ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

СВЕРДЛОВСК, 1984

УДК 502.6 : 574.4 : 58.02

Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов.: [Сб. статей]. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.

В сборнике представлены материалы, отражающие специфику техногенных ландшафтов разных типов, и некоторые направления их экологической оптимизации. Показано влияние техногенных факторов на отдельные компоненты биогеноценозов (растительность, почва), на рост, развитие и продуктивность растений. Рассмотрена геохимическая трансформация почв и растительности под воздействием аэротехногенного загрязнения окружающей среды. Значительное внимание уделяется проблеме устойчивости к техногенным факторам растений и растительных сообществ в связи с их интродукцией в техногенные экотопы. Даны конкретные предложения по охране и восстановлению растительности и почвы в связи с проблемой рационального использования природных ресурсов: обосновывается необходимость создания системы природных резерватов на Урале, рекомендуются способы биологической рекультивации нарушенных земель (территории промплощадок заводов, карьеров и т. д.).

Сборник рассчитан на специалистов различного профиля, занимающихся вопросами экологии, антропогенного ландшафтоведения, охраны природы.

Ответственные редакторы
докт. биол. наук **С. А. Мамаев,**
канд. биол. наук **И. И. Шилова**

Э $\frac{21002—163(82)1242}{055(02)7}$ 13—1984

© УНЦ АН СССР, 1984

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ · 1984

С. А. МАМАЕВ, В. В. ИППОЛИТОВ

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ УРАЛА В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕНЕЗА

Уральский регион — один из крупнейших экономических районов СССР. Его промышленный комплекс представлен сотнями предприятий различных отраслей. Здесь получили развитие горнодобывающая и лесная промышленность, черная и цветная металлургия, машиностроение, химическая промышленность, производство строительных материалов, предметов народного потребления и т. д. В лесостепной и степной зонах Урала сложилось интенсивное сельское хозяйство. Производственно-аграрные отношения связывают Уральский регион и с прилегающими экономическими районами (Северо-Западным, Волго-Вятским, Поволжским, Казахстанским и Западно-Сибирским).

Могучий хозяйственный потенциал Урала в значительной степени обусловлен богатыми природными ресурсами территории: различными рудными и нерудными полезными ископаемыми, лесами, продуктивными площадями лесостепи и степи, перспективными для хозяйственного освоения районами тундры и лесотундры, значительными водными ресурсами и др. Урал и прилегающие к нему территории отличаются большим разнообразием природных ландшафтов. Здесь представлен целый ряд зональных и азональных экосистем, имеются местонахождения редких, исчезающих и эндемичных растений и животных, наблюдаются разные геологические структуры, интересные и уникальные гидрологические объекты.

В пределах Уральского региона[1] происходит наложение шести зональных формирований (тундры, лесотундры, тайги, широколиственных лесов, лесостепи и степи) на четыре крупных тектогенных геокомплекса (Уральская равнинно-горная, Русская

[1] В данной статье под Уральским регионом понимается природно-географический комплекс, включающий Уральскую физико-географическую страну и прилегающие к ней территории так называемого Предуралья и Зауралья (Свердловская, Челябинская, Пермская, Курганская и Оренбургская области, БашкАССР, северо-восток Коми АССР и северо-запад Тюменской области).

равнинная, Западно-Сибирская равнинная и Казахско-Туранская равнинная страны). Это усугубляет разнообразие ландшафтных районов и определяет наличие уникальных, редких и интересных ландшафтов.

В связи с интенсивной эксплуатацией природных ресурсов Урала чрезвычайно актуальным и своевременным в этом регионе становится решение проблемы рационального природопользования и охраны природы. С учетом постоянно увеличивающегося антропогенного воздействия на природные экосистемы одним из главных стратегических направлений в этом важнейшем государственном деле является разработка научных рекомендаций по совершенствованию системы охраняемых территорий в условиях техногенеза [2]. Создание такой системы способствует поддержанию относительного экологического равновесия в пределах того или иного природного региона.

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» [3] выделен специальный раздел «Охрана природы», в котором, в частности, сказано: «Продолжить формирование научно обоснованной сети заповедных территорий и национальных парков...» Новым важным и основополагающим документом явилось постановление Госплана СССР и Госкомитета по науке и технике № 77/106 от 27 апреля 1981 года об особо охраняемых природных территориях СССР, согласно которому все виды природных резерватов носят статут «государственных». Это явилось качественно новым подходом к определению, содержанию и целям создания природно-заповедного фонда СССР.

Природные ресурсы Урала интенсивно используются около 300 лет. До заселения этих территорий русскими местное население занималось отгонно-пастбищным животноводством (на юге), рыбной ловлей, охотой, причем хозяйство носило в основном очаговый характер и заметно не влияло на природу. Природоохранительные идеи носили культово-религиозный характер [1]. При этом охранялись отдельные скалы, деревья, пещеры, озера, лесные участки.

С развитием капитализма и экономическим подъемом в России и особенно на Урале усилился интерес к изучению хозяйства и использованию природных ресурсов. В частности, в 1930 г. была издана «Инструкция об управлении лесной частью на горных заводах хребта Уральского по правилам лесной науки и доброго хозяйства». Эта инструкция положила начало регулярному устройству лесов на Урале [3].

В тот же период, в связи с исследованием природы Урала, получило некоторое развитие уральское заповедное дело, боль-

---

[2] Техногенез — процесс экологически неконтролируемых воздействий человека на природные экосистемы путем применения технических средств.

[3] Материалы XXVI съезда КПСС. М.: Политиздат, 1981, с. 184.

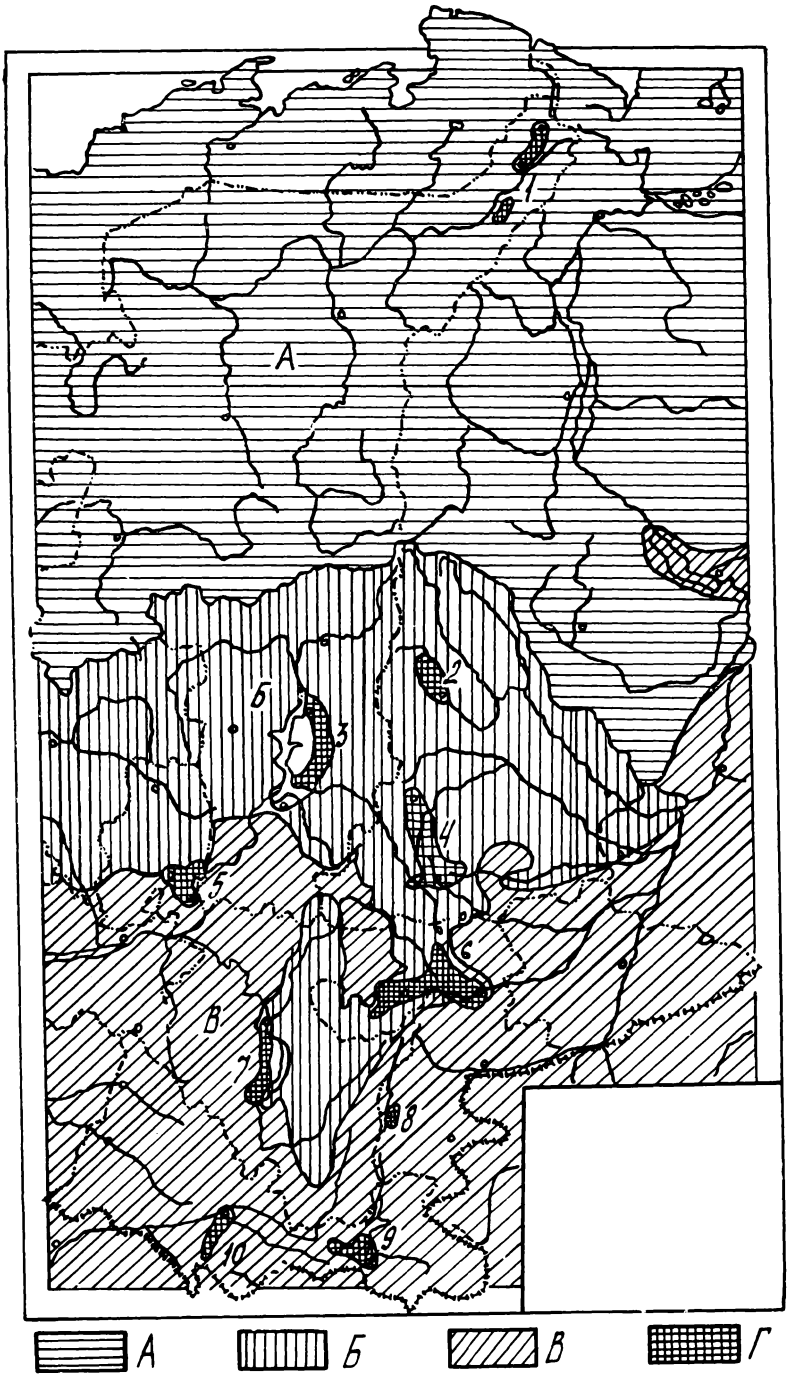
шой вклад в которое внесли В. И. Татищев, П. И. Рычков, И. И. Лепехин, А. Ф. Теплоухов и др. В большей степени развитие заповедного дела в конце XIX — начале XX вв. связано с деятельностью Уральского общества любителей естествознания (УОЛЕ). На заседаниях общества неоднократно ставился вопрос о создании заповедных участков уральских ландшафтов и организации специальной комиссии для их охраны.

Однако хищническое, неразумное использование природных ресурсов при капиталистическом способе производства тормозило развитие уральского заповедного дела. Постоянно велась интенсивная вырубка лесов, нерациональная разработка полезных ископаемых, отсталые методы ведения сельского хозяйства определили возникновение на громадных площадях эрозионных процессов. Все это влекло за собой катастрофическое исчезновение ценных участков природы. Практическая деятельность по выделению ценных природных объектов и резерватов была крайне недостаточной, речь шла лишь о сохранении единичных уникальных творений природы. Конкретных же мероприятий по их охране на Урале не было.

С победой Великой Октябрьской социалистической революции начался новый этап в природопользовании. Социалистический способ ведения хозяйства создал предпосылки для разумной эксплуатации компонентов биосферы, т. е. оптимального их использования, воспроизводства и охраны.

Уральский регион получил мощный толчок для своего экономического развития, чему способствовали его географическое положение и природные богатства. Особенность промышленного комплекса Уральского региона — обилие (до 12 тысяч) и раздробленность месторождений полезных ископаемых, синхронность с осевыми тектоническими структурами Урала, приуроченность растительных и земельных ресурсов к широтным природным формированиям, большие различия в обеспеченности отдельных уральских районов водными ресурсами. Таким образом, производство в этом регионе характеризуется формированием отдельных, различных по компактности и величине промышленных зон и центров.

К настоящему времени хозяйственная освоенность Уральского региона отличается следующими особенностями (рис. 1). Менее освоенными районами являются Полярный, Приполярный и часть Северного Урала с прилегающими территориями (Коми АССР и Тюменская обл.). Эта зона экстенсивного ведения хозяйства с очагами земледелия, оленеводства, охоты, рыболовства, а также лесной промышленности и угледобычи. В северо- и среднетаежной подзонах возрастает потенциал лесной промышленности. Наиболее освоена предуральская часть этой зоны (Воркутинский угольный бассейн, добыча нефти и газа в районе Ухты и др.). В перспективе более активно в хозяйственном отношении будет осваиваться и зауральская часть этой


А
Б
В
Г
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

зоны в связи с дальнейшим освоением газовых месторождений Северного Приобья.

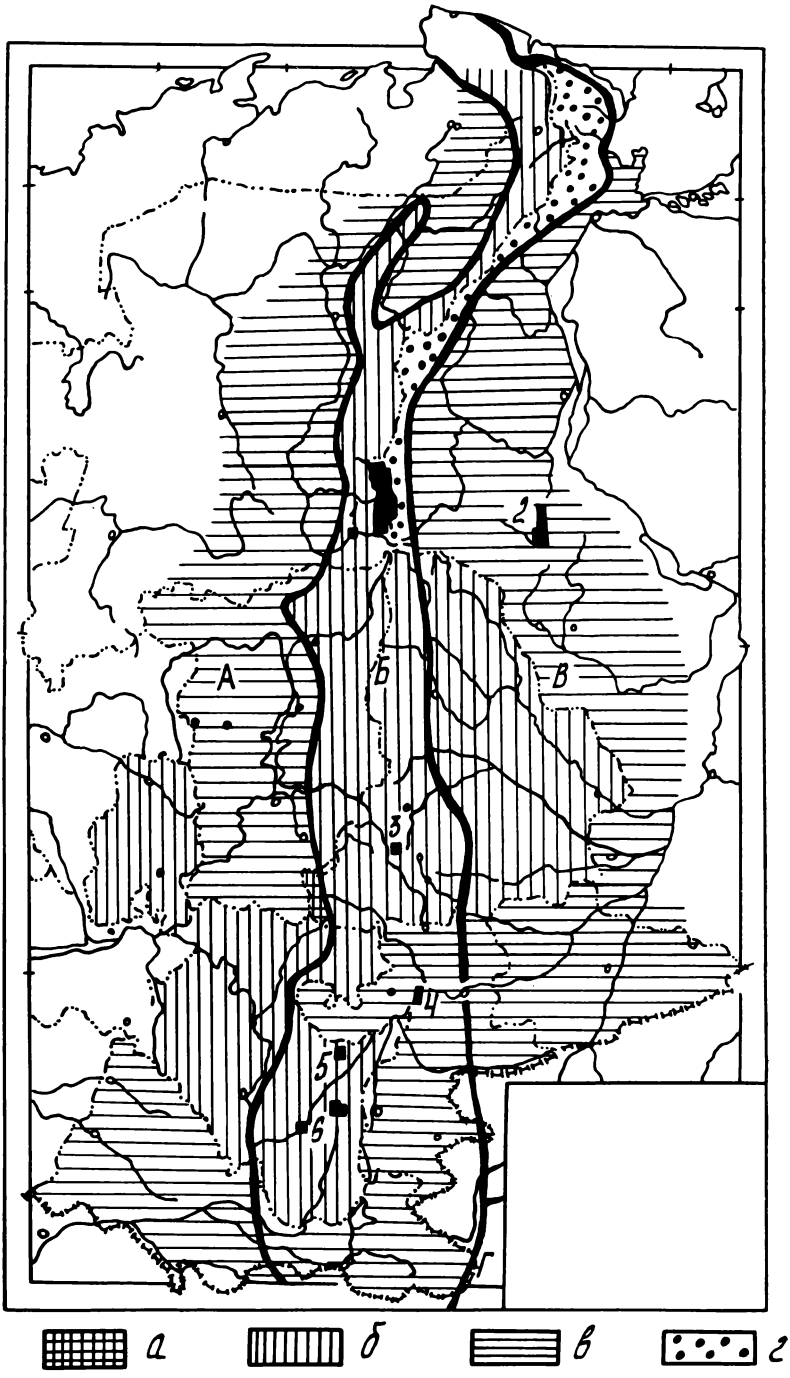
Наиболее активным техногенезом охвачены районы южной части Северного Урала, а также Среднего и Южного Урала. Здесь можно выделить две зоны.

1. Зона повсеместного интенсивного лесопользования и пригородного сельскохозяйственного производства вокруг промышленных центров (Свердловская, Пермская области, Удмуртская АССР, а также горная и предгорная часть Челябинской области и Башкирской АССР). Лесные ресурсы здесь используются весьма интенсивно. Ресурсы древесины в Свердловской области составляют 1,4 млрд. м^3 или 44 % всех запасов Уральского экономического района, в Пермской области немногим меньше — 1,3 млрд. м^3 [8]. Значительны площади, занятые сельскохозяйственным производством (соответственно Пермская область 20,1 % от общей площади области, Свердловская область 13,7 %, Удмуртская АССР — 46 %). В пределах этой зоны сформированы крупнейшие районы концентрированного промышленного производства и городских агломераций — Свердловская, Челябинско-Ашинская, Пермско-Соликамская и др. В центрах горнорудной промышленности имеются площади, занятые промышленными отвалами и карьерами. В Свердловской области эти площади составляют более 60 тыс. га, в Пермской — 15 тыс. га [4]. Тревожное положение сложилось здесь с водными ресурсами. В целом в пределах этой зоны экологическая обстановка малоблагоприятна.

2. Зона повсеместного интенсивного ведения сельского хозяйства (Оренбургская и Курганская области, а также равнинные части Башкирской АССР, Челябинской области и юго-западные районы Тюменской области). Основу сельского хозяйства составляют здесь зерновые культуры, мясо-молочное и молочно-мясное животноводство, овощеводство. На юге зоны развито садоводство и выращивание подсолнечника. Велики здесь площади земель, используемых под сельскохозяйственное производство: в Башкирской АССР 50,2 % от общей площади земель республики, в Челябинской области 55,8 %, в Курганской области 62,2 %, Оренбургской области 84,7 %. Наиболее распаханы площади в лесостепной и степной зонах Южного Зауралья. На описываемой территории функционируют несколько

Рис. 1. Хозяйственная освоенность Уральского региона и прилегающих к нему территорий.

А — Г — зоны: *А* — интенсивно-очагового ведения хозяйства с центрами лесной промышленности, земледелия, оленеводства, охоты и рыболовства; *Б* — интенсивного лесопользования и пригородного сельского хозяйства; *В* — повсеместного интенсивного ведения сельского хозяйства (зерновые культуры, животноводство); *Г* — концентрированного промышленного производства и городских агломераций: *1* — Воркутинской, *2* — Серовско-Ивдельской, *3* — Пермско-Березниковской, *4* — Свердловской, *5* — Ижевской, *6* — Челябинско-Ашинской, *7* — Уфимско-Стерлитамакской, *8* — Магнитогорской, *9* — Орско-Медногорской, *10* — Оренбургской.


А
Б
В
Г
1
2
3
4
5
6
а
б
в
г

крупных центров промышленного производства и городских агломераций (Орско-Медногорская, Уфимско-Стерлитамакская и др.). Районы часто испытывают дефицит водных ресурсов. Тревожное положение сложилось с сохранением естественных малоизмененных степных и лесостепных биогеоценозов, их осталось крайне незначительное количество. Единственное место, где сохраняются целинные участки,— это территория Троицкого лесостепного заказника.

Таким образом, в течение продолжительного времени техногенезом разной степени активности охвачен почти весь Уральский регион, и в дальнейшем освоение новых территорий будет продолжаться так же энергично. Процесс остановить нельзя, это противоречило бы развитию прогресса и человеческого общества в целом. В целях улучшения среды обитания намечаются гигантские проекты по преобразованию и оптимизации ландшафтов, возникновению новых промышленных районов, развитию зон сельского хозяйства. «Такая задача возникает сама собой как одно из условий последовательного прогресса советского социалистического общества» [2, с. 101].

Как уже подчеркивалось выше, одно из основных направлений охраны окружающей среды в условиях техногенеза — сохранение в естественном состоянии уникальных, редких и некоторых типичных объектов на выделенных для этого территориях, которые специальными постановлениями утверждаются в ранге заповедника, заказника, памятника природы, природного (национального) парка и т. д. На основе выделения и организации этих природных резерватов происходит формирование системы охраняемых территорий.

Проанализируем заповедную освоенность Уральского региона и прилегающих территорий на основе физико-географического районирования СССР [7] (рис. 2). Государственные заповедники на схеме выделены нами отдельно как своеобразные ядра природно-заповедного фонда, и их площади не были учтены при расчете плотности распределения других природных охраняемых объектов. Ввиду отсутствия точных сведений по площадям охраняемых объектов уральских областей и автономных республик проведен количественный анализ распределения природных резерватов (по данным Центрального Совета ВООП на 1.01.1979 г.) в «предуральской» (восточная окраина Восточно-

---

Рис. 2. Заповедная освоенность Уральского региона и прилегающих территорий.

Заповедники (выделены черным): *1* — Печоро-Илычский (с Якшинским филиалом), *2* — «Малая Сосьва», *3* — Висимский, *4* — Ильменский им. В. И. Ленина, *5* — Южно-уральский высокогорный, *6* — Башкирский (с Прибельским филиалом). Плотность распределения прочих природных резерватов: *а* — оптимальная, *б* — средняя, *в* — низкая, *г* — очень низкая.

Физико-географические страны (жирной линией выделены их границы): (*А* — Русская равнинная, *Б* — Уральская равнинно-горная, *В* — Западно-Сибирская равнинная, *Г* — Казахско-Туранская мелкосопочно-равнинная).

Европейской равнинной страны), «уральской горной» (Уральская равнинно-горная страна) и «зауральской» (западная окраина Западно-Сибирской равнинной страны) частях Уральского региона [4].

Учитывая хозяйственную освоенность Урала, на его территории, в разной степени охваченной техногенезом, выделим три крупные зоны, которые соответственно имеют различную заповедную освоенность.

1. Первая зона приурочена к Полярному и Приполярному Уралу. Государственные заповедники здесь отсутствуют. Весьма контрастно распределение охраняемых природных объектов на западном и восточном макросклонах этой части Урала: средняя плотность на западном (Коми АССР) и очень низкая на восточном (Тюменская область). В Предуралье и Зауралье плотность природных резерватов низкая, но в Коми АССР памятников природы больше, чем в Тюменской области. Зона Полярного и Приполярного Урала с прилегающими территориями будет активно осваиваться в хозяйственном плане, поэтому уже сейчас нужна разработка проектов организации одного-двух государственных заповедников, необходимых для научного изучения соотношения леса и тундры, их размещения и динамики, что особенно важно в условиях интенсивного освоения районов Севера.

Предполагаемые варианты создания заповедников: горные массивы Рай-Из, Пай-Ер и Народной. Весьма актуальна проблема организации здесь ландшафтных и других заказников, выявление и описание памятников природы.

2. Вторая зона занимает Северный Урал с прилегающими территориями. На западном макросклоне, в междуречье Печоры и Илыча, функционирует Печоро-Илычский государственный заповедник, открытый в 1930 г. В Среднем Приобье недавно создан государственный заповедник «Малая Сосьва». Плотность распределения природных резерватов здесь такая же, как и на Полярном и Приполярном Урале — низкая на западном макросклоне и очень низкая — на восточном. Лишь в южной части этой зоны (Свердловская и Пермская области) показана средняя плотность распределения. В Зауральской части зоны плотность распределения также неоднородна (средняя в Свердловской области, низкая — в Тюменской).

В связи с усиливающимся за последние годы хозяйственным освоением Северного Урала и особенно Северного Зауралья необходимо увеличение числа различных природных резерватов. Проектируется заповедник в верховьях р. Северной Сосьвы — восточный аналог Печоро-Илычского заповедника. Близок к восстановлению бывший заповедник «Денежкин Камень». На-

[4] За основу учета плотности взято количество охраняемых объектов на 10 км^2.

чаты работы по проектированию заказника республиканского значения «Вагильский Туман». В северной части Свердловской области проводятся изыскания по выявлению генетических резерватов лесообразующих пород таежных лесов Урала, в настоящее время подготовлены материалы для организации 30 подобных заказников. Кроме того, в зауральской части зоны выявлено до 50 новых памятников природы, в основном ботанических и гидрологических. Актуальна проблема создания природного резервата «Конжаковский Камень» в районе одного из самых мощных горных узлов Северного Урала. Необходимо также усилить работу по выявлению памятников природы в Тюменской и Пермской областях.

3. Третья, наиболее освоенная, зона охватывает Средний и Южный Урал с прилегающими территориями. В связи с дифференциацией промышленных и сельскохозяйственных районов здесь можно выделить две особые подзоны.

Первая подзона охватывает Средний Урал и бóльшую часть (горную и предгорную) Южного Урала. Здесь функционируют четыре государственных заповедника: Висимский (Средний Урал, Свердловская область), Ильменский им. В. И. Ленина (Южный Урал, Челябинская область), Южно-Уральский высокогорный и Башкирский (Южный Урал. БашкАССР). В отличие от двух предыдущих зон это центр зарождения уральской промышленности. В настоящее время концентрация промышленных предприятий определила серьезные негативные последствия их воздействия на природные комплексы [5].

В годы Советской власти, одновременно с развитием промышленного комплекса Среднего и Южного Урала, постоянно проводились работы по созданию уральского природно-заповедного фонда. Здесь организована сеть заказников и памятников природы. Значительная часть их приходится на Свердловскую область. В пределах Уральской равнинно-горной страны и Западно-Сибирской равнинной страны выявлена средняя плотность распределения охраняемых природных объектов. Среди всех районов Уральского региона лишь один (восточная окраина Русской равнинной страны в пределах Свердловской области — Уфимское плато), по нашему мнению, обладает оптимальной плотностью распределения природных объектов — здесь выделено до 35 памятников природы и охраняемых урочищ. В Свердловской области действуют 24 заказника по охране ценных промысловых видов зверей.

В Башкирской АССР также выявлена средняя плотность распределения памятников природы и заказников. Несколько хуже обстоит дело в Челябинской и Курганской областях: несмотря на проведенные изыскания по выделению памятников природы, плотность их распределения пока низкая.

На описываемой территории проектируется создание нескольких заповедников: в районе Припышминских боров

(Свердловская область), «Басеги» (Пермская область, возможен вариант организации природного парка), «Озеро Черное» (Курганская область) и др. Предусматривается также создание природных парков. В ближайшее время необходима энергичная деятельность по выявлению памятников природы в лесостепной и степной зонах Зауралья.

Вторая подзона охватывает южную часть Южного Урала и прилегающие территории (в основном в пределах Оренбургской области). Государственные заповедники здесь отсутствуют. Эта подзона обладает низкой плотностью распределения охраняемых природных объектов, за исключением южных и юго-западных районов БашкАССР. Наиболее полно охраняются ландшафты на территории Троицкого лесостепного заказника (южная часть Челябинской области). Имеются здесь и фаунистические заказники областного значения, наиболее интересные среди них — по охране выхухоли, перелетной птицы и др.

В данной подзоне также необходимы мероприятия по созданию новых природных резерватов. Разработаны проекты организации заповедников «Шайтан-Тау» (БашкАССР) и «Оренбургского степного» (Оренбургская область). Нужны изыскания новых памятников природы в районах горных и равнинных степей.

Таким образом, в пределах Уральского региона формируется система охраняемых природных территорий, которая в условиях современного техногенеза и в перспективе должна поддерживать благоприятную экологическую обстановку на Урале и прилегающих территориях. В основу полного формирования такой системы должен лечь прежде всего ландшафтный принцип организации природных резерватов, а также принцип научной и практической значимости выбираемых для охраны природных участков [6]. Кроме того, нужно учитывать ряд принципов, определяющих ценность генофонда популяций живых организмов, находящихся на охраняемой территории.

Для более целенаправленной деятельности по формированию системы охраняемых территорий необходимы подготовка единого прогнозного плана создания уральского природно-заповедного фонда с привлечением всех научных природоохранительных сил Уральского региона и организация координирующего центра по проведению этих нужных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барановская М. М. Развитие природоохранительных идей на Среднем Урале в дореволюционный период.— В кн.: Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978, с. 10—15.

2. Колесников Б. П. Проблемы охраны растительного мира СССР.— В кн.: Отчет XII Международного Ботанического Конгресса. Л.: Наука, 1979, с. 96—109.

