительным преобладанием загрязнения твердыми частицами (цементная, железорудная, угольная и др. виды пыли), газами и парами (различные по химическому составу), экотопы с различными уровнями (градациями) загрязнения (высоким, средним, низким, периодически или эпизодическим высоким и низким).

Особенность указанных экотопов будут также определяться стойкостью загрязнителей и их токсичностью. Техногенные вещества бывают стойкими, среднестойкими и нестойкими и различные по фитотоксичности.

Свойства экотопов с преимущественным техногенным нарушением климатона в большей мере определяются особенностями адаптопы, особенно гигротопы (табл. I).

Местообитания на железорудных отвалах представляют собой очень разнообразную группу адаптопов с глубоко нарушенным или разрушенным почво-грунтом.

В условиях степной зоны ведущими факторами определяющими свойства адаптопов на отвалах являются трофность субстратов и увлажнение. Трофность субстратов в большей мере обуславливается их механическим и химическим составом.

Предлагаемая нами типологическая схема адаптопов железорудных отвалов (табл. 2) строится с учетом указанных ведущих, а также других типологически значимых признаков (возраст, экспозиция, микрорельеф, растительный покров и др.). К оценке растительного покрова промышленных отвалов как типологического признака мы подошли с позиций его происхождения, назначения, сукцессионного состояния, флористического состава, структурных особенностей группировок.

По лесопригодности субстраты железорудных отвалов разделены на лесопригодные, потенциально лесопригодные и лесонепригодные.

Предлагается также местообитания на отвалах по их способности обеспечивать рост и развитие травянистых растений (особенно аборигенных) разделить на пригодные, относительно пригодные, малопригодные и непригодные.

На промышленных отвалах формируются различные по свойствам экотопы, разнообразие которых может быть определено с учетом типа адаптофа и характеристики загрязнения атмосферного воздуха.

Учитывая ведущую регулирующую роль в степном техногенном ландшафте лесных культурбиогеоценозов, в развитие взглядов А.Л.Бельгарда (1958), нами предложена типизация техногенных экотопов по признаку экологического соответствия лесной растительности условиям местообитания.

В зависимости от характера техногенных нарушений и условий увлажнения выделены экотопы с относительным, явным, резким и очень резким экологическим несоответствием, с явным и относительным экологическим соответствием, а также экотопы с климатическим (сильно загрязненная атмосфера), адаптофическим (лесонепригодной почвогрунт) и экотопическим (сильно нарушен весь экотоп) несоответствием лесной растительности условиям местообитания.

Экотопы с явным, резким и очень резким несоответствием лесной растительности условиям местообитания формируются при высоком уровне загрязнения среды, на отвалах кристаллических пород, тяжелых глин и суглинков, резком дефиците увлажнения и других условиях. Их фиторекультивация сильно затрудняется.

№	Виды деятельности	Общественные организации	С/Х	С/Х	С/Х	С/Х	С/Х
10	Перекрестные связи	Неформальные группы	Средние	Средние	Средние	Средние	Средние
9	Значительный объем подготовительных работ	Многочисленные группы	Средние	Средние	Средние	Средние	Средние
8	Средние группы	Средние группы	Средние	Средние	Средние	Средние	Средние
7	Средние группы	Средние группы	Средние	Средние	Средние	Средние	Средние
6	Средние группы	Средние группы	Средние	Средние	Средние	Средние	Средние
5	Средние группы	Средние группы	Средние	Средние	Средние	Средние	Средние
4	Средние группы	Средние группы	Средние	Средние	Средние	Средние	Средние
3	Средние группы	Средние группы	Средние	Средние	Средние	Средние	Средние
2	Средние группы	Средние группы	Средние	Средние	Средние	Средние	Средние
1	Средние группы	Средние группы	Средние	Средние	Средние	Средние	Средние
0	Средние группы	Средние группы	Средние	Средние	Средние	Средние	Средние

Таблица 2. Характеристика и пути оптимизации эволюции карьерно-отвального ландшафта Красноярского железнодорожного бассейна.

ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРБИОГЕОЦЕНОЗЫ СТЕПИ, ПРОИЗРАСТАЮЩИЕ ЗА
ПРЕДЕЛАМИ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ВЛИЯНИЯ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ
КОМПЛЕКСОВ

Излагаются результаты исследований структурных особенностей наиболее распространенных типов искусственных лесных насаждений. Их типологический анализ, изучение пространственной структуры, роста и сомкнутости древостоев, состава и развития травостоя, синузид лишайников, мхов, макромицетов, лесной подстилки позволили выделить относительно устойчивые типы насаждений. В работе приводится характеристика типов лесных насаждений в различных лесорастительных условиях.

Спонтанно развивающиеся элементы лесного культурбиогеоценоза - травостой, особенно лишайники, мхи, макромицеты, обладая сравнительно высокой стенотолпностью, являясь чуткими индикаторами изменений ценотической и экологической среды в насаждении, отражают процесс сальватизации исходных степных экотонов под влиянием леса. Развитие эпифитных и напочвенных печеночных и настоящих мхов, увеличение роли неморальных и бореальных мхов (виды *Placidium*, *Hypnum*, *Leakea*, *Pylaisia* и др.) и макромицетов (виды *Russula*, *Xerocomus*, *Cyboricus*) в некоторых оптимальных позициях индицируют сравнительно высокую степень натурализации леса в степи.

Синузиды эпифитных лишайников обильно развиваются в осветленных по экологической структуре и изреженных древостоях, синузиды мхов и напочвенных макромицетов - в насаждениях теневых и полутеневых структур.

Материалы исследований роли лишайников, мхов и грибов в синузидальном строении лесных культурбиогеоценозов, их индикаторного значения развивают и углубляют учение о биоиндикации в степном лесоведении.

Лесные культурбиогеносы, произрастающие вне зон непосредственного воздействия промышленных комплексов, рассматриваются как элементы трансгрессивного положительного (регулирующего) влияния на окружающую среду.

В этом смысле они представляются особенно необходимыми для оптимизации степных техногенных ландшафтов.

ИСКУССТВЕННЫЕ ЛЕСНЫЕ БИОГЕОЦЕНОЗЫ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Глава содержит данные теоретических и экспериментальных исследований, характеризующие особенности промышленного загрязнения атмосферного воздуха в Кривбассе, свойства загрязненной атмосферы как компонента техногенного биогеноса, влияние атмосферных загрязнителей на некоторые особенности адаптона и зоокомпонента биогеноса, растительный покров, структуру культурных фитоценозов и биогеносов. В главе обсуждаются вопросы повышения устойчивости и жизнеспособности растений и их сообществ в условиях промышленной среды.

Специфика загрязнения среды в Криворожье обусловлена концентрацией на его территории мощнейших промышленных комплексов добычи и переработки железной руды, строительных материалов, наличием источников выбросов техногенных веществ различного состава и свойств, особенностями применяемых технологий и др. В работе приводятся конкретные данные о составе и уровнях загрязнения атмосферного воздуха на различных расстояниях от его источников.

Компоненты экотопа (атмосфера, почва) при их загрязнении приобретают специфические (чаще отрицательные) свойства, знание которых необходимо учитывать в практической деятельности.

Загрязненная атмосфера существенно меняет свои первоначальные физико-химические, оптические, термические и другие характеристики

(Розенберг, 1968; Будыко, 1972, 1977; Берлянд, 1975 и др.).

Следует отметить следующие экологически существенные последствия загрязнения атмосферного воздуха: уменьшение прямой солнечной радиации, ослабление УФ-излучения, увеличение содержания токсических примесей, ухудшение гидрологического режима и другие. В запыленной атмосфере находят более благоприятные условия для размножения и распространения различные микроорганизмы.

Нами зафиксировано 1,7 - кратное увеличение численности бактерий, выращенных на МПА, в воздухе вблизи источников выбросов пыли.

Вокруг крупных промышленных предприятий формируются зоны загрязнений, характеризующиеся определенными составом и концентрацией примесей в атмосфере. Протяженность этих зон определяется направлениями господствующих ветров, особенностями рельефа местности, наличием или отсутствием зеленых массивов, водоемов и др.

Нами вокруг различных источников выбросов выделено от 3 до 5 зон, требующих особого подхода при их озеленении и облесении.

В опытах с помощью биотестов нами изучались фитотоксичность некоторых атмосферных загрязнителей. Установлено относительно более высокую фитотоксичность сероводорода по сравнению с сернистым газом, а также ингибирующее влияние на прорастание семян водорастворимых веществ промышленной пыли.

Одной из еще нерешенных задач науки является разработка фитоиндикации загрязнения окружающей среды. Нами для условий степного техногенного ландшафта в качестве индикаторов загрязнения определены конкретные виды лишайников, мхов, некоторые виды хвойных и покрытосеменных растений (табл.3).

Исследования эдафотопов в зонах влияния промышленных предприятий не получили еще достаточного развития. Некоторые существенные изменения в почвах естественных лесных биоценозов, ухудшающие лесорастительные условия, отмечены вблизи многих предприятий (Кулагин, 1974; Bublinec, 1974 и др.).

Фитоиндикация загрязнения среды

Зоны загрязне- ния	Протяженность зоны	Фитоиндикация
Сильного загрязнения	0,5-0,6 км от источников выбросов	Лишайники и эпифитные мхи отсутствуют. Быстрое отмирание всех хвойных и неустойчивых видов цветковых (звездчатка средняя, подорожник ланцетный, клен остролистный и др.). Острые повреждения растений (обгорание листьев, некрозы тканей и др.).
Периодически сравнительно большого загрязнения	0,6-2-3/4 км от источников выбросов	Эпифитные лишайники и мхи отсутствуют. Относительно быстро гибнут большинство хвойных, конский каштан, липа сердцелистная и др. неустойчивые растения. В насаждениях могут расти бита восточная, можжевельник казацкий. Периодически острые и хронические повреждения растений.
Среднего загрязнения	3/4-5/6 км	У оснований стволов встречаются деформированные талломы <i>Physcia atellaria</i> , <i>Ph. grisea</i> , <i>Xanthoria parietina</i> . В насаждениях могут расти сосна черная, ель колючая, можжевельник обыкновенный. Хронические (часто скрытые) повреждения растений.
Слабого (не- значительного)	6-8(10) км от источников	Указанные виды лишайников поднимаются выше по стволу: к ним примешиваются <i>Physcia pulverulenta</i> , <i>Parmelia acetabulum</i> , <i>P. sulcata</i> . В основании стволов развиваются некоторые эпифитные мхи, в т.ч. печеночники.
Периодиче- ски слабого загрязнения	8-15 (20) км от источников выбросов	Лишайники распространяются по стволу до 2-3 м; к предыдущим видам примешивается <i>Нурдунгия physodes</i> , <i>Eucema ^{открытая}</i> . В определенных условиях развиваются эпифитные мхи. В насаждениях может расти сосна обыкновенная. Слабые (скрытые) периодические повреждения растений.

В Донбассе зафиксировано чрезмерное увеличение содержания в почве ряда химических элементов (Тарабурки, 1974).

Наши исследования некоторых техногенных изменений в аэрофитопе вблизи металлургического и коксохимического заводов показали, что в условиях Кривбасса, где по сравнению с другими индустриальными районами сложились иные техногенные условия в сочетании с недоулаженностью и недостаточной промываемостью почво-грунтов, наблюдается более значительное накопление в почвах соединений серы, железа, кальция, марганца, магния и других, которое прослеживается на глубину до 25 см и более.

В ряде мест отмечено 3-5-кратное увеличение содержания железа и серы, а также заметное уплотнение поверхностных слоев почвы. Исследованиями установлено ингибирующее влияние загрязнения почвы на активность целлюлозоразрушающих микробов, численность сапрофитных бактерий. Местами в слое почвы 0-10 см это сокращение численности бактерий было 80-100-кратным. Водные вытяжки из загрязненной почвы оказывали тормозящее влияние на прорастание семян.

Проведены лишь первые наблюдения над некоторыми техногенными изменениями животного населения естественных биогеоценозов (Шербаков и др., 1970; Sgafer, 1969; Stolina, 1974; Баранник, 1976). Не изучены в этом отношении искусственные лесные биогеоценозы степи.

Зоологические исследования в Криворожье показали, что в задымляемых искусственных лесных насаждениях уменьшается видовое разнообразие наземных насекомых, орнитофауны, численность насекомых - опылителей, нередко массово размножаются некоторые насекомые - вредители. В почвах задымляемых насаждений выявлено повышенную зараженность личинками хрущей, кавсыяков, изменения в составе мермитид.

Отрицательное влияние загрязнения на фауну вызвано ослаблением кормовой базы (уменьшение кормов и ухудшение их качества), качественным изменением среды обитания, непосредственным влиянием техно-

генных веществ на организмы.

Сравнительный анализ консортивных связей в насаждениях показывает наличие при задымлении свободных экологических ниш, выраженной редукции консорций. Эта редукция касается прежде всего, консументов высших порядков, насекомоядных птиц, эпифитных растительных группировок и связана с обеднением флоры и фауны, угнетением жизнедеятельности растений, упрощением структуры ценозов.

Характер и глубина нарушений жизненных функций растений, формообразовательных процессов, наблюдаемые в зонах воздействия атмосферных промышленных выбросов, определяются спецификой загрязнения, его сочетанием с почвенно-климатическими и погодными условиями, видовыми и экологическими особенностями организмов. Изучение этих вопросов в Криворожье нам представлялось необходимым для познания условий становления культурных фитоценозов в техногенных экотопах и обоснования рекомендаций по подбору растений.

Нами выявлены также особенности нарушений жизненных функций у различных видов растений в условиях промышленного загрязнения среды: относительно в меньшей степени нарушается водный режим у растений с повышенной общей устойчивостью в местных условиях.

Снижение транспирационной активности было меньшим у белой акации, клена ясенелистного, тополя канадского, вяза перистоветвистого по сравнению с чубушником обыкновенным, бирючиной обыкновенной. Соотношение в содержании в клетках свободной и связанной воды менялось за счет уменьшения последней у донника белого в 3,2, белой акации - 3,7, винограда настоящего - 7,4 раза. Более устойчивые виды (скумпия, белая акация, донник) при завядании теряли воду медленнее.

Ослабление фотосинтетической активности и связанное с ним накопление сухих веществ у скумпии, лоха узколистного, виноградовника пятилистного, бирючины, вяза перистоветвистого колебалось в преде-

лах 10-30%, а у клена остролистного и ясеня обыкновенного - 60-80%. Наиболее сильное угнетение ростовых процессов отмечено у клена остролистного, ясеня обыкновенного, ясеня зеленого. Относительно лучший рост на промплощадках показали белая акация, софора японская, лок узколистый и др.

Зольность листьев и других органов растения в промышленных зонах повышалась на 20-30% и более. Изученные нами виды деревьев составили следующий убывающий ряд по способности накапливать из загрязнений химические элементы: дуб черешчатый - тополь - абрикос, белая акация - клен ясенелистный - вяз перистоветвистый.

Исследование техногенных нарушений физиологических функций растений позволяет выявить виды с повышенной устойчивостью, определить особенности функционирования фитоценозов в конкретных условиях промышленной среды.

Под влиянием атмосферных загрязнителей нарушаются генеративные функции, развиваются структурные (анатомо-морфологические) повреждения растений.

При этом наблюдается уменьшение линейных размеров генеративных органов, количества цветков, а затем плодов, снижение абсолютного веса семян и их всхожести. Нами отмечено также резкое ослабление активности насекомых - опылителей, снижение жизнеспособности пыльцы (яблоня), усиленное повреждение семян энтомовыми вредителями (белая акация), а рылец - заморозками (абрикос), потеря жизнеспособности семян (овес), увеличение количества твердых семян (белая акация).

Угнетение цветения и плодоношения растений ведет к уменьшению участия в фитоценозах видов, размножающихся только семенами.

Исследования структурных техногенных нарушений растений (в основном интродуцированных) выявили случаи повреждения кутикулярной пленки и клеток эпидермиса, зависимость анатомо-морфологических нарушений от специфики загрязнения (они не одинаковы в окрестностях

цементного и металлургического заводов) и особенностей строения листьев.

Важным следствием физиологических и анатомо-морфологических нарушений растений в условиях загрязнения среды является ослабление средообразующей функции растительных сообществ.

В связи с вышесказанным, по нашему мнению, следует пересмотреть принятые нормативы обеспеченности озеленением населения индустриальных городов, увеличив их на 25 и более процентов.

Нами исследовались особенности пространственной и некоторые черты функциональной структуры лесных культурбиогеоценозов.

Наиболее сильное влияние атмосферные загрязнители оказывают на растения верхнего яруса - древостой. Очень сильное воздействие этих факторов ощущают опушечные, краевые ряды деревьев, обращенные к источнику загрязнения (краевой техногенный эффект).

Примеси в атмосферном воздухе вызывают нарушение нормальной архитектоники и ослабление сомкнутости крон древостой, уменьшение годичных приростов, усыхание веток, раннее отмирание малоустойчивых видов, ослабление олиственности побегов, ведущих к расстройству древесного культурфитоценоза, усилению освещенности в насаждении, ослаблению "лесного" фитолимата.

В таких насаждениях наблюдается относительно быстрое задержание почвы злаковым травостоем (пырей ползучий, мятлики сильноснутый и др.), отрицательно влияющим на рост древесных растений. При длительном воздействии загрязнений дубово-ясеневые насаждения относительно быстро превращаются в насаждения с очень малым участием ясеня обыкновенного, затем - в изреженные дубовые, травянистые мятливо-пырейные (на местах исчезнувших древостоев) и рудеральные группировки (на местах с нарушенным почвенным покровом). В лучших лесорастительных условиях эти процессы заметно замедляются. При задымлении в насаждениях процессы разложения подстилки несколько ослабе-

валт, а удельный вес летнего опада увеличивается за счет более раннего отмирания листьев, молодых побегов и случаев летнего листопада, что отражает такую черту биологического круговорота как его торможение (угнетение подстилочных деструкторов) и сокращение продолжительности изъятия органических веществ из круговорота.

В лесных насаждениях вблизи промышленных предприятий формируется травостой, в котором безраздельно господствуют злаковые, а двудольное разнотравье не получает сколько-нибудь заметного развития.

Искусственные лесные биогеоценозы в зонах воздействия промышленных комплексов приобретают также своеобразные черты пространственно-функциональной организации в связи с угнетением развития синузидов, ливайников, напочвенных макромицетов.

Лишайники и мхи как элементы растительных сообществ в условиях промышленной и урбанизированной среды изучались рядом исследователей в зонах с достаточным увлажнением (Трасс, 1965, 1971; Pišut и др., 1974; Лийв, 1975; Мартин, 1975 и др.). В условиях степного техногенного ландшафта таких исследований не проводилось.

Установлено, что вблизи источников загрязнения в искусственных насаждениях степи не развивается эпифитные мхи, печеночники, а напочвенная бриофлора представлена небольшим числом видов широкой экологической амплитуды (*Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Punaria hygrometrica* (L.) Hedw., *Bryum caespiticium* L. и др.). На расстоянии 6-12 км от промышленных предприятий видовое разнообразие мхов и их обилие увеличивается (*Barbula unquinata* Hedw., *Encalypta vulgaris* Hedw., *Orthotrichum preciosum* Wees., *Ricia ciliifera* Sink и др.).

Высокую чувствительность к загрязнению обнаруживают печеночники, эпифитные мхи, многие напочвенные виды (*Polytrichum*, *Mnium* и др.).

За пределами 12-15 км зоны флористическое разнообразие мхов

превышает 100 видов, а их развитие определяется ко^нкретными условиями аэрофотона и фитолимата (Добровольский, Гаевая, 1959; Гаевая, 1972).