3. Луганский Н. А., Теринов Н. И. Краткий очерк истории лесного хозяйства в лесах Урала.— В кн.: Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, 1975.
4. Лукьянец А. И. Начальные этапы формирования леса на промышленных отвалах Урала.— В кн.: Развитие лесообразовательного процесса на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, с. 116—128.
5. Мамаев С. А., Ипполитов В. В. Опыт разработки сети природных резерватов на Урале.— В кн.: Проблемы комплексного географического изучения и освоения горных территорий: Тезисы докл. VII съезда географ. о-ва СССР. Л., 1980, с. 77—80.
6. Прокаев В. И. Физико-географическое районирование как научная основа планирования сети государственных заповедников СССР.— В кн.: Охрана природы на Урале. Свердловск, 1960, с. 125—140.
7. Прокаев В. И. Основы методики физико-географического районирования. Л.: Наука, 1967. 165 с.
8. Урал и Приуралье. М.: Наука, 1968. 461 с.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ · 1984

И. И. ШИЛОВА, А. К. МАХНЕВ, А. И. ЛУКЬЯНЕЦ

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РАЙОНАХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

В ряду всех ресурсных циклов, базирующихся на использовании минерального сырья, металлорудный занимает второе место по масштабам и развитию своих связей с природной средой, уступая лишь энергетике [19]. Наиболее мощный источник отрицательного воздействия на природу — отходы перерабатывающих предприятий цветной металлургии. Только с дымо-газовыми отходами их производства в атмосферный воздух поступает огромное количество кислых газов (сернистого, серного, фтора, угарного, углекислого, сероводорода, окислов азота и др.), паров кислот (серной, фосфорной, туман серной и т. д.), окислов металлов (свинца, цинка, мышьяка, меди и др.), различных органических газов и канцерогенных веществ (четыреххлористого углерода, сероуглерода и др.). Масштабы воздействия этого техногенного экологического фактора велики. Так, дымо-газовые выделения только медеплавильных предприятий на Урале поражают в разной степени ландшафты ориентировочно на площади 100 тыс. га; полностью лишенная естественного почвенно-растительного покрова территория находится в пределах 2—2,5 тыс. га [24]. В районах этих предприятий формируются искусственные сернокислые ландшафты [37] с «кислыми дождями», своеобразным засолением почв, изреживанием растительного покрова.

Нарушение естественного распределения химических элементов в биосфере в процессе хозяйственной деятельности наиболее наглядно по отношению к металлам. В глобальных масштабах происходит процесс, который можно назвать «металлическим прессом на биосферу» [3, 4].

Известно, что большая часть металлов, попадающих в биосферу в составе производственных и бытовых выбросов за счет свободного оседания аэрозолей и осаждения их атмосферными осадками, поступает в почву, где содержание металлов увели-

чивается. В результате геохимически активного воздействия на почву формируются почвенно-геохимические аномалии [38]; вокруг металлургических предприятий возникают антропогенные [34], а точнее техногенные геохимические провинции с избыточным содержанием целого ряда металлов.

Наличие повышенных концентраций соединений металлов (Cu, Pb, Zn и др.) в почве, как известно, далеко не нейтрально для экосистем в целом: оно угнетает почвенную микрофлору и фауну, приводя к нарушению процессов аммонификации и нитрификации, тем самым обедняя почву элементами питания растений, делает ее фитотоксичной, что, в свою очередь, вызывает угнетение и повреждение растений, замедление скорости их роста, гибель, обеднение флористического состава и упрощение структуры фитоценозов, снижение продуктивности, уменьшение устойчивости и нарушение экологического равновесия в природных сообществах вследствие кумулятивного эффекта. Опасно воздействие пыли, содержащей Pb, Cu, Zn и Cd, как из воздуха, так и через почву [49].

Обогащение почв и растений ингредиентами заводских воздушных выбросов металлургических предприятий отмечается в работах многих исследователей [39, 42, 2, 25, 46, 41, 21, 31, 10, 12, 52, 3, 51, 15, 45, 33 и др.].

Цель настоящей работы заключалась в определении содержания токсичных металлов, входящих в состав основных ингредиентов пыле-дымо-газовых выделений предприятий цветной металлургии Урала, в почвах, грунтах и растениях, дикорастущих и культивируемых в зоне воздействия этих предприятий.

Изучение накопления токсических веществ растениями имело непосредственную связь с практической задачей — оценкой защитной функции создаваемых на промплощадках предприятий и на территории их санитарно-защитных зон устойчивых насаждений в связи с выполнением ими роли зеленого фильтра [20] и в целом биогеохимического барьера на пути техногенного потока веществ от промышленного объекта в природу при проведении биологической рекультивации газогенных или «дымовых», по Хёльте [50], пустошей. Кроме того, на территории, подверженной воздействию дымо-газовых эмиссий предприятий, расположены сельскохозяйственные угодия (пастбища, сенокосы, поля, сады). Поэтому важно знать качество получаемой с них продукции, в особенности содержание в фитомассе металлов, оказывающих в высоких концентрациях токсическое воздействие на животных и человека.

Объектом наших исследований были почвы и растения территорий, подверженных воздействию дымо-газовых эмиссий медеплавильных предприятий Урала, как наиболее вредоносных среди других промышленных предприятий перерабатывающих отраслей цветной металлургии, а также электролитного цинкового завода, расположенных в лесной и степной зонах Урала.

Срок действия этих предприятий 40—50 лет. Все они выбрасывают в атмосферный воздух большое количество серосодержащих газов, аэрозолей цветных и редких металлов. Содержание этих вредных веществ в атмосферном воздухе в радиусе до 10 км от источников выброса при определенной констелляции экологических факторов значительно превышает ПДК.

Под влиянием дымо-газовых эмиссий происходят деградация почв, возникновение на их месте техногенных грунтов, дигрессия растительного покрова и в целом трансформация естественных биогеоценозов в техногенные. Степень разрушения природных ландшафтов зависит от формы, силы и длительности техногенного воздействия. По мере удаления от источников загрязнения выделяется ряд зон, представленных техногенными геокомплексами (ТГ) и техногенными модификациями (ТМ) природных (естественных) геокомплексов (ПГК). Известно несколько вариантов зонирования загазованных территорий [42, 1, 28, 32, 23, 22, 10, 11, 26, 29, 30, 8, 48]. В основу зонирования, использованного в данном исследовании, был положен ландшафтно-экологический принцип [47, 24]. Зоны имеют эллипсоидальную форму, обусловленную «розой ветров», и характеризуются определенной структурой ландшафтов. Всего выделено три зоны: I — значительно измененных ПГК, распространяющаяся до 1,5—2 км от источника загрязнения, II — умеренно измененных ПГК (радиус ее распространения от 1,5—2 до 4—6 км) и III — незначительно измененных ПГК — от 4—6 до 8—12 км.

Для изучения накопления металлов в почвах, грунтах и растениях на ключевых участках, расположенных по трансектам, в каждой зоне закладывали почвенные разрезы и брали почвенные образцы из следующих слоев: 0—2 см (наибольшее накопление ингредиентов выбросов); 0—15 см (слой, в котором залегает основная масса корней травянистых растений, в частности многолетних трав, использовавшихся для рекультивации этих земель) и 16—40 см. При насыпном грунте (озеленяемые участки промплощадок заводов) пробы отбирали отдельно из насыпного слоя (толщина его была различной) и верхнего слоя захороненной естественной почвы, часто трансформированного прежним антропогенным воздействием (главным образом строительством). На этих же участках брали пробы растений. Определение химических элементов проводили спектральным полуколичественным методом.

Содержание металлов в почвах и грунтах

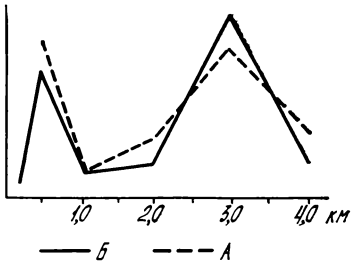
Анализ данных спектрального анализа почв из района одного из медеплавильных заводов на Среднем Урале (объект «а» в табл. 1) свидетельствует о накоплении в них меди, цинка и свинца в количестве, во много раз превышающем «норму»

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в почве (по слоям 0—15 и 16—40 см) в районе размещения медеплавильного завода «а» на Среднем Урале, $n \times 10^{-3}$ %

Расстояние от завода, км	Зона	Cu		Zn		Pb		Зона	Cu		Zn		Pb	
		0—15	16—40	0—15	16—40	0—15	16—40		0—15	16—40	0—15	16—40	0—15	16—40
		Подветренная сторона							Наветренная сторона					
0,2	I	11,7	35,7	5,7	18,3	1,0	4,8	I	20,0	52,3	10,0	85,7	3,7	24,1
0,5		205,0	21,0	47,5	15,0	21,5	1,1		91,7	8,5	17,7	7,0	6,8	1,2
1,0		24,5	43,3	11,8	9,0	3,9	3,3		17,5	7,0	17,5	7,5	15,3	10,8
1,5		135,0	15,5	33,8	9,5	18,5	2,0		7,0	6,0	10,0	6,0	1,5	1,1
2,0		38,3	11,0	15,7	6,5	6,0	0,6	II	—	—	5,0	—	1,0	—
3,0	II	46,7	29,0	75,0	14,0	28,7	1,9		40,0	10,0	15,0	7,5	5,0	1,5
4,0		30,0	6,0	17,5	6,3	7,5	1,1		15,0	5,0	7,0	5,0	3,0	1,5
5,0		—	5,0	—	7,0	—	0,7	III	—	5,0	—	10,0	—	1,5
7,0	III	—	10,0	—	7,0	—	0,7		—	5,0	5,0	7,0	—	1,1
10,0		—	—	—	—	—	—	K	—	—	5,0	5,0	1,0	0,5
12,0		10,0	5,0	5,0	30,0	3,0	1,0		—	—	—	—	—	—
15,0	K	5,0	30,0	0	7,0	1,0	1,0		7,0	5,0	—	—	1,0	2,0
20,0		—	—	—	—	—	—		5,0	5,0	5,0	0	0,7	0,7
25,0		3,0	3,0	0	0	1,0	1,0		5,0	3,0	7,0	5,0	1,0	0,7
Среднее для слоя в радиусе 0,2—7,0 км, M		78,6	22,7	30,3	11,1	12,4	2,1	—	39,3	15,6	13,7	20,3	6,9	6,2
$\pm m$		±25,8	±6,6	±9,3	±1,8	±3,6	±0,5	—	±15,7	±6,3	±3,1	±10,8	±3,0	±3,9
n		23	25	23	25	25	28	—	12	16	15	18	16	18
t между слоями		2,10[1]		2,02[1]		2,86[2]		—	1,40		0,59		0,14	

Примечание. Степень 1, 2 — различия существенны на уровне 0,05 и 0,01, соответственно.
К — контроль.



Содержание свинца в атмосферном воздухе (*А*) и в почве в слое 0—15 см (*Б*) в зависимости от расстояния до источника загрязнения — объект «а» (по данным анализов, выполненных в 1977 г.).

(среднее содержание для почв — 2 для меди, 5 — цинка, 1 — свинца на $n \times 10^{-3}$ % [7]).

Так, на расстоянии до 7 км от объекта в среднем содержание свинца в поверхностном слое почвы (0—15 см) выше обычного в подветренном направлении в 12,4 раза, с наветренной стороны — в 6,9 раза, цинка соответственно в 6,1—2,7 раза, меди — в 39,3—19,2 раза. В I зоне содержание свинца выше естественного с подветренной стороны в 17,9 раза, с наветренной — в 3,4 раза, во II зоне — соответственно в 25—5,3 раза, цинка — соответственно в 14,0—2,4 и в 12,8—2,5 раза, меди — в 42,7—20,9 и 23,7—15,8 раза. То есть, как правило, содержание этих элементов в почвах уменьшается по мере удаления от источника загрязнения. В то же время для накопления указанных металлов обычно характерны два максимума, один из которых обнаруживается в непосредственной близости от завода, другой — во II зоне, на расстоянии 3 км от источника загрязнения, с подветренной стороны (рисунок), что наиболее четко выражено в верхнем слое (0—15 см). Эти максимумы накопления металлов в почве совпадают с максимальным содержанием их в атмосферном воздухе (см. рис. 1) и, очевидно, зависят от наличия так называемых «организованных» и «неорганизованных» выбросов. С увеличением глубины почвы и грунта содержание рассматриваемых элементов, как правило, уменьшается. Об этом, например, свидетельствует величина критерия значимости соответствующих различий для подветренной стороны. С подветренной стороны, судя по среднему содержанию, металлов в почве накапливается заметно больше, чем с наветренной (соответствующие различия близки к достоверным). Аналогичная картина наблюдается и вокруг других обследованных предприятий (табл. 2—4).

Почвы, подверженные аэротехногенному воздействию, обогащены медью в среднем в слое 0—2 см (I зона, подветренная сторона) в 5 (объект «б» на Среднем Урале), 6,6 (объект «а» на Среднем Урале), 23,3 (объект «в» в степной зоне Урала) и в слое 0—15 см в 2,2 (объект «б»), 7,7 (объект «в»), 21,3 (объект «а») раза больше, чем почвы контрольных участков; цинком — соответственно по слоям в 3,6 (объект «а»), в 3,7 (объект «в»), 5,7 (объект «б») и в 1,5 (объект «б»), 2,5 (объект «в»), 70,1 (объект «а») раза и свинцом — в 2,0 (объект «а») — 3,3

Таблица 2

Содержание металлов в почве территории, подверженной воздействию дымо-газовых эмиссий медеплавильного завода «б» на Среднем Урале, $n \times 10^{-3}$ %

Расстояние от завода, км	Слой грунта, см	Подветренная сторона (румбы — ЮВ, В)				Наветренная сторона (румбы — З, С)			
		Зона	Cu	Zn	Pb	Зона	Cu	Zn	Pb
0,5	0—2	I	—	—	—	I	50	10	30
	0—15		—	—	—		50	10	10
	16—40		—	—	—		30	10	2
1,0	0—2	I	50	50	10		—	—	—
	0—15		20	10	5		—	—	—
	16—40		7	7	1		—	—	—
2,0	0—2	I	50	7	10	II	20	10	7
	0—15		20	5	7		15	5	3
	16—40		10	5	1		10	0	1
3,0	0—15	II	—	—	—	II	15	5	3
	16—40		—	—	—		3	0	1
4,0	0—15	II	15	0	3		—	—	—
	16—40		30	15	2		—	—	—
5,0	0—2	II	5	0	1		—	—	—
	0—15		10	7	5		—	—	—
	16—40		7	7	1		—	—	—
7,0	0—2	III	50	15	15		—	—	—
	0—15		30	6	8		—	—	—
	16—40		16	5	2		—	—	—
10,0	0—2	III	25	7	5	III	10	0	7
	0—15		14	14	2		7	0	1
	16—40		10	8	1		7	0	1
15,0	0—2	Фон (К)	10	5	3	Фон (К)	—	—	—
	0—15		9	5	1		7	7	1
	16—40		8	6	1		7	0	1

Примечание. Почвы по А. П. Виноградову [7] : Cu 2, Zn 5, Pb 1.

Таблица 3

Содержание металлов в почве территории, подверженной воздействию дымо-газовых эмиссий медеплавильного завода «в» в степной зоне, $n \times 10^{-3}$ %

Расстояние от завода, км	Слой грунта, см	С подветренной стороны (румбы З, В)				С наветренной стороны (румбы С, Ю)			
		Зона	Cu	Zn	Pb	Зона	Cu	Zn	Pb
0,5	0—2	I	200	50	30	I	500	110	125
	0—15		70	30	15		125	23	80
	16—40		20	10	7		150	20	70
1,0	0—2	I	125	20	40	I	175	50	85
	0—15		60	18	15		30	10	9
	16—40		13	9	9		7	6	1
2,0	0—2	I	125	23	45	II	30	10	10
	0—15		20	11	6		10	7	2
	16—40		9	8	1		7	7	1
3,0	0—2	II	83	15	24	II	—	—	—
	0—15		18	8	6		—	—	—
	16—40		8	8	2		—	—	—
4,0	0—2	II	60	11	20	II	—	—	—
	0—15		9	8	3		—	—	—
	16—40		6	9	2		—	—	—
5,0	0—2	II	18	8	6	III	9	7	4
	0—15		5	8	1		6	7	2
	16—40		5	3	0		6	9	2
7,0	0—2	III	33	13	8	III	—	—	—
	0—15		7	9	2		—	—	—
	16—40		6	9	2		—	—	—
10,0	0—2	III	11	9	4	III	10	8	3
	0—15		6	7	2		7	8	1
	16—40		5	7	1		8	7	1
15,0	0—2	Фон (К)	6	6	2	Фон (К)	—	—	—
	0—15		6	7	2		—	—	—
	16—40		5	5	1		—	—	—
20,0	0—2	Фон (К)	6	9	2	Фон (К)	6	6	1
	0—15		7	8	1		6	6	1
	16—40		3	3	1		5	6	1

Таблица 4

Среднее содержание металлов в почве различных слоев и зон территории, подверженной воздействию дымо-газовых эмиссий медеплавильных предприятий, $n \times 10^{-3}$ %

Предприятие, расположение	Зона	Cu			Zn			Pb		
		0—2	0—15	16—40	0—2	0—15	16—40	0—2	0—15	6—40
Завод «а»	I	315,0	63,6	24,1	52,9	41,1	21,8	27,5	10,7	—
Средний	II	70,0	39,6	12,9	—	38,1	8,6	—	15,2	—
Урал	III	70,0	—	—	7,5	—	—	10,0	—	—
	К	31,5	6,3	4,8	12,4	8,5	4,8	7,8	1,0	1,0
Завод «б»	I	50,0	35 0	19,2	19,2	8,8	8,0	20,0	8,0	1,5
Средний	II	12,5	13,8	12,5	5,0	4,2	5,5	4,0	3,5	1,2
Урал	III	23,8	14,4	10,0	5,5	4,9	3,1	8,5	2,9	1,1
	К	10,0	8,0	7,2	5,0	6,0	3,0	3,0	1,1	0,7
Завод «в»,	I	238,8	61,8	33,5	53,5	16,8	9,6	72,5	27,7	13,0
степная	II	41,6	10,2	6,6	10,6	7,2	7,0	13,2	2,4	1,0
зона	III	11,0	6,3	6,2	8,9	7,4	7,7	4,4	1,6	1,2
	К	6,0	6,0	4,6	6,6	6,5	5,2	1,5	1,1	1,1

Примечание: 1 — Среднее содержание в почвах по А. П. Виноградову [7]: Cu — 2; Zn — 5, Pb — 1.

2. Среднее содержание в почвообразующих породах и почвах Урала [9]: Cu — 7,0; Zn — 3,0; Pb — 0,3.

3. Среднее содержание в почвах биогеохимических зон [18]: таежно-лесная нечерноземная — среднее Cu — 1,65; Zn — 3,8; колебания Cu; следы — 98,0; Zn 0,2 — 25,4—лесостепная и степная черноземная, черноземные почвы — Cu среднее 3,4; Zn среднее 4,0, колебания 3,6—4,5.

4. Пороговые концентрации [17]: Cu — нижняя (НПК) 0,6—1,5; норма 1,5—6,0; верхняя (ВПК)>6,0; Zn — нижняя (НПК) до 3,0; норма 3,0—7,0; верхняя (ВПК)>7,0.

(объект «б»), 21,0 (объект «в») и в 5,0 (объект «б») — 8,0 (объект «в»), 17,9 (объект «а») раз больше «контроля». Содержание меди в поверхностном слое почвы (0—2 см) в I зоне выше по сравнению со средним его содержанием в почвах соответствующих «эталонных» биогеохимических зон [18] с подветренной стороны в 30,3 (объект «в»), 46,2 (объект «в»), 159,5 (объект «а») раз, в слое 0—15 см — 12,1 (объект «б»), 15,1 (объект «в»), 51,7 (объект «а») раз; цинка соответственно в слое 0—2 см — 3,1 (объект «в»), 7,5 (объект «б»), 16,4 (объект «а») и в слое 0—15 см — в 2,0 (объекты «в» и «б»), 18,4 (объект «а») раза. Ту же закономерность можно проследить и при сравнении количества металлов в изучаемых почвах с пороговыми концентрациями этих элементов [17]: содержание их в почвах вокруг предприятий во много раз выше их верхних пороговых концентраций.

В табл. 5 приведены данные, характеризующие содержание некоторых элементов в грунтах промплощадок цинкового завода

Таблица 5

Содержание некоторых металлов в почвах и грунтах на территории электролитного цинкового завода в лесостепной зоне, $n \times 10^{-3}$ %

№ участка	Глубина взятия образца, см	Cu	Zn	Pb	Mn	Ti	Cr
1	0—17	70	75	7	100	700	15
	18—40	5	5	1	50	500	15
2б	0—17	5	5	2	30	500	15
	18—40	10	7	2	70	700	15
2в	0—15	70	10	10	100	500	15
	16—40	10	10	3	200	700	—
3	30—40	5	7	2	70	500	10
4	0—13	7	5	1	50	500	15
	40—55	100	20	5	100	700	10
4а	0—30	50	30	5	200	700	15
5	0—15	10	7	2	30	500	10
6	0—15	2	7	1	200	700	15
8	0—15	12	18	2	75	600	15
9	0—20	5	5	1	100	500	10
	21—40	7	7	2	50	500	15
10	0—15	20	30	3	100	500	10
13	0—37	30	20	5	100	500	15
14	0—15	70	30	7	50	500	15
15	0—25	5	7	2	70	500	15
17	0—15	5	7	1	70	500	15
19	15—50	30	20	5	100	500	15
21	0—15	5	5	1	100	500	15
	16—40	10	5	0	100	700	30
22	0—15	5	7	1	50	500	15
25	0—17	100	30	15	200	300	—
	18—45	700	500	100	100	700	—
Лес (К)	0—26 (A_0+A_1)	10	7	0,5	100	500	—
	27—50 (AB+B)	10	5	3	30	200	—
Почвы по [7]	—	2	5	1	85	460	20

Примечание. Лесные почвы лесостепной биогеохимической зоны [18]: среднее — Cu 2,89, Zn 5,1; лимиты — Cu 0,23—25,0; Zn 0,7—38,0.

в лесостепной зоне. Анализ этих данных свидетельствует о значительном превышении количества металлов в почвах заводской территории по сравнению с почвами, находящимися вне воздействия предприятия: меди в 2—10 раз, на отдельных участках до 70 раз, цинка в 1,5—10 раз, на отдельных участках — в 70 раз, свинца — соответственно в 1,4—14 и 200 раз. Большее накопление этих элементов отмечается в местном грунте, привозные почвы загрязняются постепенно, по мере их нахождения на территории завода.

Накопление металлов растениями

В. И. Вернадским [5, 6] было установлено, что организмы (животные и растительные) — концентраторы химических элементов, рассеянных в окружающей среде. Растительные организмы чутко реагируют на избыток или недостаток тех или иных химических элементов в почвах, горных породах и водах. Как указывал Д. П. Малюга [27], растения не могут противостоять проникновению в них высоких, часто нефизиологических количеств ионов металлов. По мнению В. В. Ковальского [17], у одних растений существуют механизмы регуляции, препятствующие накоплению элемента в большом количестве, у других таких механизмов нет или они мало дифференцированы и бездействуют в определенных концентрациях. Несмотря на способность отбора, корни постоянно вынуждены усваивать в определенных количествах тяжелые, нежелательные и индифферентные ионы, если последние присутствуют в относительно высоких концентрациях и если реакция среды и другие факторы почвы допускают такое усвоение [43]. Поэтому имеется прямая связь между повышенным содержанием металлов в горных породах, почвах и произрастающих на них растениях [44].

Результаты наших исследований показали, что фитомасса растений, как естественно поселяющихся на загазованных территориях, так и культивируемых в этих условиях, в значительной степени обогащена ионами тяжелых металлов. В табл. 6 приведены данные, характеризующие содержание и биогенное концентрирование меди, цинка и свинца в надземной массе дикорастущих растений с территории цинкового завода. Видно, что в растениях с территории завода содержится значительно больше меди, цинка и свинца, чем в растениях, произрастающих на незагазованных территориях. При этом наблюдается разница в концентрировании металлов по видам растений. Так, содержание свинца в золе наземных растений [27, 36] колеблется от 1 до 10×10^{-3} %. В золе дикорастущих растений, выросших вне зоны воздействия дымо-газовых эмиссий, его содержание составляет от 0,5 до 10×10^{-3} %, на территории завода — от 2 до 150×10^{-3} % (колебания по отдельным видам велики). Меньше всего свинца накапливает лебеда татарская, максимально — молочай прутьевидный. Наименьшее концентрирова-

Таблица 6

Содержание некоторых металлов в надземной массе растений, поселяющихся естественным путем на территории электролитного цинкового завода, $n \times 10^{-3}$ %

Виды растений	№ участка	Cu	Zn	Pb	Mn	Ti
Лебеда татарская	11	5 (7)*	20 (0)	2 (0,5)	10 (100)	30 (70)
Синяк обыкновенный	28	10 (3)	300 (7)	7 (0,7)	20 (10)	100 (20)
Молочай прутьевидный	14	100 (5)	1000 (7)	150 (1)	100 (20)	500 (30)
Конопля посевная	13	20 (7)	700 (7)	10 (10)	200 (50)	7 (50)
Вьюнок полевой	4а	10 (5)	500 (0)	5 (0)	100 (100)	300 (200)
Икотник серо-зеленый	11	3 (3)	30 (0)	3 (0,7)	15 (15)	70 (30)
Пырей ползучий	5	30	700	30	70	500 (700)
	13	7 (30)	>1000 (30)	15 (5)	150 (70)	

* В скобках — контроль.

ние свинца растениями с территории завода по сравнению с контрольными наблюдается у конопли посевной (содержание одинаковое, Кб намного выше в контроле), наибольшее — у молочая (содержание в 150 раз, Кб — в 20 раз выше, чем в контроле).

Содержание металлов в растениях местообитаний, не подверженных техногенному воздействию, следующее, $n \times 10^{-3}$ %:

Нижняя пороговая концентрация НПК [16]	Cu	Zn	Pb	Mn
недостаточная	до 0,3	до 2—3	1	40
норма	0,3—1,2 и >	2—6 и >	1—10	40—300
Верхняя пороговая концентрация избыточная, ВПК [16]	2—4 и >	6—10 и >	10	300
Среднее содержание в пастбищных растениях СССР [17]	0,64	2,1	—	—
Содержание в пастбищной траве лесостепной, степной черноземной зоны (серые лесные почвы) [17]	0,62	2,4	—	5
Среднее содержание в золе растений Урала (смешанный лес) [9]	20	20	1	—

Содержание цинка в зональных растениях колеблется в очень широких пределах — от 0, т. е. меньше нижней пороговой концентрации (у лебеды, вьюнка и икотника), до 30 — в три-пять раз больше верхней пороговой концентрации для наземных растений (у пырея). Содержание его в фитомассе растений с территории завода в 4,5—6,6 раза выше «нормы» и в 20—500 раз выше фона. Наибольшее концентрирование этого элемента у молочая, пырея и конопли, наименьшее — у лебеды и икотника.