Изучение распространения лишайников послужило нам основанием для выделения таких своеобразных "лишайниковых зон": "безлишайниковых зон" (ценозы без лишайников вблизи источников загрязнения), три переходные зоны и зона нормального развития лишайников (за пределами техногенного влияния). По возрастанию чувствительности к промышленному загрязнению наиболее широко распространенные в насаждениях лишайники составляют следующий ряд: *Physcia stellaris*, *Ph. grisea*-*Xantoria parietina*-*Physcia pulverulenta*, *Parmelia acetabulum*-*Parmelia sulcata*-*Evernia prunastri*, *E. furfuracea*, *Hypogymnia physodes* - *Anaptychia ciliaris*, *Usnea hirta*

(Добровольский, 1976). Указанная шкала отражает отношение лишайников к специфическим условиям загрязнения среды в Криворожье.

Грибные организмы, по всей вероятности, мало чувствительны к прямому влиянию промышленных газов. Некоторые из них (мукор) развивается в среде с весьма высоким содержанием сернистого газа (Добровольский, Стриха, 1970). Промышленное загрязнение оказывает влияние на развитие макромицетов через субстраты и почву, на которых они растут.

Насаждения вблизи промышленных предприятий сравнительно беднее почвенной флорой макромицетов, особенно микоризными грибами, как по разнообразию видов, так и по их обилию. Относительно лучше в этих насаждениях представлены лигнофильные и копрофильные грибы (*Schizophyllum commune* Fr., *Stereum hirsutum* (Willd.) Fr., *Tuberclia vulgaris* L., *Irpex lacteus* Fr., *Cortinus somatus* (Fr.) S.F. Gray).

Таким образом, задыхаемые и незадымляемые искусственные лесные ценозы существенно различаются по таким структурным и функцио-

нальным признакам как рост и сомкнутость древостоя, продолжительность и степень средообразующего влияния, состав и развитие травянистого яруса, динамика опада и развития лесной подстилки, развитие синузий мхов, лишайников и макромитозов.

Выявленные особенности синузального строения лесных культурных фитоценозов степи в промышленных зонах характеризуют их структурную упрощенность, а также заметно пониженную ценотическую и видовую емкость техногенных экотопов.

Загрязнение атмосферы и почвы оказывает влияние на разносторонние связи и взаимодействия в биогеоценозе (табл.4). Следует отметить такие особенности некоторых связей в техногенных биогеоценозах: топические связи - заметно ослабевают или разрушаются или не возникают (эпифитные лишайники и мхи). Симбиотрофные связи - обычно ослабевают вследствие ухудшения условий для развития микоризных грибов, клубеньковых бактерий. Трофические связи - формируются укороченные пищевые цепи и остаются незаполненными экологические ниши. Аллелопатические связи -из-за нарушений метаболических процессов и взаимодействия продуктов растительных выделений с элементами загрязнений существенно меняется характер аллелопатических влияний (Гродзинский, 1975).

Изменение некоторых связей в микроценозе связанное с уменьшением численности сапротитных бактерий и угнетением их активности, а также с изменением в составе зооценофа.

Изменения в межвидовых взаимоотношениях растений: обострение конкуренции между ксерофильным травостоем и древесными видами; высокая газочувствительность и повреждаемость ясеня обыкновенного, вяза листоватого ослабляет их влияние на дуб при совместном произрастании.

В техногенных биогеоценозах получают большую выраженность отрицательные взаимодействия - усиление повреждаемости растений энтомо-

вредителями, конкурентные взаимоотношения между древостоем и рудеральным, особенно злаковым травостоем и другие.

Атмосферные загрязнители оказывают влияние на все энергетические уровни биологического круговорота в биогеоценозе, но особенно сильно на первичный уровень - автотрофный компонент, а также на состав и функционирование редуцентов.

Их влияние на консорциумы в основном опосредствовано.

В структуре и функционировании консорциумов культуробиогеоценозов в условиях техногенной среды выявляются также общие особенности:

1) члены консорциумов характеризуются неодинаковой чувствительностью к атмосферному загрязнению и различной избирательной способностью к поглощению и концентрации элементов загрязнения;

2) концентрация и рассеивание элементов загрязнения происходят в различных концентрациях консорциумов;

3) техногенные изменения в биохимии и физиологии организмов одного круга консорциумов отражаются на последующих главным образом через трофические связи;

4) на основе специфики загрязнения и изменения количественных и качественных характеристик фитомассы возможно формирование необычных трофических и топических связей и взаимодействий;

5) консорциумы техногенных биогеоценозов являются сравнительно упрощенными (редуцированными), неполночленными.

В промышленных зонах обычно ослаблены члены, представляющие высокие трофические уровни в консорциумах (хищники и др.), а также автотрофные организмы и некоторые звенья фитофагов.

Общая сравнительная характеристика структурно-функциональных особенностей техногенных лесных культуробиогеоценозов степи представлена в таблице 5.

Особую актуальность приобретает поиск путей повышения устойчивости растений и их сообществ в условиях техногенной среды.

Таблица 4

Влияние промышленного загрязнения на некоторые
связи в биогеоценозе /схема/

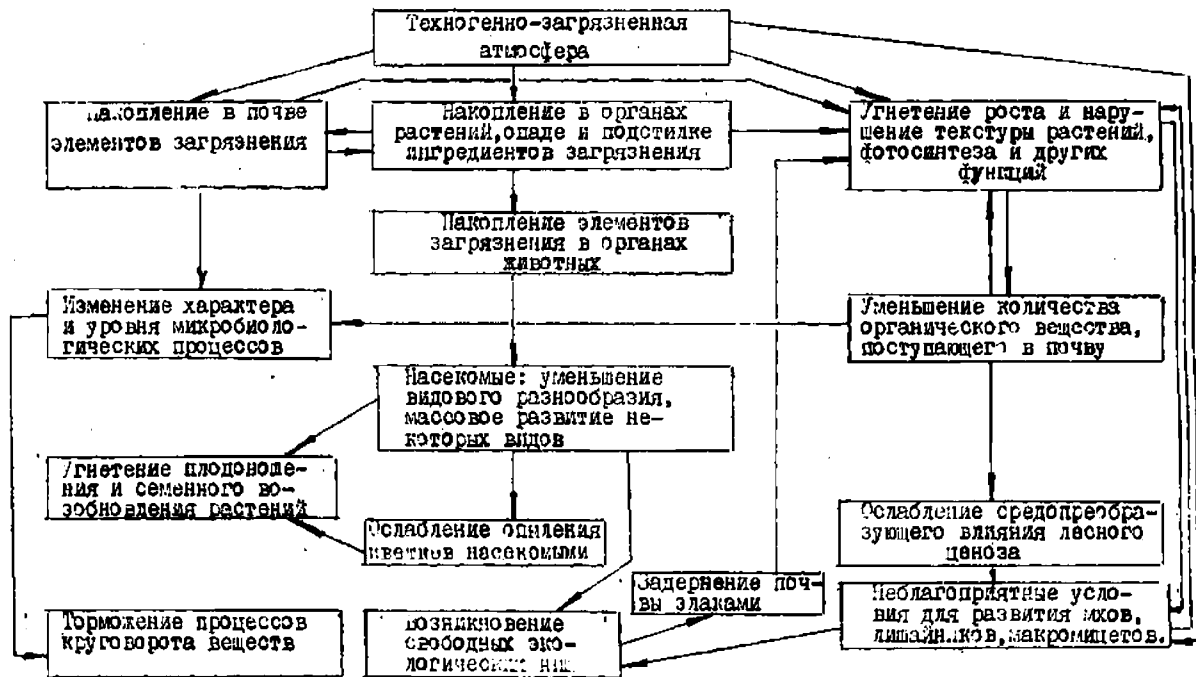


Таблица 5

Сравнительная характеристика лесных биогеоценозов в различных зональных и техногенных условиях

Экологические условия и элементы биогеоценоза	Лесной биогеоценозов (лесная зона)	Лесной культурный биогеоценозов (степная зона)	Лесной культурный биогеоценозов в степном техногенном ландшафте
1	2	3	4
Вегетационный период	5-6 месяцев	6-7 месяцев	6-7 месяцев (сокращается на 10-20 дней)
Осадки	Количество осадков больше испарения	Количество осадков меньше испарения	Количество осадков меньше испарения
Солнечная радиация	Природной интенсивности и спектрального состава	Природной интенсивности и спектрального состава	Повышается удельный вес рассеянной радиации, ослабляется УФ-излучение
Атмосферный воздух	Отсутствуют техногенные фитотоксиканты	Отсутствуют техногенные фитотоксиканты	Присутствуют техногенные фитотоксиканты (сернистый газ, окислы азота, пыль и др.).
Физические свойства рН	Рыхлая, структурная Ниже 7	Рыхлая, структурная Около 7	Уплотнение верхних слоев Нередко выше 7
Накопление гумуса	Незначительное	Значительное	Сравнительно ослабленное
Накопление техногенных веществ	Отсутствует	Отсутствует	Имеет место

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
Ценоморфы	Сильванты	Степнаты, сильванты, рудеранты	Рудеранты, степнаты, сильванты	
Сезонная ритмика	Зимний покой	Зимний покой и иногда летний полупокой	Зимний покой, иногда летний полупокой и техногенная дефолиация	
Фитоклимат	Четко выражен	Выражен	Слабо выражен (усиление светового состояния)	
Накопление фитомассы	Значительное	Сравнительно большое	Заметно ослабленное (угнетение фотосинтеза и роста растений)	
Развитие сингузий, мхов, лишайников, макромицетов	Значительное	Несколько ослаблено	Сильно ослаблено	
Тенденция развития	Сильватизация, заболочивание, олуговение	Остепнение, сильватизация	Рудерализация, остепнение, опустынивание, сильватизация	
Ценоморфы	Сильванты	Степнаты, сильванты	Степнаты, сильванты	
Видовое разнообразие	Большое	Значительное	Заметное уменьшение разнообразия видов насекомых, птиц и других	

1	2	3	4	5
Биологический круговорот	Накопление органических веществ	Значительное	Значительное	Относительно ослабляется
	Особенности химизма растительных органов и опада	Зольность незначительная, радиоактивность природная	Зольность незначительная, радиоактивность природная	Зольность повышенная, нередко повышенная радиоактивность
	Интенсивность разложения органических веществ	Высокая	Высокая	Ослабленная (утнетение сапротитной микрофлоры)
	Продолжительность изъятия органических веществ из круговорота	Долговременная	Относительно сокращается	Заметно сокращается
	Особенности круговоротов минеральных элементов	Занос экзогенных веществ и возвращение элементов определяется составом, возрастом биоценоза и зональными факторами. Круговороты относительно замкнутые	Занос экзогенных веществ, вынос и возвращение элементов определяется составом, возрастом биоценоза и зональными факторами. Круговороты относительно замкнутые	Существенное значение приобретает занос химических элементов извне и их аккумуляция в почве и организмах. Круговороты выражены открытые
	Величина летнего опада (активная фракция)	Сравнительно незначительная	Относительно большая	Заметно повышенная
Роль детрита в регенерации биогенных веществ	Значительная	Значительная	Ослабленная, в ряде случаев незначительная вследствие уборки опада, обрезки и др.	

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
Особенности пространственно-функциональной структуры биогеоценоза	Полночленность биогеоценоза	Полночленные	Относительно неполночленные	Выражено неполночленные
	Полночленность консорции	Полночленные	Относительно полночленные	Заметно редуцированные
	Относительная стабильность системы	Высокая	Низкая	Очень низкая
	Относительная замкнутость биогеоценоза	Высокая	Низкая	Очень низкая

Примечание: При составлении таблицы были использованы материалы исследований природных лесных биогеоценозов А.Д.Бельгарда (1971). Данные по лесным культурным биогеоценозам в условиях степи и техногенного ландшафта принадлежат автору.

Положительную роль в этом играют удобрения, внекорневое внесение определенных веществ, поливы, дождевание и другие приемы, улучшающие рост растений и плодородие почвы (Гусева, 1950; Яценко и др., 1971; Суслова и др., 1973; Попов и др., 1977).

В работе показано (лабораторные и полевые опыты) положительное влияние на устойчивость и жизнеспособность растений предпосевной обработки растворами соединений микроэлементов (таблица 6).

Таблица 6

Влияние предпосевной обработки микроэлементами на рост райграсса многолетнего в условиях промплощадки металлургического завода

Показатели	Варианты опытов			
	Контроль	Кобальт	Марганец	Бор
Высота трех- месячных рас- тений, см	40,0 \pm 1,45	52,3 \pm 1,98	50,6 \pm 1,63	50,5 \pm 1,62

Этот прием может иметь практическую ценность при создании на заводских территориях более устойчивых газонов и цветников.

Для создания относительно долговечных лесных насаждений в санитарно-защитных заводских зонах особо важное значение имеет подбор устойчивых видов. На основании многолетних исследований роста и устойчивости распространенных в озеленении промышленных городов лесной зоны Украины растений (около 60 видов), нами выделены такие группы: газоустойчивые, относительно газоустойчивые, слабогазоустойчивые и негазоустойчивые (Добровольский, 1952). Виды с повышенной устойчивостью рекомендованы для создания искусственных фитоценозов на территории и вблизи промышленных предприятий.

В устойчивости создаваемых в промышленной среде защитных фитоценозов определенное значение имеют их структурные особенности.

Отмечают меньшую повреждаемость дымом и газами густых много-

ярусных насаждений из устойчивых пород (Кучеров, Федорако, 1964; Кулагин, 1969).

В условиях степи, сложные по структуре насаждения требуют благоприятных лесорастительных условий (свежеватые-влажные эдафотопы).

В жестких лесорастительных и техногенных условиях, в связи с этим, следует ориентироваться на создание одноярусных древостоев из достаточно засухо- и газоустойчивых пород, упрощенных по структуре (1-2 ярусные), которые более соответствуют этим условиям местообитания.

Повышенной устойчивостью и относительно лучшей сохранностью в техногенных экотопах обычно отличаются в условиях степной зоны естественные травянистые группировки - злаковые и злаково-разнотравные (типчак, мятлик узколистный, житняк, тысячелистник обыкновенный, лапчатка серебристая и др.).

Перспективными и сравнительно устойчивыми являются следующие растительные группировки: в наиболее жестких техногенных и других условиях - чистые одно-двухъярусные древостой устойчивых видов с кустарниковым ярусом или без него (белая акация, лох узколистный, скумпия и др.); в более благоприятных условиях (регулярные поливы, свежие местообитания, сравнительно невысокий уровень загрязнения) - структурно более сложные древесно-кустарниковые фитоценозы (гополево-ивовые, дубово-кленово-кмыслостные, гледичиево-лоховые). Относительную устойчивость в техногенных ландшафтах степной зоны Украины обнаруживают некоторые культурные кустарниковые и травянистые фитоценозы - спирейные, спреневые, можжевельниковые, тамариковые, эспарцетовые и др.

Учитывая большую повреждаемость дном и газами в первую очередь краевых (опушечных) растений, целесообразно опухши, обращенные к источнику загрязнения, создавать из наиболее устойчивых ви-

дов (лох узколистный, тополь канадский, белая акация и др.).

Промышленное загрязнение в условиях степи выступает как фактор дескультуризации, т.е. оно ослабляет весь комплекс изменений в исходных степных экотопах, происходящих под влиянием искусственного лесного биогеоценоза.

Устойчивость и жизнеспособность лесных культурбиогеоценозов в степном техногенном ландшафте определяются дымо-газоустойчивостью слававших их видов растений, сомкнутостью древесного и кустарникового ярусов, особенностями световой структуры, степени пригодности (соответствия) создаваемых насаждений условиям местообитания.

Процессы техногенной деградации естественных и культурных биогеоценозов могут быть прекращены, а развитие их может быть направлено в желаемую сторону усилением определенных культурных режимов, основанных на знании техногенных сдвигов в биогеоценозе и его компонентах, более активным устранением или значительным ослаблением негативных техногенных влияний.

Проблема оптимизации техногенных ландшафтов путем облесения и озеленения могут быть успешно решены при биогеоценологическом подходе предусматривающем:

а) учет при создании искусственных фитоценозов конкретного типа растительных условий, специфики и разнообразия техногенных экотопов в каждом промышленном районе;

б) подбор устойчивых видов растений к неизбежным и неблагоприятным антропогенным (техногенным) и природным факторам;

в) целенаправленный выбор оптимальной структуры создаваемого фитоценоза в соответствии с его назначением и качеством экотопа (ярусная структура, защитные опушки, сомкнутость древостоя, тип смешения пород);

г) применение комплексных мероприятий, направленных на возмеще-

ние устойчивости и жизнеспособности растений, уменьшение экологического несоответствия лесной растительности условиям местообитания, интенсификации биологического круговорота веществ в биогеоценозе;

д) создание условий для развития относительно полночленных культурбиогеоценозов. Существующий уровень биогеоценологических исследований процессов техногенеза еще не соответствует значению и актуальности проблемы.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТВАЛЫ КРИВОРОЖСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО БАССЕЙНА КАК СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНОГЕННЫЕ ЭДАФОТОПЫ, ИХ ЕСТЕСТВЕННОЕ ЗАРАСТАНИЕ И ФИТОМЕЛИОРАЦИЯ

Материалы главы посвящены характеристике железорудных отвалов, сингенезиса растительности и обобщают исследования по их фиторекультивации.

По добыче железных руд и их переработке на месте плодородных земель возникают субстраты весьма разнообразные по составу, структуре, свойствам, условиям произрастания растений.

Основными типами нарушений являются: гидроотвалы (шламохранилища), насыпные отвалы, карьеры, зоны обрушения.

Железорудные шламы по механическому составу и свойствам представляют собой субстраты легкого механического состава. Преобладают частицы больше 0,01 мм. Они содержат очень мало фосфора (до 0,06%), практически лишены азота, органических веществ, обогащены соединениями железа (20% и более общего железа). Субстрат шламовых полей слабо сцементирован, отличается высокой подвижностью при высыхании. Естественное зарастание таких субстратов практически отсутствует.

Нами проводились опыты (Добровольский, Ефанов, 1969; Добровольский, 1972) по агрохимической оценке шламов и закреплению поверхности шламохранилища горнообогатительных комбинатов при помощи растительности.

Установлено, что на шламовом субстрате без почвоулучшающих мер могут произрастать многолетние травы: аспарцет песчаный, люцерна посевная, житняк, костер безостый, овсяница луговая.

Лучший результат дает посев бобовых, особенно аспарцета песчаного, который в первый год культуры хорошо закрепляет поверхность шламохранилища.

Обогащение шламов органическими веществами (нанесение 5-10 см слоя чернозема, удобрения) обеспечивает надежное залуживание шламохранилищ бобовыми и злаковыми травами.

Высокую приживаемость (95-100%) на шламах в год посадки дают саженцы белой акации, разных видов тополей, лоха узколистного, тамарикса четырехтычинкового, достаточную приживаемость (80-90%) - аморфы кустарниковой, караганы древовидной, дерена красного, бирючины обыкновенной.

Приживаемость 85-95% при посадке черенками установлена для видов ив, тополей, тамарикса. Сохранность пятилетних посадок 70% и более отмечены для аморфы, караганы, тополя черного, клена татарского, ясеня зеленого, тамарикса четырехтычинкового.

Создание долговечных устойчивых растительных сообществ на шламовых полях возможно при условии существенного улучшения трофических свойств субстратов - нанесения слоя лессовидных суглинков, чернозема, удобрения.

Насыпные отвалы сложены различными субстратами: глинами, суглинками, кварцитами, сланцами. Широко распространены отвалы скальных пород и смешанные. В зависимости от состава пород, особенностей микрорельефа, экспозиции на отвалах формируются местобитания с различным увлажнением и условиями для развития растений.