Таблица 7

Коэффициенты биологического поглощения металлов растениями, выросшими на территории электролитного цинкового завода

Элемент	Среднее содержание в грунтах	Лебеда татарская	Синяк обыкновенный	Молочай прутьевидный	Конопля посевная	Вьюнок полевой	Икотник серо-зеленый	Пырей ползучий
Медь	26,8* / 10,0	0,19 / 0,70	0,37 / 0,30	3,73 / 0,50	0,75 / 0,70	0,37 / 0,50	0,11 / 0,30	1,12 / 1,12
Цинк	17,6 / 7,00	1,14 / 0,00	17,04 / 1,00	56,81 / 1,00	39,77 / 1,00	28,41 / 0,00	1,70 / 0,00	39,77 / 4,28
Свинец	3,7 / 0,5	0,54 / 1,00	1,89 / 1,40	40,54 / 2,00	2,70 / 20,00	1,35 / 0,00	0,81 / 1,40	8,11 / 10,00

* В числителе — показатель для «заводских» растений (грунтов), в знаменателе — контроль.

Содержание меди в золе «заводских» растений в 10—83,8 раза выше «нормы» и в 3,3 раза (по верхнему пределу) выше фона (в ряде случаев ниже фона). По способности концентрировать медь выделяется молочай (в 20 раз выше фона), не обогащены этим элементом (по сравнению с фоном) икотник, пырей и лебеда.

Ряд, составленный по степени убывания биогенной концентрации металлов, выглядит следующим образом (по Кб):

Виды	Территория завода Zn > Pb > Cu	Контроль Pb > Cu > Zn
Лебеда татарская (*Atriplex tatarica* L.)	1,14 > 0,54 > 0,19	1,0 > 0,70 > 0,00
Синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.)	17,04 > 1,89 > 0,37	Pb > Zn > Cu 1,40 > 1,00 > 0,30
Молочай прутьевидный (*Euphorbia virgata* Waldst. et Kit.)	56,81 > 40,54 > 3,73	Pb > Zn > Cu 2,00 > 1,00 > 0,50
Конопля посевная (*Cannabis sativa* L.)	39,77 > 2,70 > 0,75	Pb > Zn > Cu 20,00 > 1,00 > 0,70
Вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.)	28,41 > 1,35 > 0,37	Gu > Pb > Zn 0,50 > 0,00 > 0,00
Икотник серо-зеленый (*Berteroa incana* (L.) DC.)	1,70 > 0,81 > 0,11	Pb > Cu > Zn 1,40 > 0,30 > 0,00
Пырей ползучий (*Agropyron repens* (L.) P. B.)	39,77 > 8,11 > 1,12	Pb > Zn > Cu 10,00 > 4,28 > 1,12

Как видно из табл. 7 и представленного ряда, элементами биологического накопления (Кб>1) в условиях заводской территории являются цинк (для всех видов растений) и свинец (для всех, кроме лебеды и икотника), для молочая и пырея — также медь. Наиболее энергично накопляемый элемент — цинк.

По степени биогенной концентрации этих элементов растения можно расположить в следующий ряд:

Территория завода

Zn	Молочай	Пырей	Конопля	Вьюнок	Синяк	Икотник	Лебеда
	56,81	> 39,77	⩾ 39,77	> 28,41	> 17,04	> 1,70	> 1,14
Pb	Молочай	Пырей	Конопля	Синяк	Вьюнок	Икотник	Лебеда
	40,54	> 8,11	> 2,70	> 1,89	> 1,35	> 0,81	> 0,54
Cu	Молочай	Пырей	Конопля	Синяк	Вьюнок	Лебеда	Икотник
	3,73	> 1,12	> 0,75	> 0,37	⩾ 0,37	> 0,19	> 0,11

Лучшими концентраторами всех трех элементов являются, таким образом, молочай и пырей, худшими — лебеда и икотник. В контроле порядок расположения видов несколько иной:

Контроль

Zn	Пырей	Синяк	Конопля	Молочай	Вьюнок	Икотник	Лебеда
	4,28	> 1,00	> 0,70	> 0,50	> 0,00	> 0,00	> 0,00
Pb	Конопля	Пырей	Молочай	Синяк	Икотник	Лебеда	Вьюнок
	20,00	> 10,00	> 2,00	> 1,40	⩾ 1,40	> 1,00	> 0,00
Cu	Пырей	Конопля	Лебеда	Молочай	Вьюнок	Икотник	Синяк
	1,12	> 0,70	⩾ 0,70	> 0,50	> 0,30	⩾ 0,30	⩾ 0,30

В табл. 8 и 9 даны содержания металлов в фитомассе растений, культивируемых на территории промплощадок и санитарно-защитных зон предприятий. Культивируемые растения, как и дикорастущие, концентрируют значительные количества металлов. Так, содержание свинца в золе овсяницы красной, выращиваемой на территории цинкового завода (см. табл. 8), от 20 до 70×10^{-3} % в надземной части (в 7—20 раз выше «нормы» для наземных растений) и от 20 до 700×10^{-3} % в подземной части. Содержание цинка — от 100 до 700×10^{-3} % в надземной части (в шесть-семь раз выше ВПК и в 41,6—291,6 раз выше среднего содержания в пастбищных растениях лесостепной зоны) и от 300 до $>1000\times10^{-3}$ % в подземной части. Медью надземная фитомасса овсяницы обогащена в среднем в 45,6 раза более по сравнению с пастбищными растениями лесостепной зоны.

Из данных табл. 8 и 9 следует также, что побеги и корни растений концентрируют элементы в различной степени.

В отношении накопления элементов отдельными органами растений в литературе имеются противоречивые данные. Так, Г. Н. Саенко и другие [40] считают, что такие микроэлементы, как Cu, Zn, Fe и другие, концентрируются в большей степени в листьях и цветах, чем в корнях. Ф. Д. Дробиз и другие [13,

Таблица 8

Содержание некоторых металлов в фитомассе овсяницы красной на экспериментальном участке электролитного цинкового завода, $n \times 10^{-3}$ %

Вариант опыта	Надземная часть			Подземная часть		
	Cu	Zn	Pb	Cu	Zn	Pb
Грунт	20	100	70	100	1000	300
Грунт + NPK	50	100	70	300	>1000	700
Грунт + привозная почва (а)	50	100	50	100	>1000	500
Грунт + привозная почва + NPK (а)	10	100	50	200	>1000	300
Грунт + привозная почва (б)	30	500	70	50	500	100
Грунт + привозная почва + NPK (б)	10	700	20	10	300	20
Среднее содержание	28,3	266,7	55,0	126,7	>800	320
Среднее содержание в пастбищных растениях СССР (1)	0,64	2,1	—	—	—	—
Среднее содержание в пастбищной траве лесостепной зоны (1)	0,62	2,4	—	—	—	—
НПК (2)	до 0,3—0,5	до 2—3	1	—	—	—
Норма (2)	0,3—1,2 и>	2—6 и >	1—10	—	—	—
ВПК (2)	2—4 и >	6—10 и >	10	—	—	—

Примечание: 1 — по В. В. Ковальскому [17], 2 — по В. В. Ковальскому [16].

14] считают, что наибольшее количество микроэлементов содержится, как правило, в корнях.

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что в подземной части растений овсяницы красной, культивируемой на территории цинкового завода, концентрировалось меди в 4,5, цинка в 3,0 и свинца в 5,8 раза больше, чем в надземной. У всех видов растений, выращиваемых на экспериментальном участке объекта «а» (см. табл. 9), во всех вариантах опыта наблюдалось, как правило, большее содержание этих элементов в надземной фитомассе, чем в подземной.

С возрастом растений накопление элементов в фитомассе, как правило, увеличивается.

Применение различных способов мелиорации субстрата не отразилось на накоплении рассматриваемых элементов в растениях. Не выявлено существенной разницы в степени концентрирования и по видам многолетних трав.

Таким образом, в районе функционирования изученных предприятий цветной металлургии формируются техногенные

Таблица 9

Содержание некоторых элементов в травянистых растениях, культивируемых на экспериментальном участке объекта «а», n^x 10^{-3}% на абс. сухое вещество

Вид	Год жизни	Cu		Zn	
		Надземная часть	Подземная часть	Надземная часть	Подземная часть
Овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.)	1-й Контроль	123±34 10	124±38 10	389±35 10	58,8±10,9 30
	2-й	290±35	281±18		
	3-й Контроль	440±63,6 7	288,9±41,9 10	430±46 15	363,3±80,7 10
Овсяница красная (*Festuca rubra* L.)	1-й	179,0±28	86,3±28	380,0±63	52,0±17,4
	2-й	318,0±36	254,0±13		
	3-й	262,5±17,7	250,0±18,3	275,0±43,8	350,0±31,7
Ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.)	1-й Контроль	130±28 7	153±15 7	239±56 10	64,7±17,9 7
	2-й Контроль	366±71 7	317±34 10	— 15	— 7
	3-й Контроль	284±61,0 7	235±27,2 10	228±31,4 7	115±31,3 10
Люцерна синегибридная (*Medicago media* Pers.)	1-й Контроль*	97,8±17,9 10 (7)	53,6±13,7 10 (10)	324±52 10	158±40 10 (20)
	2-й Контроль*	240,0±18,7 10	190,0±29,2 10	10 (10)	15
	3-й Контроль*	237,5±25,4 7 (10)	107,5±15,7 30 (10)	600,0±51,7 10 (7)	337,7±51,5 1000 (10)
Клевер луговой (*Trifolium pratense* L.)	1-й Контроль	194,0±35 7	253,0±92 10	399±62 7	169±48 15
	2-й Контроль	204,0±52 10	239,0±21 15	7	20
	3-й Контроль	350,0±31,7 10	171,2±37,3 20	737,5±79,5 10	400,0±48,3 15
Пастбищная трава таежно-лесной нечерноземной зоны [17]		0,55	—	2,0	—

Продолжение табл. 9

Вид	Год жизни	Pb		Mn	
		Надземная часть	Подземная часть	Надземная часть	Подземная часть
Овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.)	1-й Контроль	53,9±5,9 3	13,2±4,1 5	291±60 100	161±28 70
	2-й	68,8±8,1	33,8±7,2	433±167	498±85
	3-й Контроль	112,0±16,9 3	54,4±10,4 3	215±20,6 100	330±91,2 100
Овсяница красная (*Festuca rubra* L.)	1-й	48,7±9,6	7,3±1,6	184±34	159±27
	2-й	76,8±11,3	33,2±5,7	867±31	409±68
	3-й	86,2±6,8	45,4±8,1	168,8±28,8	268,8±41,8
Ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.)	1-й Контроль	85,9±26,0 1,5	14,9±6,0 2	328±52 200	147±21 100
	2-й Контроль	85,9±26.0 3	35,1±653 3	815±42 200	459±62 100
	3-й Контроль	97,0±18,5 3	28,0±5,8 5	230±14,9 200	290±36,9 150
Люцерна синегибридная (*Medicago media* Pers.)	1-й Контроль*	64,3±4,9 0,7 (3)	9,6±4.8 1,5 (1,5)	311±85 150 (100)	155±29 50 (100)
	2-й Контроль*	117,0±14,6 5	39,0±9,4 2	680±92 100	840±103 100
	3-й Контроль*	331,2±8,8 3 (2)	23,1±4,2 10 (3)	325,0±54,1 100 (100)	325,0±39,8 70 (100)
Клевер луговой (*Trifolium pratense* L.)	1-й Контроль	58,4±7,4 3	23,1±8,6 3	300±33 100	198±30 100
	2-й Контроль	81,7±8,8 3	40,7±12,0 3	634±125 100	886±70 70
	3-й Контроль	136,2±27,0 5	47,5±6,8 3	231,2±45,6 100	362,5±94,9 70
Пастбищная трава таежно-лесной нечерноземной зоны [17]		—	—	7,0	

Окончание табл. 9

Вид	Год жизни	Ti		Cr	
		Надземная часть	Подземная часть	Надземная часть	Подземная часть
Овсяница луговая (*Festuca pratensis* Huds.)	1-й Контроль	444±24 500	437±26 500	10,6±1,5 10	14,0±1,2 20
	2-й	274±39	833±64	11,3±1,5	19,6±2,5
	3-й Контроль	480±19,5 500	433,3±32,4 500	18,5±3,1 30	17,8±1,4 20
Овсяница красная (*Festuca rubra* L.)	1-й	422±32	411,0±31	12,4±1,8	15,1±1,0
	2-й	233±29	428±44	10,6±3,2	15,9±1,3
	3-й	500,0±0	525±48,3	16,2±1,2	18,1±2,2
Ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.)	1-й Контроль	319±41 300	467±17 500	11,3±1,6 10	12,9±1,5 10
	2-й Контроль	161±26 500	709±84 500	11,3±1,3 10	18,9±2,9 30
	3-й Контроль	440±29,8 500	500±0 500	14,2±1,5 10	15,0±1,2 30
Люцерна синегибридная (*Medicago media* Pers.)	1-й Контроль*	343±83 100 (500)	407±41 300 (500)	8,9±0,7 7 (5)	10,0±0,8 20 (10)
	2-й Контроль*	111±25 500	194±46 500	7,8±1,3 15	14,0±2,6 10
	3-й Контроль*	475±24,2 500 (500)	450,0±48,3 500 (500)	8,2±0,7 10 (15)	8,8±1,8 15 (10)
Клевер луговой (*Trifolium pratense* L.)	1-й Контроль	450±50 500	425±32 300	12,1±1,4 15	15,3±1,4 7
	2-й Контроль	124±20 500	174±27 500	7,2±1,0 10	12,0±1,3 7
	3-й Контроль	450,0±28,1 500	475,0±21,5 500	11,9±1,1 10	9,5±1,1 10
Пастбищная трава таежно-лесной нечерноземной зоны [17]		—	—	—	—

* В скобках люцерна посевная (*Medicago sativa* L.)

сернокислые ландшафты, обогащенные тяжелыми металлами. Типоморфными элементами здесь являются: $H^{\cdot}$, $SO_4^{''}$, Zn, Pb, Cu. Сокращенная геохимическая формула [35] этих ландшафтов, повидимому, может быть представлена следующим образом:

$$H^{\cdot} - SO_4^{''} \frac{N,\ P,\ K,\ Ca,\ Na \ldots}{H,\ Zn,\ Pb,\ Cu,\ S,\ Fe \ldots}.$$

Сильнокислая реакция среды ($pH \leqslant 3—4$) обусловливает высокую миграционную способность Zn, Cu и других металлов, образующих легкорастворимые сульфаты. На территории заводов можно наблюдать, в частности, купоросные ручьи и лужи, а также большое количество камней и костей животных, зеленых вследствие адсорбции $CuSO_4$. Вокруг предприятий возникают ореолы рассеяния, прослеживаемые в радиусе до 8—12 км.

Таким образом, растения, как дикорастущие, так и культивируемые в условиях этих ландшафтов, содержат повышенные количества тяжелых металлов. В связи с концентрированием больших количеств этих элементов в фитомассе растений, используемых при биологической рекультивации газогенных пустошей, в частности многолетних трав, ежегодно отчуждаемой в соответствии с правилами содержания покрытий типа газонов, эта группа растений выполняет функцию биогеохимического барьера на пути миграции в геосистеме токсичных ингредиентов аэротехногенных выбросов предприятий цветной металлургии, способствуя оздоровлению окружающей среды. По этой же причине рекомендуемое направление рекультивации для I—II зон — санитарно-гигиеническое. В III зоне возможно проведение сельскохозяйственной рекультивации при условии контроля за содержанием токсичных элементов в растительной продукции.

Выводы

1. В районе функционирования рассматриваемых нами предприятий цветной металлургии формируются техногенные геохимические провинции с сернокислыми ландшафтами, обогащенными тяжелыми металлами (медью, цинком и свинцом) — ингредиентами дымо-газовых эмиссий. Ореолы рассеяния этих элементов прослеживаются в радиусе до 8—12 км.

2. Содержание тяжелых металлов в почвах и грунтах вокруг предприятий во много раз выше фоновых (среднее содержание в почвах соответствующих «эталонных» биогеохимических зон) и верхних пороговых концентраций.

3. Изучение содержания тяжелых металлов в почвах и грунтах по выделенным нами ландшафтно-экологическим зонам свидетельствует об уменьшении накопления этих элементов по мере удаления от источника загрязнения. Для накопления указанных металлов обычно характерны два максимума, совпадающие с максимальным содержанием их в атмосферном воздухе.

4. С увеличением глубины почвы и грунта содержание рассматриваемых элементов, как правило, уменьшается. Максимальное накопление отмечено в слое 0—2 см.

5. На территории промплощадок заводов большее накопление меди, цинка и свинца отмечается в местном грунте, привозные почвы загрязняются постепенно по мере их нахождения на этой территории.

6. Фитомасса растений, как естественно поселяющихся на загазованных территориях, так и культивируемых в этих условиях, в значительной степени обогащена ионами тяжелых металлов.

7. Отмечается разница в биогенном концентрировании меди, цинка и свинца по видам дикорастущих растений. Составлен ряд по степени биогенного накопления этих элементов. Лучшие концентраторы всех трех элементов — молочай прутьевидный и пырей ползучий, худшие — лебеда татарская и икотник серо-зеленый.

8. Наиболее энергично накопляемый растениями элемент из изученных нами — цинк.

9. Отмечена различная степень концентрирования тяжелых металлов побегами и корнями растений. В подземной части растений овсяницы красной, культивируемой на территории цинкового завода, концентрировалось меди, цинка и свинца больше, чем в наземной. У всех видов растений, выращиваемых на экспериментальном участке медеплавильного завода «а», во всех вариантах опыта установлена обратная закономерность.

10. С возрастом растений накопление тяжелых металлов в фитомассе, как правило, увеличивается.

11. Применение различных способов мелиорации субстрата не отразилось на накоплении рассматриваемых элементов в растениях.

12. Не выявлено существенной разницы в степени концентрирования тяжелых металлов по видам многолетних трав, культивируемых на территории промплощадок и санитарно-защитных зон предприятий.

13. Многолетние травы, используемые нами для биологической рекультивации газогенных пустошей, выполняют функцию биогеохимического барьера на пути миграции в геосистеме токсичных ингредиентов аэротехногенных выбросов, в частности тяжелых металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабкина В. М. Травянистые декоративные растения для озеленения территорий коксохимических заводов в степной зоне Украины: Автореф. дис. ... канд биол. наук. Днепропетровск, 1968. 18 с.

2. Баширова Ф. Н. Некоторые показатели промышленного и бытового загрязнения почв в городах Кузбасса.— В кн.: Растительность и промышленные загрязнения. Охрана природы на Урале. Свердловск, 1966, вып. 5, с. 79—82.

3. Бондарев Л. Г. Ландшафты, металлы и человек. М.: Мысль, 1976. 72 с.
4. Бондарев Л. Г. Металлический пресс на биосферу.— В кн.: Проблемы общей физической географии и палеогеографии. М.: Изд-во ГУ, 1976, с. 140—149.
5. Вернадский В. И. Биогеохимические очерки. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940.
6. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. 374 с.
7. Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 237 с.
8. Гамбарян С. К., Черданцева В. Я. Влияние загрязнения воздуха промышленными выбросами на развитие мохообразных в лесных биогеоценозах.— В кн.: Экспериментальная биогеоценология и агроценозы: Тезисы докл. Всесоюз. совещания. М.: Наука, 1979, с. 187—188.
9. Глазовская М. А. О биологическом круговороте элементов в различных ландшафтных зонах (на примере Урала).— В кн.: Физика, химия, биология и минералогия почв СССР: Докл. к VIII Международному конгрессу почвоведов. М.: Наука, 1964, с. 148—157.
10. Дончева А. В. Воздействие горно-металлургического производства на природные территориальные комплексы: Автореф. дис.... канд. географ. наук. М.: Изд-во МГУ, 1975.
11. Дончева А. В. Состояние природных территориальных комплексов в сфере воздействия горнометаллургического комбината.— В кн.: Техногенные факторы изменения окружающей среды и современные задачи охраны природы. М.: Изд-во МГУ, 1975, с. 74—79.
12. Дончева А. В. Техногенное поступление вещества в сфере воздействия металлургического производства.— В кн.: Геохимия ландшафтов и борьба с загрязнением природной среды. М., 1977, с. 2—4.
13. Дробиз Ф. Д., Кадочникова А. А. Содержание микроэлементов (никеля, кобальта и меди) в растениях, произрастающих на шламовых полях алюминиевого производства.— В кн.: Растительность и промышленные загрязнения. Охрана природы на Урале. Свердловск, 1970, вып. 7, с. 163—166.
14. Дробиз Ф. Д., Мельникова Э. И., Шилова И. И. Содержание железа и алюминия в растениях, выращенных на красном шламе.— В кн.: Растения и промышленная среда. Свердловск, 1970, с. 180—189.
15. Евдокимова Г. А., Мозгова Н. П. Влияние тяжелых металлов промышленных выбросов на микрофлору почвы.— В кн.: Микробиологические исследования на Кольском полуострове. Апатиты, 1978, с. 3—17.
16. Ковальский В. В. Изменчивость обмена веществ у животных, вызываемая естественными химическими факторами среды.— Вестн. с.-х. науки, 1971, № 1, с. 64—73.
17. Ковальский В. В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1974.
18. Ковальский В. В., Андрианова Г. А. Микроэлементы в почвах СССР. М.: Наука, 1970. 179 с.
19. Комар И. В. Рациональное использование природных ресурсов и ресурсные циклы. М.: Наука, 1975. 212 с.
20. Кулагин Ю. З. К методике создания зеленого фильтра.— В кн.: Растения и промышленная среда. Киев: Наукова думка, 1971, с. 13—15.
21. Кулагин Ю. З. О фитотоксичности почв, измененных промышленными дымовыми выбросами на Урале.— В кн.: Растения и промышленная среда. Свердловск, 1974, вып. 3, с. 56—64.
22. Лукьянец А. И. Состояние пригородных лесов в связи с промышленными загрязнениями атмосферы Верхнего Тагила и Кировграда.— В сб.: Информ. материалы Средне-Уральского горно-лесного биогеоценологического стационара по итогам 1975 года. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1976, с. 42—45.
23. Лукьянец А. И., Шелковникова Т. А. Влияние загрязнения атмосферы дымо-газовыми эмиссиями на леса, прилежащие с востока к

Висимскому заповеднику.— В сб.: Информ. материалы Средне-Уральского горно-лесного биогеоценологического стационара по итогам 1974 года. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975, с. 29—32.

24. Лукьянец А. И., Шилова И. И. Ландшафтно-экологическое зонирование территорий, подверженных воздействию дымо-газовых выделений медеплавильных предприятий Урала.— В кн.: Человек и ландшафты. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979, с. 28—31.

25. Макогонов В. С., Сорока В. Р., Тарабрин В. П. и др. Накопление в растениях микроэлементов в зависимости от содержания их в выбросах промышленных предприятий.— В сб.: Рефераты докладов и сообщений IV Уральского научно-координационного совещания по проблеме «Растительность и промышленные загрязнения». Свердловск, 1969, с. 113—119.

26. Макунина Г. С. Антропогенная модификация низкогорного южнотаежного ландшафта в сфере влияния медеплавильного производства.— Вестн. МГУ, Сер. география, 1978, № 3, с. 61—68.

27. Малюга Д. П. Биогеохимический метод поисков рудных месторождений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 264 с.

28. Мамаев С. А. Устойчивость декоративных растений и системы озеленения территорий медеплавильных заводов Урала.— Рефераты докладов и сообщений IV Уральского научно-координационного совещания по проблеме «Растительность и промышленные загрязнения». Свердловск. 1969, с. 37—41.

29. Махнев А. К., Мамаев С. А. Проблемы восстановления растительности в районах размещения предприятий цветной металлургии.— В сб.: Информационные материалы Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Свердловск, 1978, с. 39—43.

30. Махнев А. К., Мамаев С. А. Итоги исследований по проблемам создания защитных и декоративных зеленых насаждений в условиях медеплавильных заводов на Урале.— В кн.: Проблемы создания защитных насаждений в условиях техногенных ландшафтов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979, с. 3—74.

31. Найштейн С. Я. Проблемы санитарной охраны почвы от загрязнения в период научно-технического прогресса.— В кн.: Экономические, правовые и социальные проблемы рационального использования и охраны земельных ресурсов УССР. Киев, 1974, ч. 2, с. 68—73.

32. Негруцкий С. Ф., Митрощенко С. Г. Новое в озеленении Ждановского завода тяжелого машиностроения.— В кн.: Растения и промышленная среда. Киев: Наукова думка, 1971, с. 55—57.

33. Пасынкова М. В. Влияние дымогазовых выбросов предприятий цветной металлургии на окружающую среду.— В кн.: Растения и промышленная среда. Свердловск, 1979, с. 5—22.

34. Пельтихина Р. И., Тарабрин В. П. Аккумуляция микроэлементов при избыточном содержании их в окружающей среде растениями.— В кн.: Газоустойчивость растений. Пермь, 1975, с. 91—102.

35. Перельман А. И. Геохимия и ландшафты. М.: Знание, 1961.

36. Перельман А. И. Геохимия ландшафта. М.: Высшая школа, 1975. 341 с.

37. Перельман А. И. Биокосные системы Земли. М.: Наука, 1977. 160 с.

38. Поливанов В. С. Особенности техногенной трансформации и естественного восстановления профиля горных почв Приморья.— В кн.: Освоение нарушенных земель. М.: Наука, 1976, с. 99—111.

39. Садилова М. С. Промышленные выбросы криолитового завода и их влияние на внешнюю среду.— В кн.: Охрана природы на Урале, ч. IV. Растительность и промышленные загрязнения: Материалы конференции. Свердловск, 1964, с. 43—48.

40. Саенко Г. Н., Карякин А. В., Крауя В. Э., Фарафонов М. М. Распределение некоторых металлов в растениях.— Физиология растений, т. 15, вып. 1, 1968, с. 139—144.

41. Тарабрин В. П., Пельтихина Р. И. Содержание некоторых микроэлементов в почве и растениях вблизи металлургических пред-

приятий.— В кн.: Растения и промышленная среда. Киев: Наукова думка, 1971, с. 31—35.

42. Тарчевский В. В. Влияние дымо-газовых выделений промышленных предприятий Урала на растительность.— В кн.: Растения и промышленная среда. Свердловск, 1964, с. 5—69.

43. Тиссен С. Геохимические и фитобиологические связи в свете прикладной геофизики.— В кн.: Геохимические методы поисков рудных месторождений. М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1954, с. 325—372.

44. Ткалич С. М. Практическое руководство по биохимическому методу поисков рудных месторождений. М.: Госгеолтехиздат, 1959. 52 с.

45. Федорищак М.-Р. П. Антропогенные изменения почв в зоне влияния металлургических заводов.— Почвоведение, 1978, № 11, с. 133—137.

46. Шестакова Г. А., Казанцева Г. Г. Последствия загрязнения почвы атмосферными выбросами предприятий цветной металлургии.— Рефераты докладов и сообщений IV Уральского научно-координационного совещания по проблеме «Растительность и промышленные загрязнения». Свердловск, 1969, с. 67—70.