Наиболее неблагоприятные условия для роста растений существуют на вершинах отвалов, южных и восточных склонах, крутых откосах, засоленных глинах и суглинках, отвалах скальных пород. Субстраты

железородных отвалов отличаются выраженным недостатком азота (0-0,2% общего азота), низким содержанием калия (1,0-5,0 мг/100 г), фосфора (до 5 мг/100 г), pH 6,8-8,2. Железистые кварциты и сланцы имеют малую влагоемкость, низкую водопоглощающую способность, высокие теплопроводность и прочность.

Главными ограничивающими факторами облесения железородных отвалов являются: дефицит влаги и нестабильность водного режима, недостаточная обеспеченность питательными веществами, неблагоприятные для растений формы насыпей (крутые склоны, отсутствие террас и др.), в ряде мест высокая запыленность воздуха, повышенная плотность некоторых субстратов.

Уступы и откосы карьеров сложены различными суглинками, глинами, обломками скальных пород. По условиям увлажнения они могут быть отнесены к очень сухим местообитаниям.

На протяжении последних 5-10 лет на железородных отвалах и карьерах нами (Давыдов, Добровольский, 1971; Добровольский, Шанда, 1977) и другими исследователями (Иванов, 1975; Терещенко, 1974; Логгинов, Корецкий, 1974; Гордиенко, Комиссар, 1978) ставились опыты по выращиванию растений, результаты которых требуют обобщения.

Относительно высокую приживаемость (70-90%) и достаточный прирост (25-30 см) без внесения чернозема дают посадки лоха узколистного, белой акации, караганы древовидной, облепихи, тамариска четырехтычинкового, гледичии, клена ясенелистного, вяза перистоветвистого, ясеня зеленого.

Различные почвоулучшающие меры (нанесение слоя чернозема, поливы, глубокое рыхление и др.) обеспечивают рост на железородных отвалах многих видов растений и создание относительно полноценных зеленых насаждений.

Через четыре года небольшими сохранились установлены для посадок

белой акации, караганы древовидной, лоха узколистного, тамарикса четырехтычинкового.

Следует отметить, что на отвалах встречаются деревья и кустарники, поселившиеся естественным путем и представляющие известный практический интерес (абрикос, лох узколистный, шелковица белая, гледичия, тополь канадский, шиповник, боярышник согнуто-столбиковый, клен ясенелистный, вяз перистоветвистый).

Опытами установлена возможность залужения железорудных отвалов многолетними бобовыми и злаковыми травами (вспарпет, люцерна, житняк, донник и др.). В работе приводится список растений (деревья, кустарники, травы), рекомендованных для озеленения различных типов отвалов.

На железорудных отвалах прослеживаются стадии сукцессии растений: пионерная (1-2 года), раздельная (3-7 лет), раздельно-зарослевая (7-15 лет), смешанно-пятнистая (15-20 лет) (название стадий по Раменскому, 1938), начального остепенения (25-60 лет).

Становление степных биогеоценозов на отвалах протекает чрезвычайно медленно.

Соответственно большому значению в условиях степи анемокорных и баллистических приспособлений дессеминации растений на отвальных субстратах первым поселяются анемокорные виды, а затем получают развитие баллисты.

На равнинных участках смешанных отвалов широкое распространение получают временные донниково-смолевковые, донниково-полынные, полынно-смолевковые, кохивые группировки. В естественном зарастании железорудных отвалов обнаружено около 300 видов высших растений среди них 15 видов деревьев и кустарников и 12 видов мохообразных. Преобладают в естественном покрове на отвалах одно-малолетние сорно-степные виды.

На первых этапах сингенезиса наиболее активную естественную мелкоразветвленную функцию выполняют донниковая, тысячелистниковая, кохлевая, мятливо-пырейная растительные группировки.

Первичные растительные сообщества на отвалах функционируют как компонент пробиогенезиса находящийся в той или иной стадии сингенезиса, постепенного усложнения состава и структуры.

Ход этого процесса обусловлен свойствами эдафотопы, зонально-климатическими условиями, характером антропогенных влияний.

Формирующиеся на отвалах сообщества живых организмов представляют собой пробиогенезисы (по Быкову, 1969), характерными чертами которых являются: господство рудеральных видов, нестабильность флористического и фаунистического состава, высокая относительная эколого-ценотическая открытость, структурная упрощенность, относительно малая численность сапробной микрофлоры.

В работе обсуждаются аллелопатические проблемы сингенезиса. Отмечено доминирование на его ранних этапах видов с ярко выраженной аллелопатической активностью (донник белый, кохля вейничная, тысячелистник обыкновенный, полынь горькая и др.). Изучение сингенезиса растительности на железорудных отвалах позволило выявить перспективные виды, а также прогнозировать естественную их фитомелиорацию.

В работе определены программа и задачи дальнейшего комплексного исследования железорудных отвалов.

САДОВО-ПАРКОВЫЕ ГРУППИРОВКИ КАК СОСТАВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОПТИМИЗИРУЕМЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ, ИХ ТИПОЛОГИ- ЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПУТИ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО ОБОГАЩЕНИЯ

Типы садово-парковых группировок выделены с учетом особенностей исходных экотопов, флористического состава и структуры ценоза. Свойства исходных экотопов в значительной мере будут определять характер необходимых культурных режимов и возможности использования опре-

деленного разнообразия видов и др.

По особенностям исходных экотопов выделены культурфитоценозы в поемных и внепоемных местообитаниях (на суглинистых по механическому составу почвах различных градаций увлажнения), на промышленных отвалах (различного породного состава), в зонах влияния промышленных выбросов.

По флористическому составу - древесные, кустарниковые, травянистые по господствующим видам и их сочетанию.

По ярусной структуре - древесные: с кустарниковым ярусом и без него, с травянистым ярусом и без него, группы деревьев в сочетании с газонами и цветниками, рядовые посадки; кустарниковые: одно-двурядные, группы кустарников в сочетании с газонами и цветниками, рядовые посадки; травянистые - однокомпонентные и смешанные (газоны, цветники).

Как антропогенные образования садово-парковые сообщества развиваются под постоянным влиянием и контролем человека - целенаправленного регулирования (подсадка растений, уничтожение сорных видов и вредителей, рыхление почвы и др.), рекреационной нагрузки, периодического изъятия части фитомассы (обрезка, уборка опада и др.), заноса извне с пылью и дымом минеральных элементов. Они характеризуются слабой выработанностью денотических взаимосвязей, несформированными (редуцированными) консортивными связями, незначительной ролью детрита, относительно слабой продуктивностью фитомассы, неполночленностью.

В результате процессов естественной регуляции (особенно при ослаблении культурных режимов) в этих группировках происходит отбор видового состава некоторых травянистых и низших растений и спонтанное развитие травянистых микрогруппировок, синузий мхов, лишайников, грибов, разрастание одних и отмирание других видов. Наблюдается так-

же взаимное или одностороннее угнетение или стимулирование растений при совместном произрастании, что вызывает изменение пространственной структуры ценозов, видового состава и численности популяций видов животного населения.

Ценность садов и парков в большей мере определяется разнообразием видов, использованных для их создания. Этому требованию на практике еще не уделяется должного внимания. Флористическое обогащение озеленения промышленных городов степной зоны — одна из очередных неотложных задач улучшения зеленого строительства.

В её реализации необходимо широко использовать положительный опыт интродукции древесных и кустарниковых растений.

В Криворожье испытано около 250 видов и форм деревьев и кустарников. Среди них около 150 видов оказались достаточно устойчивыми в специфических условиях степного техногенного ландшафта.

Повышенной устойчивостью отличаются многие представители отечественной флоры из районов лесостепи, юга Сибири, Юго-востока страны (дуб черешчатый, лох узколистный, тополь Болле, клен татарский, кизильник блестящий, можжевельник казачий, гордовина и др.), а также северо-американского (белая акация, клен серебристый, ель колоочая, бундук канадский, снежногодник белый, ясень зеленый, аморфа серая и др.) и японо-китайского (виды дейции, будлеи, катальпы и др.) происхождения.

Для озеленения техногенных экотопов еще не использованы в достаточной мере растительные ресурсы степи.

По нашей оценке для этой цели может быть применено не менее 90 видов степной флоры (список в работе приводится).

ТИПОЛОГИЯ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ БИОГЕОЦЕНОЗОВ КРИВОРОЖЬЯ

Различные виды антропогенных биогенезов существенно различаются по характеру и степени преобразования и нарушения экотопа, происхождению, регуляции и тенденции развития.

Все разнообразие биогенезов можно объединить по их происхождению и степени антропогенности в три основные группы - относительно естественные, антропогенно-естественные, антропогенные.

Степень антропогенности биогенеза оценивается по роли в их становлении двух типов регуляции - антропогенной и естественной. Антропогенная регуляция может быть периодической (в лесных массивах и полосах), систематической (в лесопарках), интенсивно-систематической (в садах, парках), систематически - интенсивной (в агрофитоценозах). Основные типы антропогенной регуляции в биогенезах определяются на основе регулируемых объектов (регуляция адаптогена, фитоценоза и др.), а также их целенаправленности. Она бывает прямой (направленной) и косвенной (ненаправленной).

При прямой регуляции обычно достигаются определенные хозяйственно-выгодные цели (улучшение плодородия почвы, роста растений и др.). В результате косвенных, ненаправленных на данный биогенез или неконтролируемых влияний (в нашем понимании - косвенной регуляции) обычно происходит деградация культурных биогенезов, потеря ими хозяйственно-выгодных качеств.

В лесных культурно-биогенезах степи процессы естественной регуляции ведут к изменению сомкнутости древостоя и кустарникового яруса и связанной с ней относительной замкнутостью ценоза, появлению свободных экологических ниш и заселению их другими организмами, формированию временных микрогруппировок, сингулярных мхов, лишайников, грибов, яруса травянистых растений, дополняющих парцели.