47. Шилова И. И., Лукьянец А. И., Токмакова С. Г. Трансформация биогеоценозов под воздействием дымо-газовых эмиссий медеплавильных предприятий Урала.— В кн.: Экспериментальная биогеоценология и агроценозы: Тезисы докладов Всесоюз. совещ. М.: Наука, 1979, с. 208—210.

48. Gilbert O. L. Effects of air pollution on landscape and land-use around Norwegian aluminium smelters.— Environ. Pollut., 1975, vol. 8, N 2, p. 113—121.

49. Guderian R. Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Pflanzen. Polizei + Verkehrsj., 1976, Bd 14, N 1, S. 18—20.

50. Hölte W. Zur Kenntnis von Wessen und Erscheinungsporten der Schwefligsäureeinwircung auf die Pflanzenwelt.— Z. Pflanzenkrankh., 1958, Bd 65, N 1.

51. Tazaki T., Ushyima T. The vegetation in the mighbourhood of smelting factories and the amount of heavy metals absorbed and accumulated by varions species.— Veg. Sci. Environ. Prot. Proc. Int. Simp. Prot. Environ. Excurs. Veg. Sci. Jap., Tokyo, 1977, p. 222—224.

52. Tyler G. Heavy metal pollution and mineralisation of nitrogen in forest soils.— Nature, 1975, vol. 255, N 5511, p. 701—702.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ · 1984

М. С. КНЯЗЕВ

СОХРАНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ УРАЛА В АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ

Хозяйственная деятельность человека все в большей степени изменяет естественные биоценозы, в результате чего наблюдается существенное изменение численности многих видов растений. В последние десятилетия значительное внимание в научной литературе уделялось случаям исчезновения и возникновения так называемого угрожаемого состояния редких видов растений [1—3, 6, 10, 11]. Однако имеются данные о нейтральной реакции или даже увеличении численности при антропогенных нарушениях биоценозов многих редких видов, в том числе включенных в общегосударственные и региональные списки охраняемых растений. При решении задачи сохранения генофонда растительного мира особенно важно учитывать эти случаи. Среди них есть два варианта произрастания редких видов: на сельскохозяйственных угодьях и в условиях техногенных экотопов.

1. Произрастание на сельскохозяйственных угодьях. М. Н. Караваев [9] среди местообитаний эндемичных видов Якутии *Taraxacum disectum* Ldb., *Isatis jycutensis* N. Busch., вида с ограниченным восточносибирским ареалом *Lappula anisocanthe* (Turcz) Gürke., редкого вида с дизъюнктивным ареалом (реликта) *Chamaerhodos erecta* (L.) Bge., указывает и нарушенные сельскохозяйственной деятельностью земли (старые пары). А. А. Горшкова, М. Г. Шушуева [3] отмечают нейтральную реакцию некоторых редких видов Тувы на формирование промежуточных стадий дигрессии горных пастбищ. Ю. М. Мирошниченко [7] приводит данные об отрицательном воздействии абсолютного заповедания и положительном влиянии умеренного выпаса на сохранность пустынного фитоценоза.

Наши наблюдения также свидетельствуют о неоднозначном воздействии сельскохозяйственной деятельности на численность некоторых редких видов.

На 2-й и 3-й стадии дигрессии степных пастбищ отдельные редкие виды, непоедаемые вследствие ядовитости, отпугивающего запаха и т. п. (*Adonis vernalis* L., *Thymus baschkiriensis*

Klok. et Shost., *Th. uralensis* Klok.), сохраняются или становятся даже более обильными (виды рода *Thymus*), чем на соседних, менее поврежденных участках степи. На подгольцовых лугах хр. Кваркуш (Северный Урал) при неумеренном выпасе на потравленных участках резко увеличивается численность редкого эндемика *Gagea samojedorum* Grossh. (устное сообщение М. М. Сторожевой). Некоторые виды орхидей (*Dactylorrhiza fuchsii* (Druce) Soó., *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br., *Listera ovata* (L.) R. Br.) чаще встречаются на мелкотравных сенокосных луговинах, чем на соседних менее затронутых деятельностью человека участках (железнодорожная станция Мурзинка, окрестности г. Ревды и др.). Видимо, здесь сказалось устранение конкурирующих видов, из-за чего увеличилась численность более редких в естественных сообществах растений.

2. Поселение редких видов в условиях техногенных неоэкотопов. Е. Н. Кондратюк и другие [10] отмечают случаи активной миграции в неоэкотопы терриконников угольных шахт и шлаковых отвалов металлургических заводов двух редких видов Украины — эндемика побережья Азовского моря *Gypsophila paulii* Klok. и плиоценового реликта *G. scorzonerifolia* Ser. В списке растений, заселяющих карьеры, можно найти редкие виды *Hysspus cretaceus* Dub. и *Thymus cretaceus* Klok. В. Н. Двуреченский [4] перечисляет ряд редких растений Среднерусской возвышенности, поселяющихся на известковых и меловых обнажениях карьерно-отвальных комплексов: *Schivereckia podolica* Andrz., *Scutellaria chitrovoi* Jus., *Androsace koso-poljackii* Ovcz. Даун [12] и Хамфрайз [13] указывают на случаи заселения заброшенных известковых карьеров в Англии редкими видами, обращает внимание на нежелательность рекультивации этих вторичных рефугиумов растений.

Аналогичные примеры отмечены нами и на Урале. Прежде всего это поселение некоторых кретофильных видов в старых заброшенных карьерах и отвалах известняка, талька, гипса. Орхидея *Cypripedium calceoles* L. отмечена нами на старых отвалах заброшенного талькового карьера «Тальков Камень» у г. Сысерти. Здесь же на уступах, в расщелинах отвесных стен обычен редкий эндемичный вид *Minuartia helmii* (Fisch.) Schischk. На отвалах этого же карьера, а также на отвалах разработки талька у пос. Шабры вблизи г. Свердловска нами отмечена орхидея *Epipactis rubiginosa* Crantz. Эндемик *Schivereckia monticola* Alex. поселяется в известковых карьерах, хотя при их разработке одновременно уничтожаются старые естественные местообитания этого вида (р. Чусовая около железнодорожной станции Коуровка и у рабочего пос. Староуткинск Первоуральского района). То же относится и к эндемику *Astragalus helmii* Fisch., отмеченному нами на разработках известняка на шиханах около г. Стерлитамак и в карьерах у пос. Аккермановка вблизи г. Новотроицка. Эндемик *Hedysarum razou-*

movianum Fisch. и редкий вид *H. grandiflorum* Pall. поселяются в старых разработках известняка на Южном Урале (устное сообщение Е. С. Смирновой). Редкий степной вид с ограниченным ареалом *Astragalus volgensis* Bunge обычен в известковом карьере около г. Медногорска (устное сообщение Н. П. Салминой). В окрестностях г. Кунгура на р. Бабке нами отмечено исключительно обильное заселение старых гипсовых отвалов эндемиком *Oxytropis uralensis* (L.) DC. На бесструктурных пылевидных грунтах отвалов этот вид образует почти чистые заросли (другие виды дают покрытие не более 20 %).

Некоторые петрофильные виды поселяются на железнодорожных насыпях и по обочинам автомобильных дорог. Так, К. Н. Игошина [5] среди местообитаний эндемика *Astragalus uralensis* Litw. указывает насыпи железной дороги у г. Лабытнанги. Эндемик *Astragalus clerceanus* Jljin et Krasch. отмечен нами на железнодорожной насыпи около станции Палкино (окрестности г. Свердловска). Некоторые горностепные эндемичные редкие виды *Scutellaria oxyphylla* Jus., *Oxytropis approximata* Less., *Dianthus acicularis* Fisch., *Sedum hybridum* L., виды рода *Thymus* в природе произрастают исключительно на естественных скальных обнажениях, каменистых осыпях, щебнистых участках с сильно разреженной растительностью. В связи с прокладкой железных и автомобильных дорог резко увеличивается территория, занятая аналогичными субстратами, на которых охотно поселяются перечисленные виды. Интересно, что растения в этих антропогенных неоэкотопах крупнее. Они более обильны, чем в естественных условиях (окрестности городов Сим, Зилаир и хр. Малый Ирендык).

В ряде случаев сведение лесов при прокладке трубопроводов, линий электропередач и т. д., разработке полезных ископаемых сказывается положительно на численности некоторых редких светлолюбивых видов. Так, при уничтожении леса на отроге горы Косьвинский Камень (так называемое «Плечо») в 40—50-е годы во время разработки рудного сырья на его месте в обилии поселились эндемичные и редкие виды *Thymus* sp., *Dianthus acicularis* Fisch. (устное сообщение М. М. Сторожевой). При восстановлении лесной растительности эти редкие виды сохранились только на россыпях дунита у старых шахт в урочище «Юдинское». Эндемик *Astragalus clerceanus* Jljin et Krasch. на горе Медвежка около станции Северка вблизи г. Свердловска изредка встречается под пологом деревьев, но становится обычным в зоне прохождения ЛЭП. Аналогичный случай нами отмечен для местонахождения эндемика *Scorzonera ruprechtiana* Lipsch et Krasch. на горе Волчонок около железнодорожной станции Флюс. Это растение более обычно на трассе ЛЭП, чем под пологом соснового леса.

В Ботаническом саду УНЦ АН СССР нами проведены опыты по выращиванию некоторых редких видов на субстратах

близких к тем, которые создаются при рекультивации золоотвалов (одна часть каменноугольного шлака и одна часть торфа). Некоторые редкие виды: большинство из перечисленных, а также эндемики *Astragalus karelinianus* M. Pop., *Minuartia krascheninikovii* Schischk., редкий вид *Goniolimon speciosum* (L.) Borss. на таких субстратах растут хорошо и дают большое количество зрелых семян. Это говорит о потенциальной способности указанных видов поселяться на техногенных новообразованиях. Их можно использовать для закрепления различных отвалов, уступов карьеров, насыпей и т. п. Из уральских видов в этом плане особенно перспективно использование таких видов бобовых, поселяющихся в условиях техногенных ландшафтов, как *Oxytropis uralensis* (L.) DC., *Astragalus uralensis* Litv., *Hedysavum razoumovianum* Fisch. Но серьезное препятствие к широкому использованию этих видов — сложность получения большого количества семян. Более реальным является создание первоначально небольших опытных посевов с целью сохранения редких видов в техногенных неоэкотопах. В случае успеха первичной интродукции в дальнейшем можно ставить задачу использования этих видов для рекультивации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусова Л. С., Денисова Л. В., Никитина С. В. Редкие растения СССР. М.: Лесная промышленность, 1978. 460 с.
2. Винтергаллер Б. А. Редкие растения Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1976. 498 с.
3. Горшкова А. А., Шушуева М. Г. Изменение структуры степных фитоценозов Тувы под влиянием антропогенных факторов.— В кн.: Охрана растительного мира Сибири. Новосибирск: Наука, 1981, с. 59—77.
4. Двуреченский В. Н. Антропогенные ландшафты как экологические ниши и резервы, биоты естественных ландшафтов.— В кн.: Материалы 2-й региональной конференции «Антропогенные ландшафты центральных черноземных областей и прилегающих территорий». Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1975, с. 59—62.
5. Игошина К. Н. Флора горных и равнинных тундр и редколесий Урала.— В кн.: Растения Севера Сибири и Дальнего Востока. Л.: Наука, 1966, с. 135—223.
6. Красная книга СССР: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. М.: Лесная промышленность, 1978. 460 с.
7. Мирошниченко Ю. М. Влияние отсутствия выпаса на растительность Каракумов.— В кн.: Тезисы докл. 6-го Делегатного съезда Всесоюз. бот. о-ва. Кишинев, 1978, с. 28—29.
8. Караваева М. Н. Конспект флоры Якутии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1958. 190 с.
9. Промышленная ботаника/Е. Н. Кондратюк, В. П. Тарабрин, В. И. Баклановв, Р. И. Бурда, А. И. Хархота. Киев: Наукова думка, 1980. 260 с.
10. Редкие и исчезающие виды флоры СССР/Под ред. А. Л. Тахтаджяна. Л.: Наука, 1981. 264 с.
11. Редкие и исчезающие растения Сибири/Под ред. Л. И. Малышева и К. А. Соболевой. Новосибирск: Наука, 1980. 224 с.
12. Down C. G. The preservation and de-cretation of conservation value in mineral workings.— Miner Environment, 1981, vol. 3, N 1, p. 27—30.
13. Humphries R. N. The development of Wildelife interest in limestone quarries.— Reclam. 1980, vol. 3, N 4, p. 197—207.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ · 1984

Н. М. ВЕСНИН

РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА, УСТОЙЧИВЫЕ В УСЛОВИЯХ ШАХТНЫХ ВОД

Одно из направлений в оптимизации техногенных ландшафтов — использование способности растений снижать концентрации токсичных веществ до допустимых в санитарном отношении уровней [13].

Существующие методы очистки сточных вод позволяют уменьшить концентрации взвешенных веществ, органических загрязнений в очищаемых водах на 85—90 %, при этом в большинстве случаев стоки не подвергаются очистке от неорганических соединений и токсичных микроэлементов [3]. Недостаточная очистка сточных вод отрицательно сказывается на санитарном состоянии природных водоемов.

Использование макрофитов для извлечения остаточных загрязнений из сточных вод, прошедших предварительную обработку, по оценке специалистов как в СССР [2, 5, 8, 9], так и за рубежом [16, 17], позволяет осуществлять глубокую доочистку сточных вод с меньшими затратами по сравнению с традиционными методами.

Гидроботанический метод применим для очистки бытовых стоков и сточных вод предприятий многих отраслей промышленности [3].

Целым рядом исследований, проведенных в Подмосковье, Донбассе, Восточной Сибири [6, 7, 15], показана возможность применения гидроботанических очистных сооружений для очистки сточных вод угледобывающих шахт.

Ежегодный объем сточных вод, сбрасываемых в водоемы предприятиями угольной промышленности, составляет 2 млрд. м^3, из них 57 % имеют повышенную минерализацию [11]. Шахтные воды содержат повышенные концентрации взвешенных веществ, нефтепродуктов, тяжелых металлов и др. [10].

Важная практическая задача при разработке гидроботанических сооружений — подбор видов растений, который необходимо проводить с учетом специфики очищаемых стоков и особенностей формирования фитоценозов в условиях интенсивного загрязнения водной среды [3].

Особый интерес представляет изучение состава и структуры растительных сообществ в условиях сточных вод с различной степенью загрязнения. С этой целью в 1981—1982 гг. нами обследованы водоемы и водотоки, входящие в состав систем водоотведения сточных вод на семи шахтах Челябинского угольного бассейна в районе городов Коркино и Копейска.

Использовали общепринятую методику исследования высшей водной растительности [4]. Отбор проб и анализ сточных вод выполняли согласно «Руководству по анализу шахтных вод» [14]. Определение прозрачности проводили с использованием цилиндров Снеллена, что позволило определять данный показатель в водоемах и водотоках различной глубины. Общая площадь обследованных водоемов 11,5 га. Данные системы водоотведения включают в себя пруды-отстойники, водоотводные каналы и водоемы, образовавшиеся в понижениях рельефа при сбросе сточных вод.

Объем сточных вод, сбрасываемых ежесуточно через обследованные системы водоотведения, составляет 28,5 тыс. $м^3$. Шахтные воды солоноватые. Степень минерализации различна. Согласно известной классификации качества поверхностных вод суши [1] обследованные системы водоемов можно отнести по степени минерализации воды к двум группам: β-мезогалийные (содержание солей в воде 1,01—5 г/л) и α-мезогалийные (с минерализацией шахтных вод 5,01—13 г/л), с участками, отличающимися различной степенью загрязнения взвешенными веществами,— от «предельно грязной» (концентрация выше 300 мг/л) до «предельно чистой».

Самозарастание отмечено во всех обследованных системах водоотведения, за исключением водоемов с минерализацией шахтных вод 10—12 г/л.

В условиях шахтных вод сульфатно-натриевого, хлоридно-натриевого и гидрокарбонатно-натриевого классов с содержанием солей до 5 г/л в формировании растительных сообществ принимают участие свыше 30 видов макрофитов. Ценозообразователями являются как гелофиты (*Typha angustifolia* L., *T. laxmannii* Lepech., *Phragmites australis* Trin ex Send., *Scirpus tabernaemontani* Gmel.), так и гидрофиты (*Myriophyllum spicatum* L., *Potamogeton pectinatus* L., *P. perfoliatus* L.).

В водоемах и водотоках шахт «Октябрьская», «Северная», «Красная Горнячка» отмечено массовое развитие харовых водорослей. Наиболее распространены в условиях шахтных вод *Chara fragilis* Wallr. и *Ch. ceratophylla* Wallr. В условиях α-мезогалийной среды в формировании растительных сообществ принимают участие только наиболее устойчивые к повышенной минерализации виды: *Phragmites australis*, *Bulboschoenus maritimus* Palla, *Potamogeton pectinatus* L. и др. Сравнительный анализ встречаемости макрофитов в условиях вод с различной минерализацией (см. таблицу) свидетельствует о наличии оп-

Характеристика встречаемости макрофитов в шахтных водах с различной минерализацией

Вид	Минерализация шахтных вод, г/л		
	β-мезогалийные		α-мезогалийные
	1,6—2,6	3,1—5,0	5,1—8,0
Typha angustifolia	4	2	—
Phragmites australis	5	5	5
Bulboschcenus maritimus	1	3	4
Potamogeton perfoliatus	1	4	2
P. pectinatus	2	3	4
Myriophyllum spicatum	4	2	—
Chara fragilis	4	3	—
Ch. ceratophylla	2	4	

Примечание. Оценка встречаемости дается по К. В. Горновскому [1]: 1 — единично; 2 — редко; 3 — часто; 4 — часто, доминирует на очень ограниченных участках; 5 — доминирует на больших площадях.

ределенной тенденции к уменьшению видового разнообразия растений, в том числе и видов-ценозообразователей, по мере увеличения содержания минеральных солей в водной среде. А при содержании 10,0—12,0 г/л растения не встречены совсем.

Аналогичная зависимость выявлена и для природных водоемов в данном регионе [12], но в условиях соленых озер наличие макрофитов отмечено при более высокой минерализации.

Для растительности обследованных водоемов и водотоков характерна ярко выраженная пятнистость, обусловленная как небольшим возрастом, так и спецификой среды обитания в условиях техногенных водоемов.

Большое влияние на структуру и состав растительных сообществ оказывает загрязнение водной среды взвешенными веществами.

Рассмотрим несколько характерных примеров зависимости состава и структуры растительных сообществ от степени загрязнения водной среды.

Шахтные воды, откачиваемые на поверхность шахтой «Октябрьская», сульфатно-натриевого класса, с минерализацией 1,6—2,3 г/л, содержат 242—402 мг/л взвешенных веществ и имеют прозрачность 0—5 см. По мере прохождения через систему водоотведения концентрация взвешенных веществ в воде постепенно снижается до 2—3 мг/л и прозрачность достигает 30 см. Наличие макрофитов отмечено на всем протяжении системы водоотведения.

При содержании взвешенных веществ от 100 до 402 мг/л развитие растительности в водоемах крайне ограничено. Отдельные пятна чистых зарослей тростника обыкновенного (*Phragmites australis*), рогоза узколистного (*Typha angustifolia* L.) и небольшие куртинки других гелофитов (*Scirpus tabernaemontani*,

Triglochin palustris L., *Eleocharis uniglumis* Schelt.) встречаются только в узкой, не более 1 м ширины, прибрежной зоне. Гидрофиты отсутствуют. Максимальная глубина распространения макрофитов 0,5 м.

С увеличением прозрачности до 10—15 см, при концентрации взвешенных веществ 50—106 мг/л, область распространения гелофитов увеличивается до глубины 1 м.

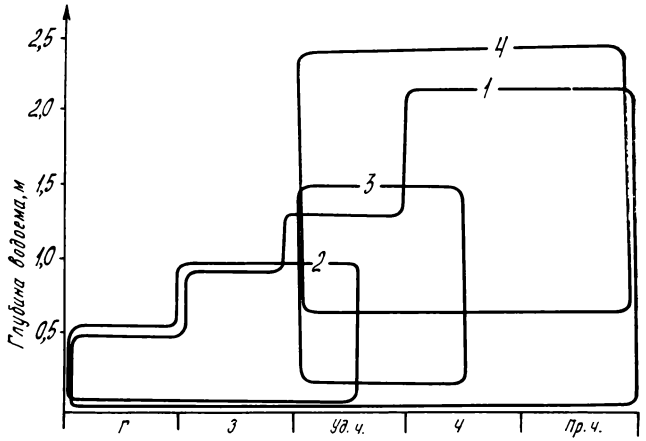
В более глубоких участках водоемов отмечены только нитчатые водоросли, повсеместно распространенные в зоне с повышенной степенью загрязненности водной среды. По занимаемой площади и общей фитомассе в данных условиях доминирует рогозово-узколистная растительная группировка. Заросли рогоза узколистного изреженные. Количество побегов на 1 м^2 16—20 шт. при средней высоте 222 см. Единично в рогозовых зарослях встречается *Scolochloa festucacea* Link., при глубине не более 0,5 м *Alisma plantago-aquatica* L., *Potamogeton pusillus* L. Отдельные пятна образуют *Typha latifolia* L., *Carex riparia* Curt., *Phragmites australis*. Тростник в данных условиях, при глубине водного слоя до 0,5 м, образует нормально развитые побеги с генеративными органами высотой до 2—2,5 м.

В области глубин 0,8—1 м габитус растений свидетельствует об их угнетенном состоянии. Высота побегов составляет в среднем 126 см, ширина листовой пластинки 12—14 мм. Генеративные побеги отсутствуют. Заросли изреженные (не более 26 побегов на 1 м^2).

Гидрофиты при данной степени загрязнения водной среды встречаются единично и не играют существенной роли в сложении растительных сообществ.

В условиях умеренного загрязнения водной среды, при концентрации взвешенных веществ до 50 мг/л и прозрачности 15—20 см, основной доминант растительных группировок при глубине водоемов до 1,2 м *Phragmites australis*. В области глубин от 1,2 до 1,5 м распространение получают растительные группировки, образованные гидрофитами *Myriophyllum spicatum* и *Chara fragilis*. Единично или небольшими куртинками встречаются *Potamogeton pusillus*, *P. pectinatus*, *Chara ceratophilla*. В переходной зоне *Myriophyllum spicatum* и *Chara fragilis* образуют ярус водных трав в зарослях тростника.

В прибрежной зоне при прозрачности шахтных вод 20—30 см и концентрации взвешенных веществ не более 5 мг/л отмечена тростниково-пузырчатковая растительная группировка с участием *Utricularia vulgaris* L. На участках, где гелофиты отсутствуют, небольшие куртинки образуют *Hippuris vulgaris* L. Максимальное распространение в условиях предельно чистых вод в области глубин от 1,2 до 2,5 м получает сообщество харовых водорослей. Доминирует *Chara fragilis*. Средняя высота растений 40 см. Проективное покрытие 40—60 %. Оно уменьшается по мере увеличения глубины водоема.



Области распространения некоторых макрофитов в зависимости от степени загрязнения шахтных вод взвешенными веществами и глубины водоемов.

1 — тростник обыкновенный, *2* — рогоз узколистный, *3* — уруть колосистая, *4* — харовые водоросли. Классы качества воды по степени загрязнения взвешенными веществами: *Г* — грязная, *З* — загрязненная, *Уд. ч.*— удовлетворительной чистоты, *Ч* — чистая, *Пр. ч.*— предельно чистая.

Сточные воды шахты «Северная» сульфатно-натриевого класса имеют минерализацию 2,8—3,7 г/л. Прозрачность воды, проходящей через систему водоотведения, изменяется от 5 до 30 см. Концентрация взвешенных веществ снижается с 141 до 2—3 мг/л. В зоне повышенного загрязнения растительность представлена пятнами гелофитов. Из гидрофитов отмечено присутствие только *Zannichellia palustris* L. Область распространения макрофитов ограничивается глубиной 1—1,2 м. В условиях умеренного загрязнения с концентрацией взвешенных веществ в воде до 50 мг/л доминирует тростниково-нитчатая группировка. Небольшими пятнами на глубине до 0,8 м встречаются *Potamogeton perfoliatus, Chara ceratophylla.*

Водоемы шахты «Красная Горнячка» имеют минерализацию воды 2,2—3,5 г/л. Воды бикарбонатно-натриевого класса, поступающие в водоемы шахтные воды, отличаются невысоким содержанием взвешенных веществ. Область распространения макрофитов ограничивается глубинами 1,8—2 м. Наиболее типичны в условиях умеренно загрязненных и слабо загрязненных вод чистые тростниковые заросли (80—90 побегов на 1 м^2 и выше), которые на глубине 1—1,5 м сменяются поясом рдеста пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus*). Отдельно расположенными куртинками встречаются *Potamogeton pusilus*, *Bulboschoenus maritimus.* В условиях более высокой прозрачности и содержания в воде взвешенных веществ не более 10 мг/л от-

мечено появление отдельных пятен харовых водорослей (*Chara ceratophylla*, *Ch. crinita* Wallr.), которые более широко распространены при полном осветлении шахтных вод.

В общем водоотводном канале происходит смешение сточных вод шахт — «Северная» и «Красная Горнячка». В условиях полного осветления шахтных вод, небольшой глубины канала и водоемов, образовавшихся в естественных пониженных рельефах (не более 1,0 м), наибольшее распространение имеют две основные моновидовые группировки, образованные *Phragmites australis* и *Chara ceratophylla*. В более глубоких участках водоемов (1—1,5 м) отмечены пятна *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton perfoliatus*, *P. pectinatus* и др. Для прибрежной зоны (глубина водного слоя до 0,5 м) характерна клубнекамышевотростниковая группировка.

Аналогичная закономерность распространения макрофитов в условиях шахтных вод в зависимости от степени загрязнения водной среды взвешенными веществами и глубины водоемов отмечается и в других обследованных системах водоотведения.

Сравнительный анализ областей распространения макрофитов, при которых отмечено их доминирование в составе растительных сообществ, в условиях шахтных вод с различной степенью загрязнения взвешенными веществами показал, что загрязнение водной среды отрицательно влияет не только на гидрофиты, но и на гелофиты, ограничивая их распространение (см. рисунок).

В условиях предельно загрязненных шахтных вод отмечены только тростниковые и рогозово-узколистные растительные группировки характерные для всех водоемов с концентрацией взвешенных веществ в воде до 50 мг/л. Область распространения тростника обыкновенного и рогоза узколистного при концентрации взвешенных веществ 100—400 мг/л ограничивается глубиной до 0,5 м. В условиях полного осветления шахтных вод тростниковые группировки отмечены на глубине до 2,2 м.

Верхний предел распространения гидрофитов ограничивается зоной умеренного загрязнения (содержание взвешенных веществ до 50 мг/л). Растительные группировки образуют уруть колосистая, рдест пронзеннолистный, харовые водоросли. Сообщества харовых водорослей получают наибольшее распространение только в условиях полного осветления сточных вод.

Результаты проведенных исследований указывают на необходимость дифференцированного подхода к подбору макрофитов, с учетом их устойчивости к загрязнению шахтных вод, при использовании в гидроботанических очистных сооружениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуковский В. Н., Оксиюк О. П., Олейник Г. Н., Кошелев С. И. Принципы и опыт построения экологической классификации качества поверхностных вод суши.— Гидробиол. ж., 1981, № 2, с. 38—49.

2. Зайцев Ю. П. Задачи гидробиологии в деле охраны и использования водных ресурсов.— Гидробиол. ж., 1981, № 1, с. 11—13.
3. Каминский В. С., Гвоздева И. Е. Об очистке сточных вод макрофитами и альгофлорой.— Водные ресурсы, 1976, № 5, с. 185—190.
4. Катанская В. М. Методика исследования высшей водной растительности.— В сб.: Жизнь пресных вод. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956, ч. 1, с. 160—181.
5. Комиссаров С. В. Об очистке шахтных вод.— Уголь, 1980, № 10, с. 47—49.
6. Комиссаров С. В., Шапошникова В. А. Очистка шахтных вод с помощью высших водных растений.— Водные ресурсы, 1976, № 5, с. 198—204.
7. Крапивкина Э. Д., Бомбер З. А., Будникова Г. П. и др. Роль водных растений в биологической очистке сточных вод шахты «Байдаевская».—В сб.: Человек, среда, здоровье. Кемерово, 1978, с. 120—121.
8. Кроткевич П. Г. Роль растений в охране водоемов. М.: Знание, 1982. 64 с. (Новое в жизни, науке, технике. Сер. Биология, № 3.)
9. Марков П. П., Денисов В. Ф. Вторичное загрязнение сточных вод в процессе их гидроботанической очистки. Реф. инф. Санитарная техника, инженерное оборудование зданий. М., ЦИНИС, 1977, серия IX, вып. 7, с. 6—10.
10. Монгайт И. Л., Текиниди К. Д., Николадзе Г. И. Очистка шахтных вод. М.: Недра, 1978. 173 с.
11. Мышинский А. Н. Перспективы деминерализации шахтных вод.— Уголь, № 6, 1981, с. 44—46.
12. Петрова И. А. Высшая водная растительность озер Южного Урала с различной степенью минерализации.— Гидробиол. ж., 1978, № 5, с. 13—17.
13. Промышленная ботаника/Е. Н. Кондратюк, В. П. Тарабрин, В. И. Баклаков, Р. И. Бурда, А. И. Хархота. Киев: Наукова думка, 1980. 260 с.
14. Руководство по анализу шахтных вод. Пермь: ВНИИОС — уголь, 1980. 283 с.
15. Чернышев А. А. Очистка шахтных вод Донбасса растительностью и прудами-накопителями.— Водные ресурсы, 1976, № 2, с. 173—178.
16. Lakschman G. An ecosystem approach to the treatment of waste waters.— J. Environ. Qual., 1979, vol. 8, N 3, p. 353—361.
17. Wolverton C., Pebeca C., Mc. Donald. Upgrading facultative wastewater lagoons with vascular aquatic plants.— J. Water Poll. Contr., 1979, vol. 15, N 2, p. 305—313.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ · 1984

Е. С. ВАСФИЛОВА

ОБ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ НА ВЫСШИЕ ВОДНЫЕ РАСТЕНИЯ
(на примере видов сем. Кувшинковых)

Высшие водные растения представляют собой один из важнейших элементов экосистем водоемов. Роль их в этих экосистемах весьма значительна. Они являются продуцентами кислорода, пищей для многих гидробионтов, субстратом для нереста рыб, местом гнездования водоплавающих птиц, укрытием для многих насекомых и других мелких беспозвоночных и т. д. [3, 4, 11 и др.]. Однако долгое время роль гидрофитов в водоемах недооценивалась. Более того, считалось, что они способствуют заболачиванию водоемов, ухудшению в них санитарно-гигиенической обстановки, являются причиной их загрязнения. Как указывает Ш. И. Коган [4], такая оценка роли высших водных растений объясняется недостаточным знанием тех особенностей их биологии, которые имеют непосредственное значение для самоочищения водоемов и формирования качества воды. Имеется в виду способность гидрофитов аккумулировать биогены и органические соединения и надолго удалять их из круговорота веществ в водоемах; поглощать и частично обезвреживать некоторые токсические соединения (пестициды, нефтепродукты, радиоизотопы и т. д.); оказывать ингибирующее влияние на некоторые водоросли, вызывающие «цветение» воды. Благодаря фотосинтезу высших водных растений обеспечиваются кислородом гидробионты, обитающие в их зарослях, усиливаются химические процессы, связанные с разложением и минерализацией органических веществ [7].

В настоящее время в условиях возрастающей антропогенной эвтрофикации водоемов (т. е. повышения обеспеченности воды биогенными элементами, главным образом, азотом и фосфором, вследствие деятельности человека в водосборных бассейнах) высшие водные растения, играя по существу роль биофильтра, представляют собой мощный фактор самоочищения водоемов, обеспечивающий стабильность водных экосистем [4, 7 и др.].

Необходимо отметить, что в определенных условиях чрез-

мерное развитие высшей водной растительности (в прибрежной зоне) может иметь отрицательное значение. В таком случае, во избежание вторичного загрязнения, часть биомассы гидрофитов нужно убирать. Однако, отмечает Л. Л. Россолимо [8], необходимо учитывать значение прибрежных фитоценозов как компонента водной экосистемы: они играют роль барьера на пути поступления загрязняющих веществ с водосбора, являются переносчиками биогенов из грунта в воду и др. Ни в коем случае недопустимо полное уничтожение водной растительности; это приводит к крайне нежелательным экологическим последствиям. (Это, в частности, было показано Ш. И. Коганом [4] на примере трех водохранилищ в Туркмении.)

Как отмечает С. Гейни [12], в настоящее время верную в основе концепцию рационального контроля макрофитов следует заменить концепцией регуляции их развития, соединенной с охраной. Защита и последующее восстановление генофонда водной и болотной растительности умеренных широт представляют более насущную задачу, чем ее контроль и подавление. Губительная техника мелиорации, интенсивное применение удобрений, использование гербицидов, отмечает Гейни, поставили многие виды растений и их сообщества на грань исчезновения. Отрицательное влияние человека на водные растения, по мнению Д. В. Дубыны [2], очень заметно, так как динамика уровня и химического состава воды вызывает у гидрофитов большие изменения.

Антропогенные воздействия на пресноводные экосистемы разнообразны. Так, по данным В. И. Матвеева [6], на растительность озер-стариц бассейна средней Волги влияют следующие факторы: скашивание, выпас скота и разведение водоплавающей птицы, рубка деревьев и кустарников, распашка побережий и проведение земляных работ, загрязнение озерных котловин сточными водами, осушение и чрезмерное использование воды для полива, рыбная ловля, уничтожение отдельных видов растений человеком, подтопление и затопление берегов озер-стариц водами водохранилищ, интродукция растений.

Существует большое количество материалов о вредном влиянии промышленных стоков на гидрофиты. Как отмечают М. А. Кудряшов и К. А. Воскресенский [5], на Дальнем Востоке наибольшая деградация естественной растительности рек сопутствует загрязнению их сбросами вод из шахт и горнообогатительных комбинатов. Попадая в водоемы, соли тяжелых металлов более десяти лет препятствуют восстановлению растительности уже после прекращения их воздействия; на участках с высоким содержанием этих солей отмечены отклонения в габитусе растений и снижение семейной продуктивности.

Значительна роль рекреационных воздействий на водную растительность. Так, в Великобритании [13] резкое усиление туризма после Второй мировой войны значительно увеличило

рекреационные нагрузки на пресноводные экосистемы. Эти нагрузки выражаются, в частности, в механическом повреждении растений судами, загрязнении воды фекалиями, отбросами, горючим из лодочных моторов. На берегах сильно повреждаются, а при больших нагрузках полностью уничтожаются прибрежно-водные растения, что существенно нарушает условия обитания насекомых, амфибий, птиц, мелких млекопитающих.

Наши исследования на Среднем Урале в 1978—1981 гг. показали, что и в этом районе растительность водоемов в большой мере подвержена влиянию разнообразных антропогенных факторов. Эти воздействия в целом можно классифицировать так:

1. Изменения гидрологического режима водоемов в результате деятельности человека (подъем воды, значительные колебания ее уровня, обмеление, связанные с изъятием воды для полива, работой гидротехнических сооружений или, наоборот, нарушением их работы и т. п.).

2. Различного рода стоки — основная причина антропогенного эвтрофирования водоемов: а) промышленные; б) сельскохозяйственные (удобрения с полей, стоки с ферм и т. д.); в) бытовые, или коммунальные (от населенных пунктов, расположенных на берегах; в частности, очень распространены стоки различных моющих средств в результате стирки и полоскания белья в водоемах).

3. Рекреация, включающая нарушения гидрологического режима (повышение прибойности из-за использования отдыхающими и рыбаками лодок), разнообразные стоки (отбросы, горючее из лодочных моторов, стоки от мытья автомашин), сбор и механическое повреждение растений.

4. Воздействия на побережья (выпас скота, покосы, вырубка деревьев и кустарников). Часто по берегам водоемов проходят автомобильные и железные дороги.

В 1978—1981 гг. нами были получены данные по антропогенным воздействиям на несколько десятков водоемов на территории Среднего Урала. Эта работа проводилась в ходе изучения экологии представителей одного из наиболее интересных в теоретическом и практическом отношениях семейств водных растений — семейства Кувшинковых (Nymphaeaceae Salisb.). Следует отметить, что кувшинковые относят, как правило, к растениям, в большой степени чувствительным к чистоте воды. Например, Г. В. Сележинский [9] указывает, что кувшинка и кубышка плохо переносят промышленные и бытовые загрязнения. Нами были собраны материалы по воздействию антропогенных факторов на виды этого семейства более чем в 40 водоемах. Следует отметить, что по сравнению с началом XX в. кувшинковые на Среднем Урале стали встречаться заметно реже. По данным П. В. Сюзева [10], обнаруженные нами виды (кувшинки чистобелая и четырехгранная, кубышки желтая, малая и средняя) в начале века встречались на Урале в пределах

бывшей Пермской губернии повсеместно. В настоящее время довольно широко распространены только два вида — кувшинка чистобелая (*Nymphaea candida* J. Presl.) и кубышка желтая (*Nuphar lutea* (L.) Sm.). Кубышка малая (*Nuphar pumila* (Timm.) DC.) встречается намного реже, главным образом, в пределах горной полосы. Кувшинка четырехгранная (*Nymphaea tetragona* Georgi) и кубышка средняя (*Nuphar intermedia* Ledeb.) встречены в единичных водоемах. Вероятно, такие заметные изменения в распространении видов кувшинковых обусловлены в первую очередь воздействием антропогенных факторов: развитием промышленного производства, ростом населенных пунктов, значительным усилением рекреационного использования водоемов.

Среди изученных нами форм антропогенных воздействий на водоемы, населенные кувшинковыми, наиболее распространены рекреационные. Влияния этого рода обнаружены практически во всех обследованных водоемах. Это связано, в частности, с высокой степенью декоративности изученных растений. Особенно заметно влияние рекреации на кувшинковые в старых заводских прудах-водохранилищах. И по химизму воды, и по гидрологическим условиям это очень подходящий для кувшинковых экотоп. Здесь их заросли обычно велики, представлены несколькими видами. Однако водохранилища расположены, как правило, вблизи крупных населенных пунктов и являются одним из излюбленных мест отдыха жителей. Часто на берегах водохранилищ находятся базы отдыха, профилактории, пионерские лагеря, дома охотника, рыбака и т. п. Все это обусловливает значительные рекреационные нагрузки на эти водоемы. Так, сильное неблагоприятное воздействие испытывают кувшинковые на Нижнетагильском, Ревдинском, Ургинском (около г. Талицы), Ляпустинском (около г. Богдановича) водохранилищах. Сильно сократились за последние годы заросли кувшинки чистобелой в Нейво-Рудянском пруду. Не обнаружены нами кувшинковые в Нижнесергинском пруду, где они раньше произрастали в довольно большом количестве. Однако, следует отметить, что именно в заводских прудах-водохранилищах встречается чаще всего кубышка малая. Это позволяет говорить об определенной устойчивости этого вида к антропогенным воздействиям.

Сильные рекреационные нагрузки привели к исчезновению кувшинковых из оз. Чусовского, расположенного в 25 км от г. Свердловска и являющегося одним из распространенных мест отдыха свердловчан. По свидетельству Н. П. Архиповой [1], на этом озере ранее отмечали большие заросли кувшинки и кубышки. Заметно уменьшились, по свидетельству местных жителей, заросли кубышки в оз. Таватуе, в р. Пышме (в пределах Пышминского района).

Существуют данные и об отрицательном влиянии антропогенных нарушений гидрологического режима водоемов. Один

из наиболее ярких примеров — спуск водохранилища на р. Пышме у с. Баранниково (в 5 км от г. Камышлова). Заросли кувшинки чистобелой занимали здесь несколько гектаров, причем проективное покрытие этого вида на большей части территории составляло 90—100 %. Растения отличались высокими декоративными качествами — большими размерами листьев и цветков. В начале лета 1980 г. из-за неисправности плотины Баранниковский пруд был спущен, и популяция практически прекратила существование. Аналогичная причина (спуск пруда) привела к сильному обмелению старицы р. Иргины около с. Большое Кошаево в Красноуфимском районе, где произрастал редкий для Среднего Урала вид — кувшинка четырехгранная.

Судя по гербарным образцам конца XIX — начала XX вв. (сборы О. Клера, В. Русских, Н. Нитина и др.[1]), кувшинковые были широко распространены в бассейне р. Исети в районе г. Екатеринбурга. В настоящее время, очевидно, в связи с развитием промышленного производства и ростом населения города они почти полностью исчезли. Сохранились лишь небольшие заросли в Верх-Исетском пруду.

Таким образом, влияние различных антропогенных факторов на распространение и динамику видов сем. Кувшинковых прослеживается довольно четко. Изучение видового состава гидрофитов в обследованных нами водоемах, населенных кувшинковыми, позволило также сделать предварительные выводы о влиянии антропогенных факторов на распространение некоторых других видов высших водных растений. Как отмечает Л. Л. Россолимо [8], вопросы изменения состава фитобентоса в результате антропогенных воздействий на водоем лишь недавно стали привлекать внимание исследователей в связи с определением участия литоральных продуцентов в метаболизме озерных экосистем. В частности, в некоторых работах приводятся данные об угнетении развития погруженной растительности в результате антропогенного эвтрофирования водоемов [8, 14].

Следует сказать, что данные по видовому составу гидрофитов получены нами лишь для водоемов, населенных кувшинковыми, где антропогенные нагрузки даже в неблагоприятных случаях, очевидно, не слишком высоки, поскольку не приводят к выпадению видов кувшинковых, довольно чувствительных к чистоте воды.

Как показали наши наблюдения, некоторые виды рдестов (*Potamogeton natans* L., *P. compressus* L.), а также камыш озерный (*Scirpus lacustris* L.) чаще встречаются в водоемах, слабо подверженных влиянию человека. С другой стороны, довольно сильные антропогенные нагрузки выдерживают такие

[1] Использованы материалы гербария Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР.

виды как ряска малая (*Lemna minor* L.), ряска трехдольная (*L. trisulca* L.), уруть колосистая (*Myriophyllum spicatum* L.), а также элодея канадская (*Elodea canadensis* Michx.). Рдест длиннейший (*Potamogeton praelongus* Wulf.) встречен нами лишь в четырех водоемах, но все они расположены вблизи крупных населенных пунктов и, очевидно, испытывают сильное влияние человека.

Выводы

1. Литературные данные свидетельствуют об определенном изменении оценки роли высших водных растений в экосистемах водоемов. В настоящее время показано значение гидрофитов для самоочищения водоемов и формирования качества воды в них, что, в свою очередь, определяет внимание к вопросам регуляции развития и охраны гидрофитов в условиях возрастающих антропогенных воздействий.

2. Изучение характера антропогенных воздействий на растительность водоемов Среднего Урала позволило выделить следующие типы: изменения гидрологического режима, различного рода стоки, рекреационное использование, воздействия на побережья водоемов.

3. Исследование влияния антропогенных факторов на некоторые водные растения, в первую очередь на виды сем. Кувшинковых, позволило установить определенную зависимость их распределения и динамики от антропогенных воздействий на водоемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипова Н. П. Окрестности Свердловска. Свердловск, 1972. 208 с.
2. Дубына Д. В. Охрана и обогащение кувшинковых природной флоры Украины.— В кн.: Полезные растения природной флоры и использование их в народном хозяйстве. Киев, 1980, с. 147—150.
3. Жадин В. И., Герд С. В. Реки, озера и водохранилища СССР: Их фауна и флора. М.: Учпедгиз, 1961. 600 с.
4. Коган Ш. И. Водоросли и высшие водные растения в условиях антропогенного эвтрофирования водоемов. Бот. ж., 1980, т. 65, № 11, с. 1569—1578.
5. Кудряшов М. А., Воскресенский К. А. Изменение прибрежно-водных сообществ рек юга Дальнего Востока под воздействием антропогенных факторов.— В кн.: Проблемы экологии Прибайкалья, ч. 1. Продуктивность водных экосистем. Иркутск, 1979, с. 86—87.
6. Матвеев В. И. О влиянии антропогенных факторов на растительность озер-стариц.— Науч. труды. Куйбышев. гос. пед. ин-та, 1977, т. 207, с. 73—76.
7. Мережко А. И. Высшие водные растения и их значение для формирования качества воды.— В кн.: Проблемы гидробиологии и альгологии. Киев, 1978, с. 213—224.
8. Россолимо Л. Л. Изменение лимнических экосистем под воздействием антропогенного фактора. М.: Наука, 1977. 144 с.
9. Сележинский Г. В. Водяные лилии.— Химия и жизнь, 1978, № 6, с. 52—55.

10. Сюзев П. В. Конспект флоры Урала в пределах Пермской губернии.— В кн.: Матеріалы къ познанію фауны и флоры Россійской имперіи. Отд. ботаническій, вып. VII. М., 1912. 206 с.
11. Fassett N. C. A Manual of Aquatic Plants. N. Y.; London: Mc Graw-Hill Book Company Inc., 1940. 382 p.
12. Heiny S. Conservation of Plant Communities in Fishpond Littorals.— In: Pond Littoral Ecosystems. Structure and functioning. Berlin; Heidelberg; N. Y.: Springer-Verlag, 1978. 468 p.
13. Liddle M. J., Scorgie H. R. A. The effects of recreation on freshwater plants and animals: a review.— Biol. Conserv., 1980, vol. 17, N 3, p. 183—206.
14. Morgan N. C. Changes in the fauna and flora of a nutrient enriched lake.— Hydrobiologia, 1970, vol. 35, N 3—4.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ · 1984

И. Т. ПАПОНОВА

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ *ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) HEYNH. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСОБЕННОСТЕЙ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Особенности колебания численности организмов привлекали внимание экологов, генетиков, работавших в основном с зоологическими объектами.

Еще в 1905 г. С. С. Четвериков [3], основатель популяционной генетики, писал, что все популяции вида подвержены количественной флюктуации численности входящих в них особей; он удачно назвал это явление «волнами жизни».

Меньшее количество работ посвящено изучению динамики численности ботанических объектов, особенно травянистых растений. К числу классических работ относятся работы А. А. Уранова и его последователей. В результате изучения возрастной структуры многолетних травянистых растений [2] создана волновая теория развития ценопопуляций, позволяющая подойти к познанию закономерностей изменчивости фитоценоза. За элементарный волновой процесс был принят большой жизненный цикл многолетних растений фитоценоза. У однолетних растений он соответствует одному вегетационному периоду, в связи с чем однолетние виды представляют особый интерес для изучения закономерностей колебания численности особей в популяциях.

В работе обобщаются 15-летние наблюдения по динамике численности популяций однолетнего вида *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.— резуховидки Таля в зависимости от особенностей антропогенного воздействия, а также обсуждаются возможные причины наблюдаемых изменений. Выбор объекта обусловлен тем, что данное растение — модельный объект экспериментальной биологии и в связи с этим представляет интерес для изучения микроэволюционных процессов в природных популяциях. Оно имеет короткий жизненный цикл, образует большое количество семян, изучено в генетическом отношении [1]. Центральное Предуралье — северная граница ареала, где вид представлен небольшими очагами размножения, различающимися в зависимости от особенностей антропогенного воздействия.

Одни очаги приурочены к полям или обочинам полей, растения других произрастают около лесных дорог и пешеходных тропинок в естественных фитоценозах. Всего известно немногим более 10 очагов размножения, которые расположены в Оханском, Осинском, Бардымском, Добрянском, Еловском, Кишертском районах Пермской области.

Места произрастания в Бардымском, Еловском, Осинском районах были указаны ботаником Пермского университета М. М. Даниловой, которая проводила здесь в 50-е годы геоботанические описания, и с 1968 г. эти популяции ежегодно изучаются нами. Длительность существования растений в очагах размножения, изолированность этих очагов, наличие приспособлений для энтомофильного опыления позволяют рассматривать такие группы растений в качестве отдельных популяций.

В связи с тем, что в условиях Предуралья вид представлен небольшими популяциями (одни состоят из нескольких тысяч, другие только из нескольких десятков особей), оказывается возможным ежегодно подсчитывать общее количество растений в популяции и располагать объективными данными по динамике численности. Краткая характеристика биотопов дана в табл. 1.

Популяции изолированы — находятся на расстоянии 40 км друг от друга, различаются как по степени антропогенного воздействия, так и по комплексу микроклиматических и фитоценотических характеристик. Популяция Е находится в условиях большего затенения по сравнению с популяцией М. Ежегодное геоботаническое описание участков с 1973 по 1982 гг. позволило наблюдать в популяциях М и Б более резкое увеличение доли сорных видов и уменьшение лесных и луговых по сравнению с популяцией Е.

Таким образом, по возрастанию степени антропогенных воздействий популяции могут быть расположены следующим образом: Е, М, Б.

Результаты наблюдений и их обсуждение

Ежегодно с 1968 г. в период цветения и формирования семян резуховидки Таля проводили подсчет общего количества растений. В табл. 2 приведена динамика численности популяций резуховидки Таля в течение 15 лет наблюдений и гидротермические коэффициенты (ГТК) за V—VIII месяцы по данным Пермской гидрометеообсерватории для изучаемых районов области.

В изучаемых популяциях наблюдаются колебания численности, которые можно рассматривать как «волны жизни», характер проявления которых специфичен для каждой популяции. Более резкие изменения численности отмечены в популяции М. Максимальное количество растений 2770, 4313 и 2284 обнару-

Таблица 1

Краткая характеристика биотопов резуховидки Таля

Популяция	Ассоциация	Географический пункт	Рельеф и микрорельеф	Почва	Антропогенное воздействие
Монастырская (М)	Материковый разнотравно-злаковый луг с участием сорных и лесных видов	Пермская обл., Осинский район, окрестности села Монастырка. Правый берег р. Камы	Нижняя часть пологого южного склона вдоль опушки хвойного леса. Приурочена к невыровненному рельефу, понижениям около пней и обочине канавы	Дерново-сильноподзолистая, легкосуглинистая	Прогон стада крупного рогатого скота и коз, подвержен вытаптыванию. Наличие пешеходной тропинки, кострища
Бардымская (Б)	Материковый разнотравно-злаковый луг с участием сорных и лесных видов на обочине полевого участка	Пермская обл., Бардымский район, 3 км от районного центра. Правый берег р. Тулвы	Плато на коренном берегу р. Тулвы, рельеф ровный, наличие борозды от плуга	Дерново-карбонатная, малогумусная, глинистая	В отдельные годы используется как разворотная полоса трактора, с/х машин
Еловская (Е)	Материковый разнотравно-злаковый луг с участием сорных и лесных видов	Пермская обл., Еловский район, 8 км южнее села Елово, Левый берег р. Камы	Нижняя часть пологого юго-западного склона горы Фаоры, вдоль опушки хвойного леса. Микрорельеф более выровнен по сравнению с популяцией М	Дерново-сильноподзолистая, среднесуглинистая	Ограничено, редко по тропинке проходят пешеходы

Таблица 2

Динамика численности популяций резуховидки Таля в Предуралье (приводятся десятичные логарифмы численности) и ГТК за V—VIII месяцы

Год	Популяция					
	М		Б		Е	
	N	ГТК	*N*	ГТК	*N*	ГТК
1968	3,00	1,2	3,30	1,4	2,70	1,2
1969	1,70	1,4	1,38	2,0	2,64	2,2
1970	1,81	1,4	1,72	1,5	2,10	1,3
1971	2,22	1,8	2,02	2,3	3,18	1,7
1972	0,0	0,6	1,89	0,6	1,88	0,9
1973	3,05	1,2	1,30	1,2	2,14	1,2
1974	3,44	1,1	1,11	1,0	2,96	0,8
1975	0,48	0,8	1,26	0,6	1,46	0,7
1976	2,87	1,6	0,69	1,7	3,27	2,0
1977	2,95	1,3	1,49	1,4	2,56	1,2
1978	3,63	2,2	1,08	1,9	1,62	2,4
1979	2,30	1,0	1,74	1,1	1,89	0,8
1980	1,60	1,5	2,40	1,2	1,50	1,6
1981	2,64	0,4	1,94	0,4	1,80	0,7
1982	3,36	—	2,36	—	2,42	—

жены в 1974, 1978, 1982 гг., в 1972 г. в популяции М не было найдено ни одного растения, а в 1975 г. только три растения, в то время как в последующий год численность растений в популяции превышала тысячу.

Иное проявление «волн жизни» в популяции Е. В 1971, 1976 гг. наблюдается всплеск численности, в то время как в засушливые 1972, 1975, 1979, 1981 гг. имело место сокращение количества растений.

Таким образом, 15-летняя сравнительная характеристика по динамике численности двух популяций, приуроченных к опушке хвойного леса, свидетельствует о более резком изменении численности в популяции М по сравнению с популяцией Е. При более сильном антропогенном воздействии сокращаются периоды между всплесками численности: в популяции М — 4 года, в популяции Е — 5 лет.

Совсем иной характер динамики численности в популяции Б. Увеличение количества растений было зафиксировано в 1968 г., растения резуховидки Таля были найдены не только на обочине поля, но и на полевом участке, в то время как в последующие годы мы наблюдали резкое сокращение численности и растения располагались только на обочине поля. Вторая волна роста имела место в 1980—1982 гг., в период, когда на полевом участке выращивался клевер. Таким образом, переход в новый биотоп — с обочины на полевой участок — оказался сопряженным с культурой на полевом участке.

Анализ полученных данных позволяет обратить внимание на

асинхронность «волн жизни» и на более резкую изменчивость численности на участках с большей степенью антропогенного воздействия.

В качестве факторов, влияющих на динамику численности, рассматривались также погодные условия и ценотическое окружение.

Для оценки роли погодных условий составляли графики ежедневного выпадения осадков и среднесуточных температур. Погодные показатели ежегодно существенно меняются. Изменчивость температуры воздуха в разных населенных пунктах в один момент гораздо меньше изменчивости количества осадков. Замечено, что для резуховидки Таля оптимальными условиями были периоды с большим количеством осадков, сопровождавшиеся повышением температуры. В качестве обобщенного коэффициента использовали гидротермический коэффициент за V—VIII месяцы по данным Пермской обсерватории (см. табл. 2). Низкие показатели гидротермических коэффициентов характерны для засушливых сезонов 1972, 1975, 1979, 1981 гг., в эти же годы отмечено сокращение численности растений в популяциях Е и особенно М.