Под влиянием лесной растительности происходят сложные процессы сивьватизации исходных степных экотопов (Бельгард, 1971; Травлев, 1972), в результате которых усложняется пространственно-функциональная организация биогеоценоза.

Антропогенная и естественная регуляция постоянно взаимодействуют между собой и определяют общие тенденции и закономерности развития культурных биогеоценозов. Общие тенденции развития культурбиогеоценозов в зависимости от соотношения и направлений различных типов регуляций показаны в таблице 7.

Различные компоненты биогеоценоза, обладая относительной автономностью, выявляют неодинаковую устойчивость к антропогенным (в т.ч. техногенным) нарушениям.

Загрязнение атмосферного воздуха угнетает или полностью исключает развитие эпифитных группировок лишайников и мхов, некоторых элементов живого покрова.

Сильное повреждающее влияние оно оказывает на древесный ярус фитоценоза. Кустарниковый ярус и травостой в лесном культурбиогеоценозе ощущают некоторое защитное влияние древостоя, (затенение, поглощение и задержка части примесей и др.). Повышенную устойчивость к техногенным влияниям выявляет злаковый травостой (мятлик, пырей и др.). Влияние техногенных факторов на микроценоз, зооценоз, а также на развитие симузий макромицетов обуславливается, главным образом, изменениями абиотических условий, растительного компонента.

Среди компонентов экотопа наиболее консервативной к техногенным изменениям является почва, которая, однако, после нарушений очень медленно восстанавливает свои свойства.

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ, ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

I. Многолетнее изучение природных условий и многообразных антропогенных влияний на растительный покров Криворожского железо-

Развитие и регулярирование клубнично-земляничных культур

Регулируемые составы	Агротехнические регуляторы			Формы регулярирования		Применение регулярирующих средств	Особенности регулярирования
	Площадь (всплошняк/полоса)	посадка/отсадка	форма формирования	последующая	последующая		
1. Вводятся	2	3	4	5	6	7	8
2) Землянично-клубничная							
3) Землянично-клубничная	Посев, посадка, удаление других видов	Создание фотопериода прищипки севооборота	Защита от вредителей, болезней, сорняков	Улучшение условий питания, борьба с болезнями, вредителями, сорняками	Улучшение условий питания, борьба с болезнями, вредителями, сорняками	Освоение свободных площадей, борьба с болезнями, вредителями, сорняками	Создание фотопериода прищипки севооборота
6) Пространственно-структурная	Посадка, удаление, прополка	Создание периода с определенным уровнем освещенности		Благоприятные условия для формирования клубничных растений (всплошняк и др.)	Камерные условия и пространственная структура формирования клубничных растений.	Камерные условия и пространственная структура формирования клубничных растений.	Формирование клубничных растений в условиях камерных условий
8) Рост и развитие растений	Отсрочка роста и удаление растений	Ускорение роста, доминантное пролиферация		Формирование роста, отсрочка цветения клубничных растений	Ускорение роста, отсрочка цветения клубничных растений	Ускорение роста, отсрочка цветения клубничных растений	Ускорение роста, отсрочка цветения клубничных растений
9) Структурный состав	Применение в разведении клубничных культур, удаление, доминантное поведение, удаление клубничных культур, удаление клубничных культур, удаление клубничных культур, удаление клубничных культур	Ускорение и создание полноты	Нормализация вегетационного периода, удаление клубничных культур, удаление клубничных культур, удаление клубничных культур, удаление клубничных культур	Обеспечение оптимальных условий для формирования клубничных растений	Ускорение роста, отсрочка цветения клубничных растений	Ускорение роста, отсрочка цветения клубничных растений	Ускорение роста, отсрочка цветения клубничных растений

рудного бассейна в ближайших районах показало важность эколого-биогеоэкологического подхода к познанию, сохранению и преобразованию биоты вообще, а растительности в особенности, что необходимо для оптимизации среды обитания и деятельности человека.

2. Исходной для решения сложных вопросов оптимизации окружающей среды в промышленных районах является проблема типологии техногенных ландшафтов и сформированных в них экотопов. В промышленных районах степной Украины типы техногенных ландшафтов могут быть выделены, прежде всего, на основе характеристик загрязнения атмосферного воздуха, техногенного нарушения почво-грунтов, состояния растительного покрова и применяемого преобразования, оценки степени соответствия лесной растительности условиям местообитания.

Разнообразие и особенности техногенных ландшафтных подразделений раскрывается при осуществлении типологического подхода к оценке местообитаний нарушенных промышленностью территорий.

3. По нашему мнению Криворожский железорудный бассейн представляет собой техногенную область Криворожско-Никопольской железомарганцеворудной провинции, в пределах которой выделены техногенные округа горнообогатительных комбинатов, заводские, рудничные и иные более дробные подразделения техногенного ландшафта, представляемые отвалами, карьерами, зонами обрушения, зонами загрязнения, элементами рельефа и другими, существенно различающиеся основными характеристиками техногенных условий.

4. Для целей оптимизации техногенных ландшафтов при помощи облесения важно различать экотопы по степени экологического соответствия лесной растительности условиям местообитания, формирование которых определяется характером техногенных нарушений и особенностями гитропов. Оптимизирующие программы наиболее усложняются при техногенном нарушении всего экотопа (экотопы с резким и очень резким экологическим несоответствием леса условиям местообитания - сочетание глубо-

кого разрушения почвогрунта, загрязнения атмосферного воздуха и дефицита увлажнения).

5. По характеру нарушений в техногенном степном ландшафте выделены группы экотопов относительно автохтонные без деструктивных явлений, техногенные с преимущественным нарушением климатопы, эдафотопы или всего экотопа, требующих различного подхода к их улучшению при помощи озеленения и облесения. Классификация экотопов с преимущественным техногенным нарушением (деструкцией) климатопы должна строиться с учетом состава и физико-химических свойств загрязнителей атмосферного воздуха (экотопы с преобладанием пылевого, газового и других видов загрязнения), градации (уровня) загрязнения (уровни высокого, периодически (эпизодически) высокого, среднего, слабого, периодически (эпизодически) слабого загрязнения), стойкости (стойкие, среднестойкие, нестойкие загрязнители) и токсичности примесей, а также особенностей гигротопы и трофотопы.

Экспериментально (на биотестах) показана различная сравнительная фитотоксичность таких часто встречающихся примесей в воздухе как сероводород, сернистый газ, промышленная пыль.

6. Разнообразие типов эдафотопов промышленных отвалов в степном техногенном ландшафте может быть определено на основе учета таких ведущих признаков: механический и химический состав субстратов и условия увлажнения. В ряде случаев в качестве третьей ординаты должен быть принят показатель загрязнения среды (градации загрязнения).

Более подробные типологические подразделения промышленных отвалов нами выделены на основании их происхождения, возраста, высоты, состава пород, особенностей микро рельефа, лесорастительной пригодности, особенностей самозарастания.

Приведенная в работе типологическая схема железорудных промышленных отвалов отражает дифференцированный подход к решению вопросов фиторекультивации.

7. В условиях промышленного загрязнения среды существенно нарушаются жизненные функции растений (физиологические, генеративные и др.), развиваются структурные повреждения, отражающие токсичность загрязнителей, устойчивость, санитарные свойства растений и обуславливающие специфические структурно-функциональные особенности техногенных фитоценозов.

Исследования фитоиндикации атмосферного загрязнения позволили впервые выявить в условиях степного техногенного ландшафта индикаторную роль определенных видов лишайников, мохообразных и некоторых хвойных (в культурных ценозах).

Наиболее часто встречающиеся в озеленении промышленных городов степной зоны Украины интродуцированные виды деревьев и кустарников различаются по устойчивости к влиянию дыма и газов. Нами выделены (1952 г.) группы устойчивых, среднеустойчивых, относительно устойчивых, слабоустойчивых и неустойчивых растений. Для озеленения промышленных предприятий рекомендованы устойчивые и относительно устойчивые виды.

В работе показана возможность повышения устойчивости и жизнеспособности травянистых растений в условиях промышленной среды путем предпосевной обработки семян слабыми растворами соединений микроэлементов (марганец, кобальт и др.). При этой обработке заметно улучшается рост растений и понижается их повреждаемость дымом и газами.

8. Развитие биокомплексов животных в техногенных ландшафтах характеризуется тенденциями к упрощению видового состава и структуры. Отмечены уменьшение видового разнообразия наземных энтомокомплексов, в том числе опылителей, орнитофауны, изменения в зоосафоне.

9. Различные компоненты культурного биогеоценоза выявляют неодинаковую устойчивость к антропогенным (техногенным) нарушениям, различную способность к восстановлению и развитию в условиях промышленной среды. По степени увеличения относительной устойчивости структурные элементы древесного культурфитоценоза располагаются в следующем порядке: сингузии лишайников, мхов, ярусы - древесный, кустарниковый, травянистый (злаковый). Влияние техногенных факторов на другие компоненты биоценоза (микробеоценоз, животное население, сингузии макрофитов) осуществляется в основном косвенно.

10. Промышленное загрязнение вызывает разносторонние изменения в связях биогеоценоза - ослабляет топические и симбиотрофные связи, существенно меняет характер некоторых межвидовых взаимоотношений, аллелопатических и трофических связей. В техногенных биогеоценозах обычно ослабевают наиболее высокие трофические уровни в консорциях, получают большую выраженность отрицательные взаимодействия. Возникают свободные экологические ниши, которые заселяются более устойчивыми видами. Техногенные факторы оказывают особенно сильное влияние на первый энергетический уровень биологического круговорота - автотрофный компонент и на функционирование редуцентов.

Обратимые и необратимые техногенные изменения в структуре, функциях и динамике биогеоценозов обусловлены характером, длительностью и степенью нарушающих взаимодействий в системе "биоценоз-экотоп".

11. Устойчивость растительных группировок к промышленному загрязнению (технотолерантность) определяется их структурными особенностями, видовым составом, конструкцией культурфитоценоза и относительной пригодностью создаваемых ценозов к условиям местобитания.