Сравнительная характеристика динамики численности и ГТК показала, что погодные условия определяют нижнюю границу численности, т. е. в засушливые годы (с малым значением ГТК) численность растений минимальна. Например, в 1975 г. количество растений в популяции Б составило 18 растений, в популяции Е — 29, а в М всего три растения. Следует отметить, что из трех растений два находились в сообществе с крапивой двудомной и одно — в углублении канавы, т. е. сохранение отдельных растений в засушливые годы обусловлено благоприятными микроклиматическими условиями, которые создаются благодаря микрорельефу и ценозу. Не последнюю роль играет и генотипический состав популяции.

Специальное картирование в популяции М и Е с помощью геоботанической сетки показало, что в отдельных случаях ювенильные особи резуховидки Таля в популяции М могут находиться под пологом травянистой растительности мезофитного типа, в то время как в популяции Е подобных фактов не отмечено. Полагаем, что в популяциях, подверженных более сильному антропогенному воздействию, отбор способствовал формированию отдельных генотипов, семена которых прорастают при большой амплитуде экологических условий.

Верхняя граница численности контролируется не только погодными условиями, так как не во все благоприятные по погодным условиям годы наблюдался всплеск численности. Значительная доля влияния обусловлена стратегией других видов ценоза, особенностями их семенного и вегетативного размножения. Так, десятилетние геоботанические описания, проводившиеся на постоянных участках, показали, что в условиях разно-

травно-злакового луга в популяции Е доминантами были кошачья лапка, живучка ползучая и злаки. В годы подъема численности резуховидки Таля увеличивалось проективное покрытие кошачьей лапкой, т. е. наблюдали положительную сопряженность, и уменьшалось — живучкой ползучей (имела место отрицательная сопряженность с резуховидкой Таля).

В популяции Б в период с 1969 по 1979 гг., несмотря на благоприятные погодные условия, в отдельные годы подъема численности не наблюдалось, что в ряде случаев коррелировало с большим проективным покрытием.

Погодные условия влияют и на внутрипопуляционные механизмы неодинаково в различные фазы онтогенеза. Особенно чувствителен период появления всходов. В популяциях, менее подвергаемых антропогенному воздействию, в ранневесенний период наблюдается дружное появление всходов, в то время как в популяциях с более сильным антропогенным воздействием наблюдалось отсутствие всходов в ранневесенний период (см. табл. 2), отмечено появление двух и реже трех волн появления всходов в ранневесенний период, а также ежегодные всходы во всех популяциях в летне-осенний период. Количество их обусловлено погодными условиями, проективным покрытием и генофондом популяции. Указанные факторы влияют на дальнейший рост и развитие всходов и в конечном итоге на соотношение яровых и зимующих форм в ранневесенний период.

Для выяснения возможных причин, влияющих на соотношение яровых и зимующих форм в популяциях, были проведены наблюдения в природе и опыты на генетическом участке.

Установлена отрицательная зависимость между количеством появившихся всходов резуховидки Таля и проективным покрытием.

Специальные наблюдения на генетическом участке за появлением всходов и дальнейшим их поведением показали, что в летне-осенний период происходит гибель ювенильных растений. Процент гибели обусловлен не только погодными условиями (засуха), но и площадью питания и генофондом популяции.

При одновременном посеве семян, собранных с отдельных растений в популяции Б и Е, всходы на генетическом участке были получены только у семей из популяции Б. Дальнейшие наблюдения за потомствами отдельных растений на постоянном участке показали, что семьи внутри популяции различаются по полевой всхожести, по количеству погибших растений в осенне-летний и зимний периоды, по скорости прохождения фенофаз. Установлено, что погибают те растения, у которых к моменту устойчивого снегового покрова произошло заложение генеративных органов, или растения, достигшие фазы цветения или формирования плодов.

Проведенные нами в ранневесенний период измерения диаметра розеточных листьев у перезимовавших и неперезимовав-

ших растений показали, что в зимний период происходит гибель растений с крупными розетками листьев. Так, весной 1981 г. при анализе 1222 растений было отмечено, что в зимний период погибло 10 % растений. Среднее значение диаметра розеточных листев у погибших составляло 1,9 см, а у перезимовавших 0,8 см, различия существенны при уровне значимости P_{001}. Задержка прорастания семян и блокирование роста и развития в осенний период — ценное приспособление вида на границе его ареала. Таким образом, в популяциях резуховидки Таля происходит изменение «волн жизни». Характер варьирования численности зависит от биотических и абиотических факторов, а также от типа и интенсивности антропогенного воздействя. Вытаптывание способствует резкому возрастанию колебания фисленности растений по годам, сокращению периодов между всплесками численности. Отмечено изменение генофонда под влиянием антропогенного воздействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В. И., Касьяненко А. Г., Санина А. В., Тимофеева-Ресовская Е. А. Опыты по радиационной генетике *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.— Генетика, 1966, № 8, с. 55—70.

2. Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов.— Науч. докл. высшей школы. Биологические науки, 1975, № 2, с. 7—34.

3. Четвертиков С. С. Волны жизни (из лепидекторологических наблюдений 1903).— В сб.: Дневник зоол. отд. Имп. о-ва любителей естеств., этногр., 1905, т. 3, вып. 6, с. 103—105.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ · 1984

Е. Т. МАМАЕВА

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ГОРОДСКИХ ЗЕМЕЛЬ, НАРУШЕННЫХ СТРОИТЕЛЬСТВОМ НА УРАЛЕ

При строительстве различных объектов, жилых зданий и коммуникаций нарушается почвенный покров на значительной территории городов.

Согласно СНиП Ш-10-75 верхний растительный слой почвы при подготовке территории к строительству должен быть снят и заготовлен для использования его в последующем при озеленении объекта. Однако очень часто земляные работы проводятся без снятия плодородного почвенного слоя, в результате чего удорожается озеленение этих территорий.

При рытье котлованов и траншей перемешиваются генетические горизонты почвы с материнской и подстилающей породами и появляются различные новообразования — почвогрунты. Насыпные почвогрунты занимают часто в два-три раза больше площади, необходимой под строящийся объект.

В связи с тем, что Урал имеет сложное геоморфологическое строение, возникающие почвогрунты сильно различаются по механическому составу, физико-химическим свойствам, мощности, характеру включений и т. д.

Насыпные почвогрунты по нашей классификации делятся на маломощные (толщина насыпного слоя от 10—15 до 30 см), средне-мощные (до 80 см), мощные (свыше 80 см) и сверхмощные («культурный слой» 1,5—2 м и более). По морфологическим признакам и происхождению они объединены в три группы. В первую группу входят новообразования различного механического состава, состоящие из перемешанных генетических горизонтов естественных почв, развитых на мягких материнских породах — элювиально-делювиальных суглинках и глинах; во вторую группу входят грунты, образованные при перемешивании почв, развитых на элювии твердых горных пород. Третья группа характеризуется наличием большого количества (более 10 %) различных примесей строительного и бытового мусора (извести, щебня, кирпича, стекла, шлака, щепы и т. д.).

По количеству каменистых включений почвогрунты второй

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвогрунтов в городах Урала

Город, место взятия образца	Группа почвогрунта	Реакция среды pH_{KCl}	Содержание подвижных форм, мг/100 г			Плотность, г/см³
			N	P_2O_5	K_2O	
г. Свердловск						
Микрорайоны						
«Парковый»	I	5,5—7,5	0,3—4,7	3,1—98,5	10,1—54,6	Не опр.
«Юго-западный»	III	6,0—8,5	0,1—3,7	8,2—66,3	10,0—41,2	1,39
Втузгородок	II	6,3—7,3	Следы—1,0	27,5—83,0	23,7—40,8	1,50
г. Серов, сквер	II	5,2—7,2	Следы	1,25—3,7	6,7	Не опр.
г. Алапаевск, сквер	I	7,1	То же	20,0	6,4	То же
	III	7,2—7,6	»	8,7—20,0	5,3—60,0	
Н. Тагил, сквер	I	7,2	»	25,0	6,7	»
	II	5,9—7,4	»	2,5—62,0	8,0—50,0	
	III	6,8—7,3	»	2,5—15,0	14,0—22,0	
г. Пермь, «Мотовилиха»	I	6,0—7,2	0,8—1,4	6,25—25,0	5,0—40,0	»
г. Челябинск, ул. Ленина	III	6,5—7,5	0,7—1,2	4,9—36,4	7,3—45,8	1,4
г. Уфа, проспект Октябрьский	III	5,8—7,4	0,3—1,0	9,5—68,9	22,0—76,0	0,95
г. Салават, сквер	III	7,5	Следы—3,4	20,9—35,4	19,1—33,9	—

группы делятся на щебневатые (камни составляют 10—20 % объема), сильно щебневатые (20—40 %) и каменистые — более 40 % объема приходится на осколки твердых пород [1, 3, 4].

Как показали наши исследования (обследовано 25 городов в зоне Урала и Сибири), почвогрунты обладают определенным плодородием, так как содержат в том или ином количестве гумус и необходимые для растений элементы питания (азот, фосфор и калий), в отдельных случаях это содержание бывает значительно выше, чем у естественных почв (табл. 1 и 2).

Из приведенных в табл. 1 данных видно, что содержание питательных веществ в насыпных почвогрунтах различно и обусловлено прежде всего их происхождением (неодинаковое плодородие исходных естественных почв), а также влиянием деятельности человека. Наибольшие следы влияния антропогенного фактора носят почвогрунты III группы, содержащие включения строительного и бытового мусора, из-за которых они могут быть известковыми (более 20 % извести) и каменистыми. Для этой группы характерна преимущественно щелочная и сильнощелочная реакция среды, в то время как у первых двух грунтов реакция колеблется от слабокислой до слабощелочной.

Насыпные почвогрунты не имеют агрономически ценной водопрочной структуры, обусловливающей благоприятные для растений водно-воздушные свойства. Кроме того, они малогу-

Таблица 2

Агрохимическая характеристика естественных городских почв на Урале

Город, почвенная разновидность	Реакция среды pH_{KCl}	Содержание подвижных форм, мг/100 г			Гумус, %	Плотность, г/см³
		N	P_2O_5	K_2O		
Свердловск						
Дерново-подзолистая суглинистая	4,6—6,0	0,1—7,1	5,6—56,6	5,1—15,4	1,5—2,5	1,13
Н. Тагил						
Дерново-подзолистая суглинистая	4,7—5,4	Не опр.	8,7	11,6	1,0—3,0	1,29
Дерново-луговая (огородная) суглинистая	6,5—6,9	»	8,7—25,0	31,0—40,0	2,5—5,0	Не опр.
Пермь						
Дерново-подзолистая легкосуглинистая	5,0—6,7	1,8—3,0	15,0—25,0	2,5—40,0	2,0—3,0	1,15
«Растительная земля» суглинистая	5,4—6,1	Не опр.	5,0—12,0	14,6—55,0	Не опр.	Не опр.
Челябинск						
Черноземная тяжелосуглинистая	5,2—6,1	1,4—1,8	10,9—91,0	3,6—45,8	~5,0	1,21
Уфа						
Черноземная тяжелосуглинистая	6,2—6,4	1,0—4,0	21,5—28,5	33,0—49,0	4,5—6,5	1,20

мусированы и очень сильно уплотнены, что еще больше ухудшает их физические свойства. Приведенные данные говорят о том, что насыпные почвогрунты менее благоприятны для развития растений средой, чем естественные почвы.

До 60-х годов насыпные почвогрунты вообще считались непригодными для зеленых насаждений, и их полностью заменяли так называемой «растительной землей», которую брали с огородов и полей. Однако такая земля не всегда была более плодородной, чем заменяемые ею грунты. Кроме того, это мероприятие на 25—30 % удорожало озеленение объектов.

По нашим данным, рекультивацию земель с нарушенным почвенным покровом можно провести со значительно меньшими затратами труда, времени и средств, если насыпные почвогрунты не заменять, а использовать полностью [3, 4].

Необходимо улучшить их физико-химические свойства с помощью удобрений, и они становятся пригодными для выращивания растений. Исключение составляют каменистые (более

40 % камней по объему), известковые и шлаково-цементные (более 25 % названных включений) почвогрунты, которые подлежат замене.

При использовании почвогрунтов после окультуривания стоимость озеленительных работ будет меньше примерно настолько, насколько дороже их замена привозной землей. Кроме того, при этом потребность в автотранспорте сокращается до минимума и меньше загрязняется городская среда от перевозки сыпучих материалов.

Более простой и экономичной является рекультивация территорий, на которых был предварительно снят плодородный почвенный слой. Это обусловлено тем, что почва находится на территории объекта и не нужен транспорт для перевозки.

После завершения строительства объекта проводится благоустройство территории. Площадь очищается от посторонних предметов, материалов и крупного мусора, проводится планировка поверхности: срезаются выступы, холмы, засыпаются местным грунтом рытвины, канавы и ямы. При засыпке глубоких ям и канав могут быть использованы строительные отходы и прочий мусор. На выровненную поверхность с помощью бульдозера растилается почва из бурта, находящегося на территории строительной площадки, слоем, равным мощности снятых почвенных горизонтов (20—30 см в зоне дерново-подзолистых и серых лесных почв и 40—60 см в черноземной зоне). После этого площадь готова к посеву газонных трав и посадке деревьев и кустарников согласно проекту озеленения.

Однако в некоторых случаях бывает целесообразно улучшить физико-химические свойства почв. Это касается в основном дерново-подзолистых и серых лесных почв, которые часто имеют кислую реакцию среды, невысокое содержание основных элементов питания и гумуса и тяжелый механический состав. Поэтому для создания более благоприятных условий для роста и развития насаждений следует ввести в нанесенный слой почвы органические (торф, перегной, компост, опилки) и минеральные удобрения, для нейтрализации избыточной кислотности — известь, шлак, золу и другие известковые материалы. На почвах глинистого и тяжелосуглинистого механического состава хороший эффект может дать внесение песка или шлака, а на слишком легких (песчаных и супесчаных) — глины, от которых улучшатся их физические свойства.

Черноземные почвы обладают высоким потенциальным плодородием, но нередко содержат мало фосфора в доступной для растений форме и имеют тяжелосуглинистый или глинистый механический состав. Для улучшения их физико-химических свойств целесообразно применять фосфорные удобрения и какие-либо разрыхляющие материалы (песок, шлаки, опилки или соломенную резку).

Норма и виды органических и минеральных удобрений дол-

жны определяться на основании результатов агрохимического анализа почвы. При отсутствии этих данных ориентировочно можно пользоваться следующими рекомендациями. Для дерново-подзолистых и серых лесных почв достаточно 60—100 т/га торфа или 30 т в сочетании с минеральными удобрениями (0,8—1,0 ц аммиачной селитры, 1—2 ц суперфосфата и 1,0—1,2 ц калийной селитры). Компосты, перегной используются на 25—30 % меньше, чем торф.

В черноземные почвы (при необходимости) следует внести до 1,5—2 ц суперфосфата и иногда калийные удобрения в количестве 0,5—1 ц/га.

Доза органических удобрений (опилки, соломенная резка) может быть порядка 10—30 т/га, но их следует давать обязательно вместе с минеральными удобрениями, в частности, с аммиачной селитрой (10—15 кг на 1 т). Минеральные удобрения в этом случае необходимы для питания целлюлозоразрушающих микроорганизмов, иначе посаженные растения будут испытывать азотное голодание.

Удобрения и прочие указанные материалы равномерно распределяются по поверхности озеленяемой территории и перекапываются на глубину 22—25 см перед посевом трав и посадкой деревьев и кустарников.

Рекультивация территорий, на которых не был своевременно снят почвенный слой и покрытых различными насыпными почвогрунтами, заключается в следующем.

Площадь очищается от посторонних предметов, материалов и мусора, которые либо удаляются за ее пределы, либо засыпаются в ямы, рытвины и канавы. Затем проводится планировка поверхности в соответствии с планом благоустройства и озеленения (намечаются дорожки, площадки, места посадок деревьев и кустарников и др.).

В зависимости от агрохимической характеристики почвогрунтов, их мощности, механического состава осуществляются мероприятия по их улучшению. Обязательно внесение органических удобрений и рыхлящих материалов, которые будут способствовать улучшению физических свойств грунтов и их плодородия. По поверхности участка равномерно распределяются торф, компост или опилки, а также песок, шлак, известь (если грунты кислые) и минеральные удобрения.

Количества удобрений и прочих материалов зависят от качества грунтов. Ориентировочно доза торфа может колебаться от 100 до 200 т/га (обязательно вместе с минеральными удобрениями, особенно азотными). Песок и шлак берутся из расчета 5—10 % от объема грунта [2].

Удобрения и все добавки после равномерного распределения по площади необходимо тщательно перемешать с почвогрунтом на глубину 25—30 см. При перекопке грунтов должны быть удалены крупные примеси (диаметром более 10 см). Включения

более мелких размеров в количестве до 20 % от объема грунта можно оставить, так как они будут также способствовать улучшению водно-воздушных свойств почвогрунта.

Окультуренные таким способом почвогрунты пригодны для выращивания газонных трав и цветов. При посадке деревьев и кустарников следует использовать этот окультуренный грунт или добавлять торф или компосты в количестве 20—25 % (по объему ямы).

В практике озеленения территорий с нарушенным почвенным покровом до сих пор используется привозная «растительная земля» (огородная или полевая), которой заменяются местные почвогрунты (на глубину 15—20 см). Этот прием рекультивации, помимо удорожания озеленительных работ (до 30 % и более), не имеет преимущества перед вышеописанным: во-первых, потому, что «растительная земля» не всегда хорошо обеспечена питательными веществами (см. табл. 2); во-вторых, потому, что в результате многолетней обработки (полевая и огородная) почва утратила водопрочную структуру и водно-воздушные свойства ее также малоудовлетворительные, как и у заменяемых почвогрунтов (эти почвы сами нередко нуждаются в окультуривании); в-третьих, перевоз большого количества земли и грунтов с места на место нецелесообразен с экономической точки зрения и недопустим с точки зрения охраны городской среды.

Таким образом, при строительстве объектов необходимо максимально сохранять естественные почвы, чтобы озеленение было качественным и менее дорогим, а в случае образования насыпных почвогрунтов проводить их окультуривание, а не замену.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мамаева Е. Т. Почвы городов Среднего Урала и подготовка их для озеленительных работ.— В сб.: Благоустройство городов. М.; Л., 1963, с. 113—124.

2. Мамаева Е. Т., Лаврова П. С. Из опыта использования отходов промышленности в качестве удобрений в зеленом строительстве.— В сб.: Растительность и промышленные загрязнения. Свердловск, 1970, с. 154—158.

3. Мамаева Е. Т., Плешкова Л. А. Подготовка почвы под газоны в Перми.— В сб.: Озеленение городов. М., 1975, с. 80—85.

4. Пособие по подготовке городских почв для озеленительных работ. Свердловск, 1962. 300 с.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ · 1984

Б. И. ПИЛЬЩИКОВ

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ПЛАНИРОВКЕ КРУПНОГО ГОРОДА (на примере г. Свердловска)

Урал богат разнообразными природными ресурсами, освоение которых повлекло за собой широкое вмешательство в природные ландшафты. Это проявилось в изменении рельефа, почв, литогенной основы, а также растительности. Во-первых, большие изменения претерпели ландшафты при разработке месторождений полезных ископаемых. Во-вторых, строительство металлургических заводов требовало создания плотин (на Урале в то время насчитывалось до 150 заводских прудов). В-третьих, деятельность металлургических заводов вызвала широкое истребление лесов.

Развитие промышленного производства Урала на базе использования природных ресурсов привело к широкому развитию антропогенных форм рельефа. Попытаемся проследить это на примере крупнейшего города Урала Свердловска. Так, возникновению Уктусского завода предшествовало создание плотины на р. Уктус. Для вновь создаваемого Екатеринбургского завода потребовалось строительство плотины. Затем была построена плотина Верх-Исетского металлургического завода. Таким образом, главная водная артерия — р. Исеть, протекающая через город, оказалась перехваченной каскадом прудов: Городской (1723 г.), Верх-Исетский (1726 г.), Парковый (1762 г.), Нижне-Исетский (1789 г.). Ныне пруды являются яркой градостроительной особенностью г. Свердловска.

Пуск в действие железных дорог Горнозаводского (1878 г.), Тюменского (1886 г.) и Челябинского (1896 г.) направлений ускорили изменение ландшафтов.

Однако наиболее сильное воздействие на элементы природных ландшафтов оказала разработка месторождений полезных ископаемых. Находки рудного золота (1745 г.), а затем и золота в россыпях (1814 г.), сделанные вблизи города впервые на Урале, повлекли значительные изменения ландшафтов. Золотоносные россыпи были обнаружены почти по всем притокам,

впадающим в р. Исеть, а по долинам речек Ольховка, Мельковка, Основинка россыпи перемывались неоднократно. Так, на р. Мельковке в 1830-х годах были встречены уникальные дендритовые самородки, хранящиеся в музее горного института в г. Ленинграде.

Бассейн р. Исети на долгие годы стал важным объектом добычи золота. Начиная с прошлого века и кончая довоенными годами советского периода, в черте города старатели мыли золото по многочисленным речушкам и ложкам, а также по берегам Городского пруда.

Однако характер воздействий на ландшафт при разработке месторождений полезных ископаемых удобнее рассмотреть через планировочную структуру города. В 60-х годах двадцатого столетия в Свердловске остро встал вопрос о территориях для размещения новых объектов промышленного и гражданского строительства, расширения и реконструкции действующих промышленных предприятий. В 1972 г. был утвержден Генеральный план развития г. Свердловска [3, 7].

По этому плану к городской территории были добавлены земельные площади, примыкающие к городу с запада, юго-запада, а также с северо-востока. Линейные размеры с севера на юг и с запада на восток увеличились и составили 25×25 км. Тринадцать лесопарков широкой полосой окаймляют город и входят в него [5].

В г. Свердловске по Генеральному плану выделяются 10 планировочных районов [3] (см. рисунок). Особо рассматривается центральная часть города.

1. Район Сортировочный. Расположен к северу от Верх-Исетского пруда. На территории этого района разрабатывались месторождения бурых железняков. Среди них можно назвать Клоповское, расположенное к северу от пос. Семь Ключей. Следы разработок, которые велись еще в прошлом веке, были представлены серией небольших карьеров. Севернее станции Сортировочная находились ломки мрамора, часть которого шла на Верх-Исетский металлургический завод, а часть обжигалась на известь.

На п-ве Гамаюн расположено Оброшинское месторождение мрамора, его разработки были начаты в 1925 г. Мрамор шел в качестве флюса на Верх-Исетский металлургический завод. Ныне сохранился небольшой заросший карьер. Территория, где разрабатывался мрамор, входит в лесопарковую зону. На кафедре эстетики природного ландшафта Свердловского архитектурного института разработаны предложения по ландшафтной организации Оброшинского лесопарка.

2. Уралмаш. На территории этого планировочного района также известны разработки бурых железняков, некоторые из них находились на территории завода. В окрестностях оз. Шувакиш велись разработки россыпного золота. По северному берегу

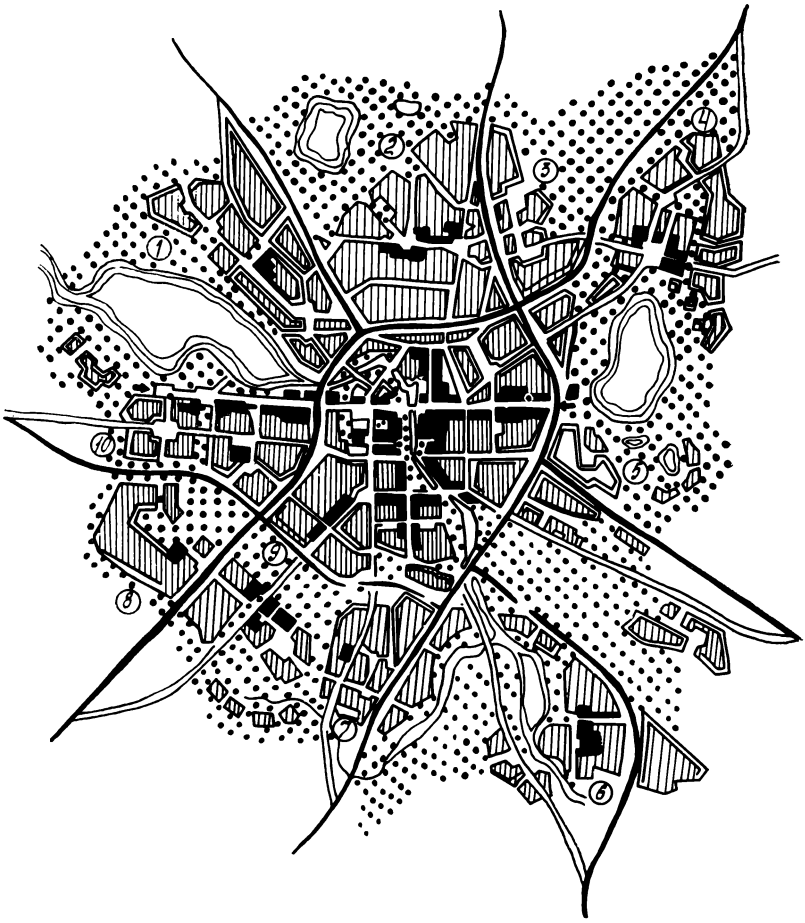


Схема планировочной структуры г. Свердловска.

а — застроенная территория, *б* — озелененные территории, *в* — центральная часть города и центры планировочных районов, *г* — пр. Ленина.

Цифры в кружках — районы: *1* — Сортировочный, *2* — Уралмаш, *3* — Эльмаш, *4* — Северный Шарташ, *5* — Комсомольский, *6* — Химмаш, *7* — Чермет, *8* — Широкореченский, *9* — Юго-западный, *10* — ВИЗ.

озера периодически разрабатывались торфяные залежи. На территорию района заходит один из крупнейших в городе лесопарков — Шувакишский [5] площадью 2150 га.

Для питьевых целей в 30-х годах началась эксплуатация скважинами подземных вод в окрестностях оз. Шувакиш. За несколько десятилетий озеро оказалось сработанным. На его месте осталось болото с небольшими окнами. По Генеральному плану развития г. Свердловска предусматривается восстановление озера. Таящиеся в его недрах запасы сапропеля с успехом будут использованы в качестве удобрений.

3. Эльмаш. Протекающая в районе речка Калиновка сохранила и поныне следы горных работ. В пойме реки расположены многочисленные водоемы. На площади 50 га находится благоустроенный участок — городской парк Калиновские разрезы, входящий в Калиновский лесопарк.

4. Северный Шарташ. Район, расположенный к северу от оз. Шарташ, включает обширную часть заболоченной и заторфованной территории — Калиновский торфяник. Разработки торфа на этом месторождении начаты еще в 1896 г. и продолжались до 1957 г. В данном районе сильное воздействие на ландшафты оказали объекты гидротехнического строительства. В 1831—1932 гг. от северного берега оз. Шарташ была пройдена штольня, переходящая в открытый канал. Сооружение было создано для сброса воды из озера в бассейн р. Калиновки, притока р. Пышмы. Цель проекта заключалась в снижении водопритоков в шахты, эксплуатируемые на Березовском золоторудном месторождении. Однако ожидаемого результата не получили. Озеро резко обмелело, а водопритоки в горные выработки не снизились. Понадобилось несколько десятилетий, чтобы восстановился прежний уровень воды в озере. На территориях заболоченных, заторфованных, отработанных торфяников намечается размещение крупных жилых массивов.

В связи с недостатком воды для промывки золота на Березовский завод был проложен (1756 г.) Александровский ров от северо-восточной части оз. Шарташ в пруд, находящийся в верховьях р. Березовки. Ожидаемых результатов не было достигнуто. Канал впоследствии был заброшен, заилился и зарос.

5. Комсомольский. Располагаясь к югу от оз. Шарташ, этот район также включает некогда обширные заболоченные, заторфованные участки. Разработки торфа на этой территории начались еще в прошлом веке. Юго-западнее оз. Шарташ с 1865 г. разрабатывалось Чистовское месторождение. Ныне на площади бывшего Чистовского торфяника строятся жилые дома района «Комсомольский». Чистовской торфяник своей юго-восточной границей окаймляет возвышенную в рельефе часть Шарташского месторождения гранита. Известно Малое Шарташское месторождение торфа, расположенное вокруг одноименного очень небольшого озера, здесь же был известен вос-

точный участок — оба торфяника разрабатывались. Ныне оз. Малый Шарташ заросло, часть воды была спущена в бассейн р. Исеть [1]. По генеральному плану города озеро предполагается восстановить. Южнее оз. Шарташ, в 6 км, расположено Карасье-Озерское месторождение торфа вокруг одноименного озера. Торфяник разрабатывался на протяжении ряда лет. Ныне эта территория входит в лесопарковую зону, тяготеющую к жилым массивам Химмаша.

В довоенные годы на северо-восточном берегу оз. Шарташ вырос пос. Изоплит. Жители поселка обслуживали фабрику Изоплит, занимавшуюся изготовлением прессованных из торфа изоляционных плит. Торф добывался на Жулановском торфянике, расположенном восточнее оз. Шарташ. Ныне фабрика «Изоплит» закрыта, Жулановские разрезы — место отдыха.

В связи со строительством железных дорог на Урале необычайно повысился спрос на серый гранит, которым богаты окрестности города. Карьеры по добыче гранитов располагались по отношению к оз. Шарташ на юго-западе, юго-востоке, юге и востоке [4].

Добыча гранитов осуществлялась также для получения бутового камня, цокольного камня, различных монолитов. Разработка гранитов вблизи «Каменных палаток» не получила развития ввиду ценности этого объекта как памятника природы и археологии. Усилиями УОЛЕ четыре раза эти гранитные скалы и их основание спасались от разрушения (в 1880-х годах, 1890 и 1900-х годах) [4].

Разработка гранита к югу от оз. Шарташ была начата еще в прошлом веке. Ныне здесь действует крупный каменно-щебеночный карьер на базе разведанных запасов Шарташского месторождения гранитов. После отработки карьер будет благоустроен и станет зоной отдыха трудящихся.

Почти с основания города началась разработка кварцевых песков с пляжей оз. Шарташ. Разрабатывались пески преимущественно по юго-восточному побережью озера на протяжении до 4 км. В 1930 г. была произведена разведка песков на дне озера; было установлено, что пески в значительной степени выработаны. Небольшие разработки песков велись и на западном берегу озера.

В наши дни Шарташское лесничество благоустраивает окрестности оз. Шарташ. В процессе благоустройства пляжной зоны завозится песчано-гравийный материал, особенно в западную часть.

В старых карьерах, расположенных на возвышенностях вдоль восточного берега оз. Шарташ, устроены оригинальные декоративные водоемы, места для кострищ. Здесь же пешеходные дорожки с каменным покрытием, поляны отдыха, мостки и другие объекты. Подобного рода благоустройство характерно для лесопарковых зон города.

В связи с тем, что оз. Шарташ принадлежит к числу ценных водоемов, требующих охраны согласно постановлению Совета Министров РСФСР [1], вокруг озера должна быть создана 500-метровая полоса, свободная от жилой застройки. Выполнение этого решения, несомненно, повлияет на улучшение состояния лесопарковой зоны.

6. Химмаш. Этот район расположен в южной части города. В пределах застроенной территории отмечались следы старых горных работ, проводившихся с целью добычи золота. К югу от жилого массива расположены отработанные торфяники, на которых в последние годы стали создаваться коллективные сады.

Значительную роль как место отдыха трудящихся играет Нижне-Исетский пруд. Справа в пруд впадает р. Патрушиха (на старых планах название «Уктус»). В долине этой реки велась разработка бурых железняков, добыча золота. Здесь мы можем наблюдать отработанные карьеры Патрушихинского месторождения кирпичных глин. Вся добыча на протяжении нескольких десятков лет, начиная с 1926 г., была сосредоточена на широкой 2-й террасе реки. Мощность разрабатываемых залежей глин достигала 18 м.

По правому берегу р. Патрушихи мы также видим следы разработок габбро и дунитов в виде различной формы выемок. Составляя единое целое с Уктусским лесопарком, долина реки привлекает своей живописностью.

На кафедре эстетики природного ландшафта Свердловского архитектурного института были разработаны предложения по архитектурно-ландшафтной организации поймы р. Патрушихи.

7. Чермет. На территории этого района находится выработанное в годы Великой Отечественной войны Елизаветинское месторождение бурых железняков, которое содержало ценные легирующие примеси.

8. Широкореченский. Этот планировочный район располагается на обширной территории Широкореченского торфяного месторождения. Разработка торфа велась с 1928 по 1959 г. на нескольких участках — торфяниках Московский, Симоновский и др.

Территория этого района ранее характеризовалась как заболоченная и заторфованная местность, изобилующая отработанными торфяными карьерами, вследствие этого она оценивалась как непригодная для строительства. Однако освоение территории Московского торфяника [3] показало целесообразность использования подобных территорий в г. Свердловске. И, таким образом, заболоченные, заторфованные и отработанные территории стали важнейшим фондом для жилищного строительства.

---

[1] Собрание постановлений правительства РСФСР. М., 1979, № 5—6, статья 34, с. 68—111.

9. Юго-западный район. Здесь также освоены заболоченные и заторфованные территории. На месте их выросли жилые массивы. Так, на территории отработанного Симоновского торфяника создан новый район застройки — Академический.

10. Виз. Этот планировочный район, располагаясь к югу от Верх-Исетского пруда, находится на территории Сухореченского торфяника, который непосредственно примыкает к пруду. В 1917—1934 гг. разрабатывалась восточная часть Сухореченского торфяника Верх-Исетским металлургическим заводом; северо-западная часть подтоплена Верх-Исетским прудом.

К югу от Верх-Исетского пруда располагалось когда-то оз. Б. Здохня, оно сообщалось с прудом вытекающим из озера ручьем. Восточнее располагалось оз. М. Здохня. Ныне эти озерки целиком заболочены.

На территории этого района, в 250 м южнее Московского тракта, расположены старейшие в городе карьеры по добыче гранита, имевшие название Московского гранитного карьера. Ныне разработки прекращены, и мы можем наблюдать разнообразные выработки, из которых добывали дресву, щебень, монолиты гранита.

На территории отработанного Московского гранитного карьера запроектированы крупный зоопарк и зона отдыха площадью 38 га [2]. Часть карьеров будет превращена в водоем для плавающей птицы. Наличие видовых площадок позволит наблюдать интересные пейзажи водной глади, гранитных стенок карьеров на фоне соснового бора. На нарушенных торфяниках в центральной части города предлагается создание парков на реках Ольховке и Основинке.

Как видно из приведенного материала, заболоченные, заторфованные территории и нарушенные земли широко вовлекаются в хозяйственный оборот и преобразуются.

Особенно следует отметить использование под жилую застройку трудноосваиваемых заболоченных, заторфованных территорий с участками выработанных торфяников. Не каждый крупный город может развиваться за счет использования неудобных земель. Чаще развитие города идет за счет изъятия сельскохозяйственных угодий [6]. Использование для жилищного строительства трудноосваиваемых территорий — отличительная черта Генерального плана г. Свердловска.

Необходимо подчеркнуть также, что неосвоенные заболоченные и заторфованные территории в пределах городской черты ухудшают санитарно-гигиеническое состояние местности и облик города. Таким образом, при крайнем дефиците территорий для городского строительства освоение заболоченных территорий — оптимальное решение вопроса.

В 11-й пятилетке для решения важнейших природоохранных задач и в связи с Постановлением ЦК КПСС и Совета Мини-

стров СССР «О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов» (1979 г.) [2] значительное внимание должно уделяться разработке территориальных комплексных схем охраны природы. Составной частью таких схем должны являться научно-обоснованные рекомендации по оптимизации техногенных ландшафтов. Особый интерес эти рекомендации представляют для районов, где развита горно-добывающая промышленность, в том числе для Урала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архипова Н. П. Окрестности Свердловска. Свердловск: Средне-Урал. кн. изд-во, 1981. 191 с.
2. Архитектурная композиция садов и парков/Под ред. А. П. Вертунова. М.: Стройиздат, 1980. 254 с.
3. Букин В. П., Пискунов В. А. Свердловск. Перспективы развития до 2000 года. Свердловск: Средне-Урал. кн. изд-во, 1982. 255 с.
4. Клер М. О. Граниты Свердловского узла. Уральский техник, 1927, № 8—9, с. 21—44.
5. Мамаев С. А. Ботанические сады и парки.— В кн.: Научные основы размещения природных резерватов Свердловской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980, с. 59—77.
6. Манеев А. П. Освоение заторфованных территорий для градостроительства. М.: Стройиздат, 1981. 196 с.
7. Узких К. А. Генеральный план и будущее Свердловска. Архитектура СССР. М., 1973, № 10, с. 7—9.

[2] Правда, 1979, 6 января, с. 1.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР • УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ · 1984

Э. Б. ТЕРЕХОВА

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА БОРТАХ КАРЬЕРА НА РОСТ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

В период интенсивного развития горнодобывающей промышленности увеличиваются мощности горных предприятий и глубина разрабатываемых карьеров. Глубокие карьеры, расположенные в Северном Казахстане, интенсивно функционируют в течение нескольких десятков лет. Частицы пород с бортов под влиянием водно-ветровой эрозии постоянно выносятся в карьер, сокращая сроки работы механизмов и ухудшая условия деятельности людей. Отработанные борта, часто довольно крутые, естественно не зарастают. С целью закрепления рыхлых пород от эрозии на бортах проводятся работы по биологической рекультивации. Создаваемый зеленый покров из многолетних кустарников и трав значительно сокращает пыление и поверхностный смыв легких частиц субстрата.

На развитие многолетних трав наибольшее влияние оказывают температура, влажность и агрохимический состав пород. Многолетние травы, высеянные на откосах разных экспозиций в Сарбайском карьере, находятся в специфических экологических условиях. Субстратом для развития растений служат различные контактные и покрывающие рудное тело породы, слагающие борт. Сарбайский карьер расположен в степной зоне на волнистой Притургайской равнине, сложенной морскими палеогеновыми и континентальными неогеновыми породами [2].

Исследования проводились в течение 5 лет на откосах карьера северной и западной экспозиций с целью установления влияния температуры, влажности и агрохимического состава пород на рост многолетних трав. Откосы борта предварительно были дренированы и уположены до 25—29°. На дренажный слой из щебня наносился потенциально-плодородный субстрат: четвертичные желто-бурые суглинки и желтые неогеновые пески мощностью до 50 в верхней и до 150 см в нижней части откоса с почвенным покрытием слоем до 7 см и без него.

На откосах Сарбайского карьера испытывали эспарцет пес-

чаный, житняк ширококолосый, пырей бескорневищный, регнерию волокнистую, костер безостый, люцерну синегибридную.

В течение всего вегетационного периода регулярно через 10 дней отбирали пробы грунта на влажность с глубины 5, 10, 15, 20, 25 и 40 см и замеряли температуру верхнего слоя субстрата на тех же глубинах до 20 см. С целью определения обеспеченности элементами питания для растений в каждом варианте ежегодно отбирали пробы пород. Высоту растений измеряли в различных фазах развития: отрастания, кущения ветвления, выхода в трубку, цветения и плодоношения. Определяли величину подземной и надземной фитомассы.

Климат исследуемого района континентальный: разница среднемесячных температур составляет 35—38°. Средняя температура января —16—18°, но более сильные морозы достигают —47—48° [2].

Сумма среднесуточных температур воздуха ниже —10° колеблется от —1500 до —1800°. Часто господствуют сильные ветры. Низкие температуры, продолжительные зимы при небольшом снежном покрове обусловливают сравнительно глубокое (до 1,8 м) промерзание почвы. Максимальная высота снежного покрова 18—36 см на открытых и до 50—60 см в защищенных от ветра местах [1].

Весной возрастает контраст дневных и ночных температур, среднемесячные температуры от марта к апрелю повышаются на 12,5—13,5°. В этот период часто наблюдаются заморозки. Весна отличается наибольшими в году скоростями ветра (до 25 м/с), что приводит к быстрому иссушению почвы. В летнее время преобладает ясная погода. Продолжительность солнечного сияния составляет 60—75 %. Наибольшие среднесуточные амплитуды температур воздуха 13—15°. Средние температуры июля 19—21°, но в отдельные дни 39—41°. Сумма температур выше 10° колеблется от 2100 до 2300°. В течение года выпадает от 280 до 350 мм осадков, из них 220—250 мм приходится на теплое время года (данные метеостанции г. Рудного).

Основным неблагоприятным фактором климата района исследований является его недостаточная влагообеспеченность. Испаряемость, превышающая осадки в несколько раз, не позволяет обеспечить нормальное водоснабжение растений за длительный период их роста и развития.

Ход среднесуточных температур и суммы осадков по декадам за вегетационные периоды исследований 1972—1975 гг. показывают, что наиболее благоприятен для развития растений по метеорологическим условиям вегетационный период 1973 г., характеризующийся суммой эффективных температур на уровне средней многолетней и большим количеством осадков (почти на 100 мм больше средней многолетней нормы). Самым неблагоприятным по погодным условиям был вегетационный период 1975 г.: сумма эффективных температур почти на 500° превы-

сила среднюю многолетнюю норму и составила более 3000°. Воздушная засуха сопровождалась крайне малым количеством осадков — 143 мм с апреля по сентябрь, причем в первую половину вегетационного периода выпало всего 50 мм, в то время как потребность во влаге во время нарастания вегетативной массы наиболее высока. Гидротермический коэффициент составил 0,68. Температурные условия воздуха и почвы за вегетационные периоды 1972 и 1974 гг. занимают промежуточное положение, причем вегетационный период 1974 г. был более благоприятен для развития растений как по условиям влажности, так и по количеству эффективных температур. Воздушная засуха и отсутствие осадков 1975 г. вызвали длительную почвенную засуху.

На карьере перераспределение тепла и влаги, а также снежного покрова и других метеорологических факторов происходит иначе, чем на прилегающих степных участках. Режим влажности откосов бортов карьера обусловливается механическим составом слагающих грунтов. Так, длительная засуха в 1975 г. (в июне выпало всего 2 мм осадков) привела к истощению запасов влаги и у влагоемких грунтов. В этот период влажность четвертичных суглинков и покрывающего слоя чернозема снижается до 1—4 %, тогда как в благоприятные годы (влажные) она поддерживается на уровне 30—50 %. Породы более легкого механического состава (неогеновые пески) по режиму влажности приближаются к аналогичным по механическому составу зональным супесчаным черноземам. Влажность их в сухой период, как правило, не превышает 1 %.

Особенно неблагоприятные условия складываются на откосах карьера западной экспозиции. Влажность неогеновых песков и четвертичных суглинков в наиболее жаркие и сухие периоды, даже при условии еженедельного полива, колеблется в пределах 5 %. С точки зрения улучшения водного режима откосов нанесение суглинистого чернозема на песчаные грунты следует рассматривать как положительный прием: влагоемкость суглинистой гумусной почвы выше, чем супесчаных пород. Положительное влияние нанесенного чернозема заключается еще и в том, что в нем содержится большое количество семян различных растений, которые, прорастая, в первый год образуют растительный покров из быстро развивающихся сорняков-однолетников, которые в данном случае играют роль покровной культуры, создающей в первый год благоприятный фитоклимат для многолетних трав. Это проявляется в регулировании температуры поверхности откоса. Растительный покров значительно снижает нагревание субстрата. Разница температур грунта в слое 0—5 см, покрытого растительностью, почти в два раза меньше по сравнению с соответствующей температурой грунта, лишенного растительного покрова [2].

Водный режим грунтов тесно связан с температурным и

механическим составом субстратов. Повышение влажности и утяжеление механического состава способствуют усилению теплопроводности грунтов. Более интенсивное испарение на влажных грунтах понижает их температуру. Ветер усиливает испарение. Цвет субстрата также влияет на температурный режим, особенно в солнечные дни. Даже в условиях северной экспозиции откоса чернозем нагревается сильнее (до 60°), чем четвертичные супеси, имеющие светлую окраску.

Наиболее резкие различия в температуре субстрата наблюдаются в верхних горизонтах. Значительные изменения микроклимата наблюдаются на границе сред: атмосфера — субстрат, где располагается наиболее активная зона формирования и роста растений в начальные этапы их онтогенеза. Поэтому создание оптимального микроклимата на откосах карьера является важной составной частью успешного проведения биологического этапа рекультивации.

Озеленение участков бортов проведено в 1972 г. Откосы борта сформированы неогеновыми песками с почвенным слоем (7 см) и без него, четвертичными суглинками. В течение 5 лет некоторые показания агрохимических свойств грунтов, формирующих поверхность откосов, постепенно менялись. В первые годы неогеновые и четвертичные отложения имели реакцию среды от слабо- до среднещелочной (pH=7,2—8,4). К концу периода наблюдений реакция среды изменилась в сторону подкисления (pH=7,0—4,1), иногда становясь слабокислой. Подкисление среды начинается от подножия откоса и происходит за счет нанесения на поверхность ветром с нижних уступов борта кислых чеганских глин. Изменяется величина плотного остатка. Он увеличивается в верхней и средней части откоса в 13, а в нижней — в 42 раза. Состав плотного остатка указывает на сульфатно-натриевое засоление. Изучение содержания натрия в породах позволило выявить некоторые закономерности его распределения на откосе. В песках и супесях содержание натрия в два раза меньше (до 25 мг), чем в суглинистых породах (до 49 мг на 100 г почвы). Наличие натрия в породах отражается как на водно-физических свойствах субстратов, так и на приживаемости многих видов растений. С развитием растительного покрова на откосах карьера в течение 5 лет в субстратах несколько повысилось содержание углерода, но осталось ниже 0,8 % в неогеновых песках и около 1 % в четвертичных супесях. Содержание органического вещества в субстрате откоса увеличивается к подножию: в пять раз в неогеновых песках и в 10 раз в четвертичных суглинках против его содержания на вершине. Это связано с постоянным выносом мелкозема к подножию. Содержание азота, фосфора и калия настолько незначительно, что это угнетает развитие культурных видов растений.

Нанесение на поверхность неогеновых песков слоя черно-

зема небольшой мощности (до 7 см) привело к увеличению содержания гумуса до 1,4 %, азота до 0,25 %. Содержание калия и фосфора осталось низким — до 4 мг на 100 г субстрата. Чернозем, завезенный из степи и применяемый для покрытия, имел слабое и среднее засоление. Величина плотного остатка водной вытяжки увеличилась. Повысилось количество натрия по сравнению с содержанием его в породе в 15—28 раз.

Многолетние растения, выращиваемые на откосах борта, положительно влияют на агрохимические свойства субстратов: повышается содержание углерода и элементов питания, меняется реакция среды. Для более успешного развития растений необходимо внесение полного состава минеральных удобрений во всех вариантах.

Результаты фенологических наблюдений за развитием многолетних трав, высеянных на откосах борта карьера, сложенных разными типами субстратов, показывают хорошую приживаемость и приспособляемость испытуемых культур к засушливым условиям, к высокой температуре грунта и воздуха. Однако основным экологическим фактором, от которого зависит рост многолетних трав, является влага. Высота растений колебалась по годам и зависела от величины полевой влажности. В более засушливые годы высота растений к концу вегетационного периода была меньше в 1,5—2 раза по сравнению с влажными годами. Ослабление роста растений связано также и с сильным нагреванием поверхности особенно на склонах западной и южной экспозиций. Гибель многолетних трав наблюдается на субстратах, имеющих кислую реакцию среды и высокую степень засоления при недостатке влаги. Фитомасса трав на северном и восточном склонах бортов в варианте с черноземом составляет 15 ц/га, в том числе 7—8 ц/га надземной массы. Это величина соответствует средней урожайности надземной массы, обычно получаемой на естественных степных угодьях.

Результаты исследований показывают, что с точки зрения агрохимических свойств испытуемые породы (неогеновые пески и супеси, четвертичные лесовидные суглинки) вполне могут быть использованы в качестве насыпного слоя при биологической рекультивации. Однако по темпам формирования растительного покрова на рекультивируемой поверхности эти грунты уступают черноземному покрытию. Нанесение чернозема даже небольшой мощности (до 7 см) способствует ослаблению эрозии откоса благодаря интенсивному естественному зарастанию. Кроме запаса питательных веществ и гумуса, чернозем несет в себе микробоценозы и семена высших растений (преимущественно сорных), которые в первый год формируют зеленый покров, играющий роль кулисной культуры для многолетних трав. Культурные виды растений к концу первого вегетационного периода не создают сплошного покрова. Кроме того, сухостой растений в зимний период задерживает снег. Таким образом,

на участках с почвенным покрытием создается более благоприятный экотоп, способствующий формированию устойчивого растительного покрова, чем на чистых породах.

Следует отметить и высокую конкурентную способность пырея и житняка, дающих в трехлетний срок плотную дернину и почти полностью вытесняющих сорные растения. Эспарцет создает мощный травостой на участках без почвенного покрытия и имеет глубоко проникающую корневую систему (до 1 м). Во всех вариантах хороший травостой у люцерны пестрогибридной.

Испытание многолетних трав на откосах карьера показывает, что при условии формирования насыпного слоя из потенциально-плодородных пород, благоприятных по механическому составу, все испытуемые многолетние травы перспективны при проведении биологической рекультивации. Наилучшие результаты получены при использовании черноземного покрытия. Для поддержания посевов необходимо соблюдение агротехнических требований (внесение полного состава минеральных удобрений, подсев травы, снегозадержание, полив в засушливые периоды).

Выводы

1. Влага — основной абиотический фактор, влияющий на рост многолетних трав на откосах бортов карьера.

2. Наиболее резкие колебания температуры и влажности в поверхностном слое субстрата наблюдаются на откосах западной экспозиции в связи с более продолжительным действием прямых солнечных лучей, чем на откосах северной и восточной экспозиций.

3. Высокие температуры поверхности губительно влияют на растения, особенно при недостатке влаги.

4. Многолетние травы успешно произрастают на откосах карьера, сложенных четвертичными желто-бурыми суглинками и неогеновыми песками и супесями. Нанесение на поверхность слоя чернозема (до 7 см) ускоряет процесс формирования естественного растительного покрова и культур-фитоценозов на бортах карьера.

5. Породы слабо обеспечены элементами питания для растений. При озеленении откосов карьера необходимо вносить минеральные удобрения (азотные, фосфорные, калийные).

6. Созданный травостой играет не только противоэрозионную роль, но продуцирует кислород и придает бортам карьера эстетический вид.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматический справочник по Кустанайской области. Л.: Гидрометеоиздат, 1960. 148 с.

2. Терехова Э. Б., Ланина Р. И. Микроклимат отвалов Соколовско-Сарбайского горно-обогатительного комбината.— В сб.: Растения и промышленная среда. Свердловск, 1978, с. 84—92.

3. Физико-географическое районирование СССР. М.; Л., 1968. 576 с.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ · 1984

З. Н. БЫЧКОВА

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОЗДУХА ВРЕДНЫМИ ГАЗАМИ

Загрязнение атмосферы газообразными промышленными выбросами наносит большой вред растительности. Снижается урожайность сельскохозяйственных культур, повреждаются деревья в лесах, гибнут зеленые насаждения городов и их окрестностей. Токсиканты адсорбируются на поверхности листьев, потом проникают через устьица в межклетники листа, вызывают нарушение физиологических и биохимических процессов в них. В результате этого повреждаются листья, замедляется рост и развитие растений, снижается их урожайность.

Некоторе исследователи [1, 2] считают, что вредные газы вызывают ксерофитизацию у растений: изменяется размер и форма листьев, количество клеток и устьиц в них. Эти изменения могут проявляться даже во втором поколении, т. е. у растений, выросших из семян газованных растений. Показано [1—7 и др.], что у многих растений газообразные выбросы вызывают сдвиги прохождения фенофаз. Но таких данных недостаточно.

Особенности роста и развития овощных культур в загазованных условиях мы изучали на следующих растениях: редис (сорт Сакс), салат (сорт Майский), шпинат (сорт Виктория), свекла (сорт Бордо), морковь (сорт Нантская-4), выращиваемых в загазованной и незагазованной зоне, но обрабатываемых чистой двуокисью азота в концентрации 0,15 мг/м^3 воздуха. Растения выращивали на грядках на расстоянии 300 м от источника загрязнения (химкомбинат — ХК), где концентрация двуокиси азота была равна 0,08—0,125 мг/м^3. Кроме того, в воздухе загазованной зоны содержался сернистый ангидрид (0,33 мг/м^3) и фтористый водород в концентрации 0,02 мг/м^3. Контрольные растения и растения, на которых проводили эксперименты по обработке двуокисью азота, выращивали в незагазованной зоне, в одинаковых почвенных и климатических условиях. На время фумигации двуокисью азота растения накрывали пленкой. Размер учетных делянок 5 м^2, повторность пятикратная.

Результаты исследований говорят о том, что чистая двуокись азота и смесь газов вызывают изменение морфологиче-

Таблица 1

Некоторые морфологические особенности салата и шпината в разных условиях выращивания (1977—1978 гг.)

Показатель	Загазованная зона		NO_2O, 0,15 мг/м²		Контроль	
	Салат	Шпинат	Салат	Шпинат	Салат	Шпинат
Высота, см						
средняя	25±0,5	20±1,0	27±1,0	17±0,5	31±0,8	29±1,0
лимиты	23—27	18—21	22—29	15—20	27—33	27—31
Колич. листьев, шт.						
среднее	7,5	17,5	7,8	17,1	11,4	24,8
лимиты	6—9	15—19	8—10	15—21	10—13	21—25
Вес листьев одного растения, г						
средний	10,5±1	9,8±0,4	11,1±0,6	10±0,7	17±1,0	17,6±1,0
лимиты	9,1±11	8—12	10,5—12	8—13	15,6—20	16—19
Вес 1 дм² листа, г						
средний	1,08	1,15	1,0	1,05	1,6	1,7
лимиты	1,0—1,2	1,0—1,3	0,9—1,1	0,9—1,2	1,4—2	1,5—1,8

Таблица 2

Изменение размеров и формы листьев под влиянием выбросных газов (1974 г.)