12. Общей тенденцией (закономерностью) структурно-функциональной организованности биогеоценозов при наличии загрязнения является

упрощение и укорочение трофических цепей, формирование неподпочвенных (редуцированных) консорциев и биогеоценозов, ослабление процессов накопления фитомассы и разложения опада, изменение динамики опада, ослабление процессов сукцессии степных экотопов под влиянием искусственного леса, повышение относительной эколого-ценотической открытости сообществ, выраженная рудерализация живого покрова, а в ряде случаев опустынивание степных БЦ, торможение процессов биологического круговорота веществ.

13. Типология садово-парковых группировок как важных элементов культурного техногенного ландшафта строится в условиях степной зоны на основе следующих признаков: а) особенностей исходного экотопа; б) флористического состава; в) структурных особенностей культурфитоценоза.

Приведенная в работе схема типов садово-парковых группировок отражает в известной мере биогеоценологический подход к их классификации.

14. В развитии садово-парковых группировок в промышленных городах ведущая роль принадлежит таким факторам: а) антропогенное направленное регулирование; б) большая (нередко чрезмерная) рекреационная нагрузка; в) незначительный удельный вес детрита; г) занос значительного количества минеральных элементов с пылью и дымом. Характер процессов саморегуляции в этих сообществах определяется почвенно-климатическими зональными условиями, особенностями исходных экотопов, направленностью антропогенных влияний.

15. Флористическое обогащение озеленения промышленных городов степной зоны Украины, как важная мера повышения качества зеленого строительства, может быть осуществлено путем интродукции растений из других зон и рационального использования декоративных видов природной степной флоры. Наибольших положительных результатов достигну-

то при интродукции декоративных растений отечественной флоры из районов Лесостепи, южной Сибири, Юго-востока СССР. Многие виды растений происхождения северо-американского и японо-китайского отличаются относительно высокой устойчивостью в условиях промышленного загрязнения среды. Более 90 видов природной флоры степи могут быть успешно использованы в озеленении техногенных экотопов.

16. В естественной фитомелиорации железорудных отвалов на первых этапах сингенезиса наиболее важную роль играют временные группировки: кохиевая, донниковая, тысячелистниковая, пырейная, пырейно-мятликовая.

Формирующиеся на отвалах группировки живых организмов (пробиогеоценозы) в процессе сингенезиса постепенно усложняют видовой состав и структуру. Им свойственны выраженная эколого-ценотическая открытость, структурная упрощенность, нестабильность видового состава, очень медленные темпы становления.

17. Наиболее важными типологическими критериями биогеоценозов промышленно развитых районов являются их происхождение, характеристики состояния, структуры, особенностей экотопа и биоценоза и их компонентов (атмосферы, почвы, фитоценоза, животного населения, микроценоза), некоторых черт биологического круговорота веществ, а также особенностей антропогенной и природной регуляции.

С учетом указанных критериев приведен сравнительный анализ структурно-функциональных особенностей и тенденций развития лесных культурбиогеоценозов в различных условиях.

18. Для озеленения различных техногенных экотопов Кривбасса предлагаются такие растительные группировки: а) древесные, как основные многофункциональные ценозы - однопородные, одноярусные (белоакашиевые, гледичиевые, дубовые, тополевые, бундукровые, софоровые, сосновые (сосна черная), можжевельниковые, кленовые, каркасовые,

ивовые); древесно-кустарниковые двуярусные (те же и жимолость татарская, скумпия, шелковица белая, клеи татарский, вишня магалебская, дерен белый, свидина, бирючина, лох узколистный, желтая акация), древесно-кустарниковые многоярусные (дубово-кленовые, дубово-липовые, дубово-кленово-липовые, дубово-кленовые, кленово-липовые, кленово-ясенево-липовые, тополево-ивовые с кустарниками или без них; б) кустарниковые-скумпиевые, тамариковые, лоховые, сиреневые, можжевельниковые, облепиховые, спирейные; в) древесно-кустарниково-травянистые (с полезным травостоем); г) травянисто-одноярусные и смешанные (злаковые, злако-разнотравные, разнотравные, эспарцетовые и др.).

Виды растений с относительно высокой физиологической стабильностью (фотосинтез, рост и др.) в условиях промышленной среды лучше выполняют мелiorативную роль (белая акация, лох узколистный, софора японская, дуб черешчатый, виноградник пятилистный и др.).

19. Типологический анализ искусственных лесных насаждений в степи (сопоставление роста и продуктивности древостоев, развития светолюбивого травянистого яруса, лесной подстилки и др.) показывает неодинаковую их устойчивость и долговечность в зависимости от состава древостоя, экологической и ценотической структуры, типа лесорастительных условий, а также относительного соответствия искусственного леса конкретным условиям местообитания.

Особенности ярусной и синузальной структуры лесных ценозов (развитие и состав травостоя, синузид мхов, лишайников, макромицетов, лесной подстилки) отражают степень сальватизации исходных степных экотопов, характеризуют ценотическую и экологическую среду в насаждении и являются показателями относительной устойчивости и полноценности лесных культурбиогеноценозов в степи.

В работе впервые установлена индикаторная роль лишайников, макромицетов и мхов как компонентов лесных культурбиогеносов в степи.

20. Затронутые нами проблемы техногенных изменений в фитоценозах и биогеносах в науке только начали разрабатываться. Дальнейшее углубление биогеносологические исследования техногенных ландшафтов должны быть направлены на: а) изучение свойств и особенностей функционирования компонентов биогеносов в условиях промышленного загрязнения среды с учетом зональных факторов и специфики загрязнения; б) раскрытие особенностей биологического круговорота веществ и потока энергии в различных типах техногенных биогеносов; в) углубленное изучение прямых и обратных связей; г) познание закономерностей становления консорциев; д) обоснование и разработка методов биологической индикации специфики и уровней загрязнения среды; е) выяснение роли структурных компонентов биогеносов и отдельных групп организмов в накоплении и миграции продуктов загрязнений в биогеносах; ж) создание устойчивых защитных фитоценозов (состав, структура) с наиболее высокими санирующими свойствами в различных типах техногенных условий; з) создание полевого животного населения ценоза (орнито-мирмекофауна и др.); и) определение характера и объема оптимальной антропогенной регуляции в системе "биогенос-промышленная среда" в различных природных зонах и типах влияния промышленности; к) углубленное познание особенностей эволюции (микроеволюции) живых организмов в условиях техногенных ландшафтов, включая генетические явления.

Углубленные стационарные комплексные исследования изменений всех компонентов биогеносов, вызываемых промышленными загрязнениями, техногенным нарушением почво-грунтов и растущей урбанизацией, в раз-

личных естественно-географических зонах страны - настоятельная задача науки, без разрешения которой нельзя выработать научно-обоснованных рекомендаций по охране и оптимизации окружающей природной среды в условиях научно-технического прогресса.

На основании полученных результатов предложены практические рекомендации по подбору устойчивых видов растений для озеленения промплощадок, санитарных зон вокруг промышленных предприятий и фито-рекультивации промышленных отвалов, созданию относительно устойчивых и долговечных лесных культурбиогеносов в различных условиях, с учетом разнообразия и специфики техногенных экотопов, агротехнике выращивания растений в наиболее жестких условиях промышленной среды, флористическому обогащению озеленения.

МАТЕРИАЛЫ ДИССЕРТАЦИИ ИЗЛОЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ ОСНОВНЫХ РАБОТАХ:

1. Газоустойчивость древесно-кустарниковых пород. Лесное хозяйство, 1952, 4.

2. Зелені насадження Криворіжжя. - Наук. зап. Криворізьк. держ. педін-ту. К.: "Радшкола", 1957, в. II.

136 3. Деревні насадження Криворізького лісництва. Наукові записки Криворізького педінституту. Вип. 3. К., "Радшкола", 1958.

4. Матеріали до бріофлори штучних лісонасаджень Криворіжжя і прилеглих районів. В сб.: Шорічник Укр. ботан. т-ва. 4, К., "Наук. думка", 1959, I (в соавторстве с Н.В. Гаевой).

111 5. Культура *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng в степной части Украинской ССР. Ботан. журн., 1959, 2.

71 6. Матеріали к мікрофлорі лесних насаджень в степях УССР. В кн.: Искусственные леса степной зоны Украины. Харьков, изд-во Харьк. ун-та, 1960 (в соавторстве с П.Е. Сосняным).

✓ 7. К вопросу о вегетативном возобновлении древесных и кустарниковых пород в искусственных лесных насаждениях. В кн.: Искусственные леса степной зоны Украины. Харьков.Изд-во Харьк. ун-та, 1960. 129

8. Деревні насадження Інгулецьких лісових дач. В об.:Щорічник Укр.ботан.г-ва. I, К.; "Наук.думка", 1960, 2. 139

✓ 9. Наслідки Інтродукції деяких декоративних деревних і чагарникових порід на Криворіжжі. Укр.ботан.журн., 1961, I. 140

✓ 10. Охорона рослинного світу. В кн.: Школа і охорона природи. К., "Рад.школа", 1965.

✓ 11. Дендрофлора зелених насаджень Криворіжжя та її раціональне використання для озеленення Кривбасу.Тези респ.конф., Сімферополь, 1965.

12. Афліофорові гриби в штучних деревних насадженнях півдня України. В кн.: Матеріали III з'їзду УБГ. К.; "Наук.думка", 1965.

13. Досвід вирощування метасеквої на Криворіжжі. В кн.: Інтродукція і акліматизація рослин, К., 1966. 142

14. Дендрарій Криворожского педагогического института. Бюлл. Главн. ботсада АН СССР, 1967, в.65.

✓ 15. Озеленение Криворожского железорудного бассейна. Бюлл. Главн. ботсада АН СССР, "Наука", 1967, в.66. 143

12 ✓ 16. Влияние дымо-газовых выделений промышленных предприятий Криворожского железорудного бассейна на растения. В кн.: Материалы VI Международной конф. "Влияние загрязнения воздуха на леса", Катовице, 1968.

17. Наслідки Інтродукції декоративних деревних і чагарникових порід на Криворіжжі за роки Радянської Влади. В кн.: Інтродукція і акліматизація рослин на Україні. К.: "Наук.думка", 1968. 144

✓ 18. Зеленые насаждения на промышленных площадках Криворожского железорудного бассейна. В кн.: Материалы I Укр.конф. "Растения и промышленная среда"; К., "Наук.думка", 1968. 145

19. Вплив мікроелементів на посівні якості насіння деяких декоративних деревних рослин. В кн.: Досягн. ботан. науки на Україні, 1965-1966 рр. К., "Наук. думка", 1968.

13 ✓ 20. Влияние промышленного загрязнения среды на искусственные лесные посадки и степной растительный покров на юге Украины (Криворожье). В кн.: Реф. докл. и сообщ. IV Уральск. научно-коорд. совещ. по проблеме "Растительность и промышленные загрязнения", Свердловск, 1969.

14 21. Шламовые поля горнообогатительных комбинатов Криворожского бассейна и некоторые вопросы их рекультивации. В кн.: Реф. докл. и сообщ. IV Уральск. научно-коорд. совещ. Свердловск, 1969 (в соавторстве с А.Т. Ефановым).

22. Вивчення фітотоксичності деяких компонентів промислового забруднення. Укр. ботан. журн., 1970, 27, № 5 (в соавторстве с Е.А. Стрихой).

23. Освітленість в штучних лісонасадженнях. В кн.: Досягн. ботан. науки на Україні, 1967-1968 рр. К., "Наук. думка", 1970.

24. Водостійні сили тканин листків деяких деревних рослин в умовах промислового забруднення повітря. В кн.: Досягн. ботан. науки на Україні 1967-1968 рр. К., "Наук. думка", 1970.

25. Світлозатримуюча здатність крон деяких деревних рослин. В кн.: Досягн. ботан. науки на Україні 1967-1968 рр. К., "Наук. думка", 1970.

26. Повреждение древесных растений ожеледью (гололедом). Булл. Главн. ботсада АН СССР, "Наука", 1971, в. 78 (в соавторстве с А.Т. Ефановым).

4^b ✓ 27. Промышленные загрязнения атмосферы и вопросы охраны растительности. В кн.: Вопросы охраны ботанических объектов, Л., Наука, 1971.

28. Древесно-кустарниковые породы для озеленения уступов и отвалов карьеров Кривбасса. В кн.: Растения и промышленная среда. Материалы конф., К., "Наук.думка", 1971 (в соавторстве с Н.А.Лавиным, А.М.Ивановым и др.).

✓ 29. К вопросу о методах повышения газоустойчивости растений. В кн.: Растения и промышленная среда. Материалы конф. К.; "Наук.думка", 1971 (в соавторстве с Е.А.Стрихой).

30. Сельскохозяйственные растения вблизи источников загрязнения среды. В кн.: Растения и промышленная среда. Материалы конф. К., "Наук.думка", 1971.

31. Підвищення газостійкості рослин під впливом мікроелементів. Укр.ботан.журнал, 1971, 6 (в соавторстве с Е.А.Стрихой).

32. Дым-газовые повреждения лесных посадок в условиях юга Украины. Тр.Комп.експедиции ДГУ. Вопросы степного лесоведения, Днепропетровск, 1972, в.2.

35 ✓ 33. Біогеоценотичні аспекти впливу промислового забруднення повітря на рослинність. В кн.: Матеріали І з'їзду Укр.ботан. т-ва, Ужгород, 1972.

36 ✓ 34. Древесно-кустарниковые экзоты Дальнего Востока в Криворожском бассейне. В кн.: Интродукция растений и зеленое строительство. К., "Наук.думка", 1973.

35. Биологическая рекультивация хвостохранилищ горнообогатительных комбинатов Кривбасса. Научный отчет. Лив. № Всесоюзного информационного центра Б266666, № государственной регистрации 71015321, 1972.

36. Гуровский лес - колыбель степного лесоразведения на Криворожье. Тр.Комп.експедиции ДГУ. Вопросы степного лесоведения, Днепропетровск, 1973, в.2.

37. Вплив промислового забруднення середовища на цвітіння і плодоношення рослин. Укр. ботан. журнал., 1974, 31, № 1.

132 38. До питання про ботанічні та геоботанічні типи садово-паркових рослинних угруповань. В кн.: Охорона, вивчення та збагачення рослинного світу. К.: "Вища школа", 1974.

153 39. Деякі наслідки біогеоценологічних досліджень у Криворізькому басейні. В кн.: Біогеоценологічні дослідження на Україні (природні та штучні екосистеми, їх структурно-функціональні особливості та раціональне використання). Тези доповідей І республіканської наради 28-30 жовтня 1975 р., АН УРСР, м. Львів, 1975.

154 40. Принципи типології та регулювання біогеоценозів Криворіччя. В кн.: Біогеоценологічні дослідження на Україні (природні і штучні екосистеми, їх структурно-функціональні особливості та раціональне використання). Тези доповідей І республіканської наради 28-30 жовтня 1975 р., АН УРСР, м. Львів - 1975 (в соавторстві з В.М. Шандою).

41. Проблеми фітосанитації серед в Криворожском промисловом районі. В кн.: Биосфера и человек. Материалы I Всесоюзного симпозиума. М., "Наука", 1975.

42. Ботаніка. Систематика нижчих і вищих рослин. Підручник для біолог. спеціальн. ун-тів і педін-тів, К., "Вища школа", 1975, (в соавторстві з А.Л. Липой).

43. Золністість і мікроелементний склад золи листків рослин, які ростуть в умовах промислового забруднення середовища. В кн.: Десяти ботан. науки на Україні. 1970-1973 рр. К., "Наук. думка", 1976.

44. До якісної характеристики біологічної продуктивності фітоценозів в умовах промислового забруднення середовища. В кн.: Десяти ботан. науки на Україні 1970-1973 рр., К., "Наук. думка", 1976.

45. Формування парцелярної структури степових Лісових культур-біогеоценозів. В кн.: Досягн. ботан. науки на Україні 1970-1973 рр. К., "Наук. думка", 1976. 15

46. Фитоіндикація промислового забруднення воздуха в Криворозькому залізничному басейні. В кн.: Растения и промышленная среда. К., "Наук. думка", 1976.

47. Аллелопатическі аспекти сінгенезиса в техногенних екотопах Криворозького басейну. В кн.: Сборник тезисов, докладов на IV Всесоюзном симпозиуме по физиолого-биохимическим основам взаимодействия растений в фитоценозах. К., "Наук. думка", 1976, (в соавторстве с В.И. Шандой). V

48. Анатомо-морфологічні пошкодження рослин в умовах промислового забруднення середовища. Укр. ботан. журнал, 1976, 33, №4 (в соавторстве с Н.А. Шербак).

49. Влияние загрязненной атмосферы на углеводный обмен растений. В кн.: Тезисы докл. и сообщ. конф. "Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов юга Украины", Симферополь, 1977 (в соавторстве с В.А. Барановой).

50. Использование растительных ресурсов степной зоны Украины для оптимизации техногенных ландшафтов. В сб.: Тезисы докл. и сообщ. конф. "Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов юга Украины", Симферополь, 1977, (в соавторстве с В.И. Шандой). 15

51. Проблеми сінгенезису в техногенних екотопах. В кн.: IV з'їзд Українського ботанічного товариства. К., "Наук. думка", 1977 (в соавторстве с В.И. Шандой). W

52. Стійкість фітоценозів в умовах промислового забруднення середовища. В кн.: IV з'їзд Українського ботанічного товариства. К., "Наук. думка", 1977.

53. Макроміцети в искусственных лесах. Лесоведение, 1977.

160 54. Разработка и прогнозирование геоботанических способов закрепления нарушенных земель в Криворожском бассейне. В кн.: Рекультивация земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых. Тезисы докладов конференции в г.Орджоникидзе, АН СССР, 1977 (в соавторстве с В.С.Вашенко, И.В.Фурса, и др.).

158 55. Особенности ауто- и синэкологии интродуцируемых растений в техногенных экотопах Криворожья. В кн.: Биол.закономерн.изменч. в физиологии приспособления интродуцированных растений. Тезисы докладов Всесоюзной конф. (14-17 сентября 1977 г.), Черновцы, 1977, (в соавторстве с В.И.Шандой).

167 56. Лесная рекультивация нарушенных земель в условиях Криворожского бассейна. В кн.: Вопросы степного лесоведения и охрана природы (Комплексная экспедиция ДГУ - лесному хозяйству). Днепропетровск, 1977 (в соавторстве с В.И.Шандой).

57. Биогенотические основы оптимизации техногенных ландшафтов. В кн.: Биогенотология, антропогенные изменения растительного покрова и их прогнозирование. Тезисы докл. II республик. биогенотол. совещ. К., "Наукова думка", 1978.

58. Мхи, лишайники и грибы как компоненты лесных культур биогенотеннозов и их индикаторная роль. В кн.: Тезисы докл. VI делег. съезда Всесоюзн. ботан. общ., Л., "Наука", 1978.

59. Пробιοгенотеннозы техногенных экотопов Кривбасса (в соавторстве с Евтушенко Э.Х., Давба Н.К. и др.). В кн.: Биогенотология, антропогенные изменения растительного покрова и их прогнозирование.

165 Тезисы докл. II республик. биогенотол. совещ. К., "Наукова думка", 1978.

60. Структурно-функциональные особенности искусственных техногенных биогенотеннозов. В кн. "Структурно-функциональные особенности естественных и искусственных биогенотеннозов. Тезисы докл. Всесоюзного совещания по биогенотологии. Днепропетровск, 1976.

61. О стойкости некоторых деревьев и кустарников против влияния атмосферного загрязнения на промышленных площадках Криворожского бассейна. В кн.: Охрана, изучение и обогащение растительного мира. "Вища школа", 1978, 5.

Зак. 368. Тираж 160. Объем 2,75 п.л. Ротапринт ДГУ.