Вариант опыта	Длина, см		Ширина, см		Индекс формы
	средняя	лимиты	средняя	лимиты	
Редис					
Контроль	14	12—17	9	7,5—11	1,5
Действие NO_2	9	6,5—12	8	6—9,5	1,1
Загазованная зона . . .	8	7—11	7	5—9,5	1,1
Салат					
Контроль	18	15—20	10	8,5—12,4	1,8
Действие NO_2	9,5	8—11	7,5	6,0—9,5	1,3
Загазованная зона . . .	9	7,5—12	7,0	5,5—9,5	1,3
Свекла					
Контроль	21	19—24	13	11—15,5	1,6
Действие NO_2	15	13—18	12	10,5—13	1,35
Загазованная зона . . .	17	14—19	12	11—14	1,4
Шпинат					
Контроль	15	12,5—18	10	7,5—13	1,5
Действие NO_2	7	5,0—9,5	6	4,0—8,5	1,2
Загазованная зона . . .	11	5,0—10	9,5	10,5—9,0	1,1

Таблица 3

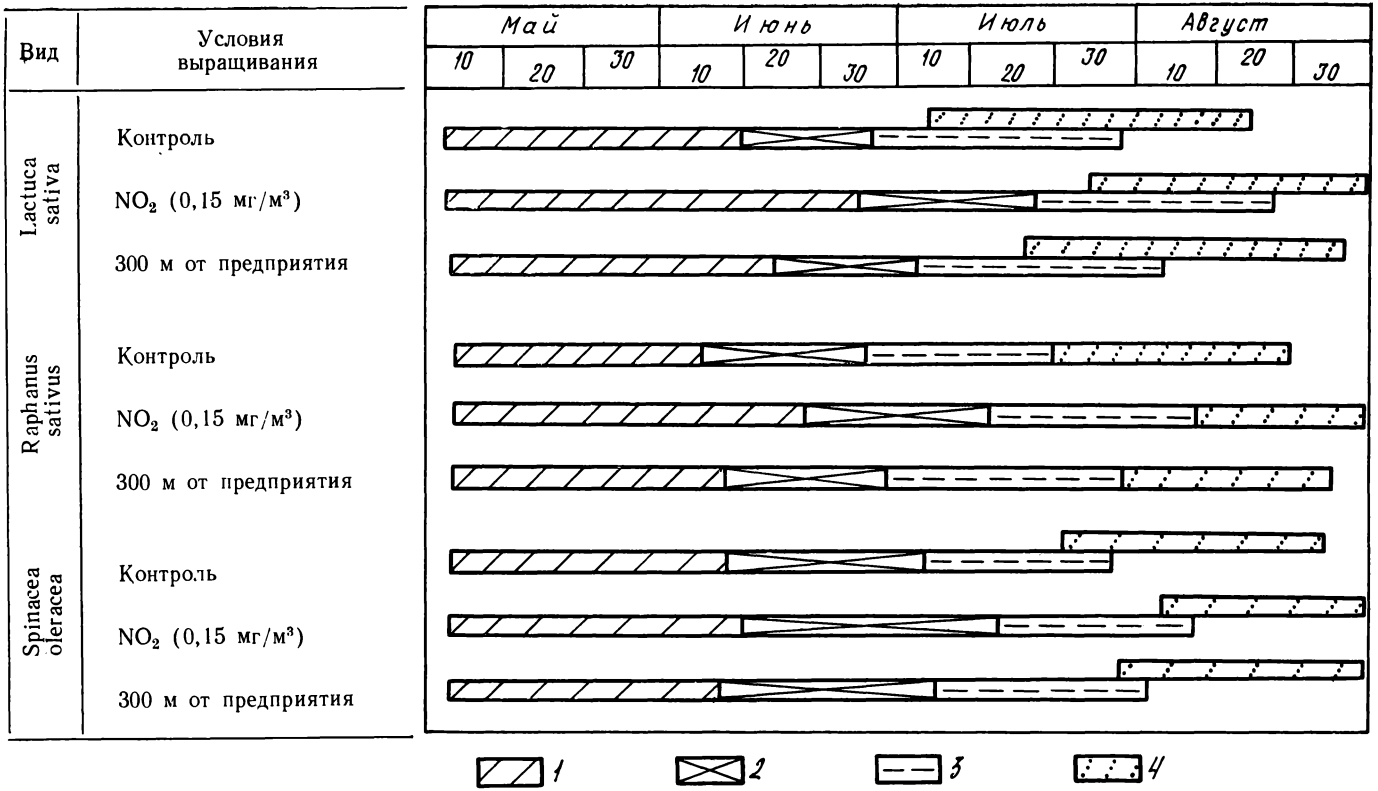
Изменение анатомических показателей листа под влиянием двуокиси азота (1975 г.)

Вариант опыта	Толщина листа, мкм		Отношение к контролю, %	Толщина эпидер, мкм		Отношение к контролю, %
	Средняя	Лимиты		Средняя	Лимиты	
Редис						
Контроль	240	228—276	0	20	18—24	0
Действие NO_2	228	204—240	—5	19	17—22	—5
Загазованная зона	225	200—230	—6	19	18—21	—5
Свекла						
Контроль	312	300—336	0	20	17—23	0
Действие NO_2	252	240—288	—20	17	14—20	—15
Загазованная зона	255	250—270	—20	17	15—21	—15
Салат						
Контроль	216	204—240	0	28	24—30	0
Действие NO_2	180	156—192	—17	22	18—24	—20
Загазованная зона	185	173—198	—14,5	22	19—23	—20
Шпинат						
Контроль	230	209—240	0	20	18—22	0
Действие NO_2	190	181—200	—17	18	17—21	—10
Загазованная зона	190	180—195	—17	18	17—20	—10

ских признаков листьев овощных растений — высоты, количества листьев, веса единицы площади листа, размера, формы и толщины листовых пластинок. Установлено, что значительно уменьшается индекс формы листа — отношение длины к наибольшей ширине (табл. 1 и 2).

Появление признаков ксероморфности у овощных культур подтверждается изменением некоторых анатомических показателей листьев. В табл. 3 приводятся величины средней толщины листьев и эпидермиса. Для замеров брали наибольший лист с каждого из 25 растений. Замеряли срезы, расположенные на $^1/_2$ длины листа и на $^1/_4$ ширины его.

У овощных культур, выращиваемых в условиях периодического (через 3 дня) действия двуокиси азота и в загазованных условиях, уменьшалась как толщина листовой пластинки, так и толщина эпидермиса. Действие чистой двуокиси азота и смеси газов на толщину эпидермиса и листа было практически однозначным. Анализ фенологических наблюдений, представленных на рисунке, свидетельствует о том, что у исследованных овощных культур имеются сдвиги в наступлении отдельных фаз развития. Характер, величина таких сдвигов различны и зависят от видовых особенностей растения, от степени и типа загазованности. Однако двуокись азота сильнее задерживала



Феноспектр овощных культур.

1 — вегетативный рост, *2* — бутонизация, *3* — цветение, *4* — плодоношение.

наступление фазы бутонизации, цветения и плодоношения, чем смесь газов у всех исследованных однолетних растений.

Все названные изменения не могли не сказаться на величине и качестве урожая овощных культур. Вес 100 корнеплодов редиса при выращивании его в загазованных условиях (у ХК) снизился по сравнению с контролем на 25 %, а при действии чистой двуокиси азота — на 40 %. Урожай овощных культур (вес 100 корнеплодов, кг) в 1976 г.:

	300 м от ХК	Двуокись азота, 0,15 мг/м³	Контроль
Редис	0,45±0,03* / 0,4—0,51	0,36±0,1 / 0,3—0,38	0,6±0,05 / 0,55—0,8
Морковь	2,8±0,1 / 2,5—3,4	1,8±0,09 / 1,5—2,4	4,7±0,1 / 4,4—6,1
Свекла	7,8±0,05 / 5,7—8,8	4,2±0,04 / 3,7—4,9	15,1±0,02 / 14,1—17,3

* — В числителе — среднее, в знаменателе — лимиты.

Урожайность моркови при выращивании ее в загазованных условиях (у ХК) снизилась по сравнению с контролем на 40 %, а при действии двуокиси азота — на 60 %. Свекла столовая под влиянием смеси газов снизила урожайность на 49 %, а при действии двуокиси азота — на 72 %.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что смесь газов, содержащаяся в выбросах химкомбината, и чистая двуокись азота, концентрация которой бывает значительной при аварийных выбросах комбината, отрицательно влияют на овощные культуры. Проявляется оно в угнетении ростовых процессов — задержке роста листьев, цветоносов, нарушении деятельности фаз развития, снижении урожайности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов В. Г. Влияние дыма и газа, выбрасываемых промышленными предприятиями, на сезонное развитие деревьев и кустарников.— Бот. ж., 1957, т. 42, № 1, с. 92—94.
2. Гаевая З. И. К вопросу газоустойчивости деревьев и кустарников.— Науч. зап. Днепропетровского ун-та, 1971, т. 78, с. 13—19.
3. Казанцева Е. Н. Газоустойчивость декоративных растений в условиях производственных территорий алюминиевой промышленности Урала: Автореф. дис... канд. биол. наук. Свердловск, 1965. 19 с.
4. Красинский Н. П. Методы изучения газоустойчивости.— В сб.: Дымоустойчивость растений и газоустойчивый ассортимент. Горький; М., 1950, стр. 260—273.
5. Ситникова А. С. Особенности фотосинтеза и некоторых других процессов в связи с дымо- и газоустойчивостью растений.— В сб.: Охрана природы на Урале. Свердловск, 1964, вып. 4, с. 133—135.
6. Pack M. R. Effects of hydrogen flouride on bean reproduction.— T. Air Pullut. Contr. Assoc., 1971, vol. 21, N 3, p. 133—137.
7. Taylor O. C. Effects of airborne oxidants on leaves of pinto blan and petunia.— Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci., 1960, vol. 75, p. 435—444.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ · 1984

М. В. ПАСЫНКОВА

СНИЖЕНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА В КАРЬЕРЕ С ПОМОЩЬЮ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Преимущественное развитие и совершенствование открытого способа добычи полезных ископаемых является на современном этапе одним из главных направлений технического прогресса в горнодобывающей промышленности. Однако открытая разработка месторождений приводит к наиболее резким изменениям природы в районах добычи полезных ископаемых, а также на смежных территориях.

Известно, что полезные ископаемые добываются в основном карьерным способом. Каждый карьер имеет, в зависимости от залегания рудного тела, определенную форму и глубину. В связи с этим в каждом конкретном случае в карьере будет складываться свой микроклимат, влияющий на состояние атмосферы, условия проветривания карьера, т. е. на санитарную обстановку в карьере. Следовательно, при проектировании карьеров должна быть оценена эффективность их естественного проветривания с целью прогноза состава атмосферы и установления необходимых средств борьбы с пылью и газами.

Карьерный воздух по составу и содержанию основных частей не отличается от атмосферы приземного слоя. Но за счет работы в карьерах различных машин и механизмов, а также естественных процессов окисления и выветривания воздух загрязняется целым рядом выделяемых при этом токсических газов и паров, радиоактивных и канцерогенных веществ и пылью. При отсутствии или недостаточной эффективности средств борьбы с вредными примесями их концентрации в карьерном воздухе могут превышать предельно допустимые. Запыленная атмосфера карьера способствует ряду специфических профессиональных заболеваний у рабочих. Опасность заболевания возрастает с увеличением содержания свободной двуокиси кремния во взвешенной в воздухе пыли, которое при открытой разработке цветных металлов колеблется от 10 до 60 %. Вредность пыли зависит от ее крупности и уровня запыленности. Наиболее опасными считаются частицы, размеры которых не превышают 2 мк [3].

Основные токсичные газо- и парообразные примеси атмосферы карьеров — окислы азота, окись углерода, сероводород, сернистый газ и акролеины, а также радиоактивные газы — радон, торон и актион. Загазованность атмосферы вызывается в основном работой автотранспорта и взрывными работами. Источники загрязнения атмосферы в карьере делятся на внутренние (работа автотранспорта, экскаваторов, взрывные работы и т. п.) и внешние (влияние отвалов, внешних карьерных дорог, бортов карьера и т. п.), причем последние гораздо активнее участвуют в загрязнении атмосферы, чем первые. Так, общая запыленность атмосферы Сибайского карьера внешними источниками составила 0,84—2,1, а внутренними — 0,13—1,85 мг/м^3 [3]. Внешние источники запыления атмосферы можно ликвидировать путем консервации их различными химическими закрепителями или посевом многолетних трав (биологические методы). Закрепление пылящих поверхностей посевом многолетних трав наиболее результативно, ибо растения — неотъемлемая часть биологического способа очистки атмосферного воздуха. Зеленая растительность, почва, водная поверхность морей, поглощая токсические соединения из воздуха, предотвращают отравление гетеротрофов. По данным Ж. А. Медведева и Е. А. Федорова [2], в замкнутом пространстве до 90 % сернистого газа в течение 1 ч поглощается растениями.

Расчеты показывают, что токсических соединений, выбрасываемых в атмосферу, достаточно для создания в течение 23 лет концентрации их в биосфере выше предельноразовых допустимых норм. Если учесть, что значительная часть этих соединений распространяется в атмосфере вблизи поверхности земли (до 1 км), то указанная концентрация может образоваться в течение одного года. Лишь благодаря утилизации этих соединений растениями, почвой и водной поверхностью водоемов человечество избавлено от самоотравления и, следовательно, возможно продолжение жизни на Земле [4].

Биологические методы закрепления поверхностей откосов и уступов в карьере могут помочь решению двух задач, которые способствуют самоочищению атмосферы карьера: во-первых, уменьшению водной и ветровой эрозии с бортов карьера; во-вторых, снижению шероховатостей поверхности прикарьерной и карьерной территорий, что позволит усилить циркуляцию воздуха внутри карьера.

Работы по биологическим способам предупреждения заноса пыли в карьер предусматривают создание на бортах карьера дернового покрова, отвечающего разнообразным требованиям (улучшение газового состава атмосферы в карьере, задержание пыли, предупреждение водной и ветровой эрозии на откосах карьера). При дерновом покрове температура приземного слоя воздуха летом в жаркую погоду всегда ниже на 3—6° по сравнению с беспокровной почвой. Это происходит не только из-за

Показатели роста и развития растений (на 30 августа)

Вариант	Культура	Год	Средняя высота, см	Колич. побегов		
				вегетативных	генеративных	Общее
30% ССБ	Житняк ширококолосый	1977	6,5	1	—	—
		1978	30,0	1—3	1	2—4
	Овсяница красная	1977	6,5	1	—	—
		1978	17,0	2—4	1—2	3—6
Контроль	Житняк ширококолосый	1977	6,5	1	—	—
		1978	35,0	2	1	3
	Овсяница красная	1977	6,5	1	—	—
		1978	17,5	3	1	4

снижения температуры самой почвы в результате затенения травостоем, но и дробного распределения солнечных лучей в травостое, что уменьшает нагрев растений и окружающего воздуха [5]. Значительная транспирация дернообразующих растений повышает влажность воздуха. Дернина и травостой хорошо предохраняют поверхность почвы от истирания и, следовательно, от выдувания частиц при сухой погоде, а во время дождя — от образования размывов. Исследованиями А. Г. Головача [1] установлено, что травостой обладает фитонцидным свойством, вырабатывая вещества, губительно влияющие на патогенные для человека бактерии, некоторые грибки и простейшие животные организмы.

Для закрепления пылящих поверхностей уступов карьеров используют различные вещества, способные образовывать пленку, в том числе сульфитно-спиртовую барду, хлористый кальций, жидкое стекло, известь, полимеры К-4, К-6, полиакриламид, битумную эмульсию и их комбинации.

Постановка опытных работ по уменьшению дефляции и заноса пыли в Сибайский карьер предусматривала закрепление откосов с помощью сульфитно-спиртовой барды и посева многолетних злаковых трав. Для испытания были взяты житняк ширококолосый и овсяница красная. Выбор культур для посева на откосах обусловлен их биологическими особенностями (нетребовательностью к почвам, солеустойчивостью, долголетием, зимостойкостью, хорошим восстановлением структуры почвы). До посева семян трав на выбранном стационарном участке площадью 600 м^2 проводили планировочные работы по формированию поверхности берм и откосов и разравниванию привозного глинистого грунта.

В грунт с полевой влажностью 25 % 27 июля 1977 г. был проведен посев трав. Перед посевом семян вносили полное минеральное удобрение из расчета 5 ц/га: аммиачной селитры 2, суперфосфата 2, калийной селитры 1.

Фазы развития					
Всходы	Отрастание	Кущение	Колошение	Цветение	Плодоношение
5—10.VIII	—	—	—	—	—
—	25.IV	16.V	10.VI	20.VI	21.VIII
5—10.VIII	—	—	—	—	—
—	30.IV	20.V	12.VI	25.VI	21.VIII
5—10.VIII	—	—	—	—	—
—	25.IV	16.V	10.VI	20.VI	21.VIII
5—10.VIII	—	—	—	—	—
—	30.IV	16.V	10.VI	20.VI	21.VIII

После посева трав откос был полит 30 %-ной сульфитно-спиртовой бардой из расчета 1 л/м². На поверхности откоса образовалась пленка толщиной 4—5 мм, которая скрепила частицы грунта, образовав защитный слой. Пленка предохранила семена от вымывания, уменьшила испарение с поверхности субстрата, тем самым повысила его влажность и создала благоприятный микроклимат для прорастания семян растений. Так, взятие образцов на влажность с глубин 0—5, 5—10, 10—20 см показало, что под пленкой влажность субстрата колеблется от 9,7 (слой 0—5 см) до 30 % (слой 10—20 см); без пленки влажность во всех слоях близка к критической — 3,6—6,5 %.

Начало появления всходов было отмечено на 9-й, а массовых всходов на 14-й день после посева. Высота растений к 15 августа составила в среднем 6—7 см. В фазе первого развернутого листа растения ушли в зиму.

Отрастание растений на второй год жизни отмечено в конце апреля — начале мая. В мае произошло кущение растений. В среднем на одно растение приходилось у житняка от 2 до 4 побегов с 3—5 листьями, у овсяницы красной от 3 до 6 побегов с 3—4 листьями. На второй год жизни 15 % растений прошло полный цикл развития — от отрастания — кущения — до плодоношения. Показатели развития приведены в таблице.

Известно, что урожай надземной массы многолетних трав обусловливается интенсивностью их побегообразования и мощностью побегов — показателями, изменяющимися под влиянием экологических факторов среды. В нашем опыте ввиду маломощности растений и слабого побегообразования (растения достигают своей максимальной мощности на 3—4-й годы жизни) урожай надземной массы в воздушно-сухом состоянии составил 0,08 кг/м², что в пересчете на 1 га составляет 8,0 ц сена. При произрастании на откосах значительно возрастает роль подземных органов. Густое переплетение корней скрепляет в единую

массу частицы грунта, способствуя лучшему противостоянию эрозии и дефляции. Образуемое злаками дерновое покрытие обладает значительной прочностью, оказывает большое сопротивление на разрыв в горизонтальном направлении, хорошо препятствует размыву атмосферными осадками.

В нашем опыте учет массы корней проводили в фазу созревания семян растений. Взятие проб показало, что корни житняка и овсяницы на второй год жизни в основном расположены в верхнем (0—5 см) слое грунта. Некоторые корни углубляются до 10 см. Вес корней в сыром состоянии в среднем 0,1, а в сухом 0,05 кг/м², что в пересчете на 1 га составляет 5 ц сухой массы корней. Слабое развитие корневой системы, однако, не мешает ей функционировать достаточно продуктивно — на единицу корней формируется 1,6 единицы надземной массы.

Таким образом, озеленение бортов карьера с помощью посева многолетних злаковых трав с использованием для укрепления откосов и закрепления семян 30 %-ной сульфитно-спиртовой барды способствует ускоренному формированию растительного покрова и ликвидации одного из источников загрязнения атмосферы в карьере. Биологические методы по предупреждению заноса пыли в Сибайский карьер — часть большого вопроса по разработке и совершенствованию методов и средств обеспечения нормальных условий труда в глубоких карьерах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головач А. Г. Газоны, их устройство и содержание. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 338 с.

2. Медведев Ж. А., Федоров Е. А. Ассимиляция растениями сернистого ангидрида из воздуха.— Природа, 1956, № 11, с. 84—86.

3. Никитин В. С., Битколов Н. З. Проветривание карьеров. М.: Недра, 1975. 256 с.

4. Николаевский В. С. Современное состояние проблемы газоустойчивости растений.—В сб.: Газоустойчивость растений. Пермь: Перм. гос. ун-т, 1969, с. 5—33.

5. Раменский Л. Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938. 620 с.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ · 1984

В. И. ШАБУРОВ, С. Я. ЛЕВИТ

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИВЫ ШЕРСТИСТОПОБЕГОВОЙ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Естественные поселения определенных видов ив в числе других растений-пионеров постоянно наблюдаются в выемках вдоль железных, шоссейных дорог — в местах, где удален верхний плодородный слой почвы и обнажены материнские горные породы. Чаще всего здесь можно встретить ивы — козью, серую, филиколистную, прутовидную, шерстистопобеговую, пятитычинковую. Совместно с ивами (или под их пологом) в зависимости от условий увлажнения селятся лесные древесные породы — береза, сосна, ель. Многие ивы хорошо зарекомендовали себя при закреплении и облесении песков, хотя последние по фитопригодности характеризуются неблагоприятными признаками. Об этом свидетельствует богатый исследовательский и практический опыт, достаточно полно отраженный в специальной литературе, учебниках и руководствах по лесоводству и лесомелиорации.

Сведений о естественном возобновлении ив на техногенных и особенно песчанистых субстратах имеется немало. Такие факты приводились и нами применительно к условиям песчаных арен в интенсивно осваиваемых районах Среднего Приобья [10]. На Урале естественное возобновление тех или иных видов ив отмечалось на промышленных отвалах [4—6]. В последнее время исследователи все чаще обращают внимание на ивы в связи с возможностью их эффективного использования для рекультивации нарушенных земель, широкие исследования ведутся за рубежом. Положительные результаты по черенковой культуре тополей и ив на обнаженных песках имеются в Польше и Румынии. Эффективными оказались посадки ивы окорененными черенками на рыхлых породах Курской магнитной аномалии с заглублением на 50—60 см [9]. При испытании ряда лесных культур на шламоотстойниках Криворожского бассейна ива прутовидная оказалась в числе растений, сохранявшихся в течение ряда лет [2]. Однако опыт применения ив для рекультивации нарушенных земель еще нельзя считать исчерпанным.

Особо трудную проблему представляет биологическая рекультивация так называемых шламо- или хвостохранилищ, являющихся обширными складами отходов обогащения руд. Эти бесплодные поля занимают часто сотни гектаров и имеют высоту до нескольких десятков метров. Они полностью сложены из эрозионного материала в виде бесструктурного песка, которому присущи все отрицательные водно-физические свойства песков. Субстрат шламохранилищ к тому же лишен основных доступных растению элементов минерального питания и органических веществ. Вода в субстрате в большинстве случаев обладает повышенной минерализацией вредными компонентами и небезопасна для растений и животных. Шламохранилища — мощные источники атмосферных загрязнений. Их специфическая особенность — сочетание открытых пространств со значительным водным зеркалом, что способствует формированию воздушных потоков с высокими скоростями. Шламовая пыль тонкодисперсна и трудно осаждаема. По данным И. А. Добровольского и А. Г. Ефанова [1], при скорости ветра 8—10 м/с запыленность на шламоотстойнике достигает 243—690 мг/м^3, а на расстоянии 200 м от него — 100—180 мг/м^3. Со шламохранилищами связана постоянная опасность прорыва минерализованных вод из прудов-отстойников и, как следствие, общего загрязнения воды и почвы.

Объект исследования. Настоящая публикация отражает предварительные разультаты начального этапа исследовательских работ по использованию ив для рекультивации шламохранилищ Качканарского горно-обогатительного комбината (Свердловская область). Качканарское шламохранилище площадью 7 км^2 расположено в непосредственной близости от города и промплощадки комбината.

Шламы Качканарского ГОКа состоят из смеси рудных и нерудных минералов. Рудные минералы представлены магнетитом (0,5 %), сростками магнетита с пироксеном (16,1 %), амфиболом (6,9 %), шпинелью (0,3 %). В нерудных минералах содержится пироксен (55,3 %), амфибол (14,1 %), плагиоклаз (6,4 %). По данным физико-химического анализа, шламовый субстрат на опытном участке (табл. 1) характеризуется незначительным содержанием подвижных форм фосфора и калия, полным отсутствием углерода. Добавление глины и минеральных удобрений намного улучшает питательные свойства субстрата в зоне распространения корней, что особенно важно в первые годы жизни растений.

Работа начата весной 1980 г. Из большого разнообразия видов предпочтение было отдано иве шерстистопобеговой (*Salix dasyclados* Wimm). Ива шерстистопобеговая — типичный представитель древесных растений речных пойм — естественно произрастает в сочетании с ивами белой, трехтычинковой и прутовидной. Она [8] относится к наиболее быстрорастущим видам

Таблица 1

Физико-химическая характеристика субстрата на стационаре шламохранилища Качканарского ГОКа

Вариант	Глубина отбора, см	Механический состав	pH_{H_2O}	Плотный остаток, %	P_2O_5 мг/100 г	K_2O мг/100 г	С, %
Шлам	0—5	Песок	7,0	0,028	2,5	1,2	—
То же	10	То же	7,6	0,054	3,0	1,00	—
»	20	»	7,0	0,028	2,0	1,25	—
Шлам+глина+NPK	10	Супесь	7,1	0,22	9,2	6,24	0,91
»	20	Легкий суглинок	7,5	0,28	13,4	7,42	0,62

секции Wimen, нередко достигая до 20 м в высоту и 80—90 см в диаметре ствола. Виды этой секции обладают хорошей способностью корнеобразования при вегетативном размножении. Придаточные корни у них образуются одинаково активно по всей длине погруженной в субстрат части побега или ствола. Свойство образовывать придаточные корни у этой группы ив — следствие [7] длительной эволюции в направлении приспособления растений к специфичным условиям долговременного периодического затопления и постоянного наслоения речного аллювия.

Ива шерстистопобеговая, по нашим наблюдениям, отличается быстрой реакцией к погружению побегов в субстрат или воду и наибольшей энергией роста корней и надземной части в первые годы. У растений этой ивы, выращенных в питомнике в условиях, близких к оптимальным, корни уже к концу вегетации первого года простираются в горизонтальном направлении на расстояние до 1,6 м. Огромный ареал распространения — от лесотундры и тундры на севере до лесостепи и степи на юге, от северо-восточных районов Польши и Силезии на западе до Верхоянска на востоке — свидетельствует о широкой амплитуде приспособленности ее к температурному фактору. Она к тому же, по данным А. Ю. Кулагина [3], обладает повышенной, по сравнению с ивой прутовидной, газо- и кислотоустойчивостью.

Для опыта были взяты черенки в Ботаническом саду УНЦ АН СССР. Происхождение маточного экземпляра — пойма близ устья р. Тобола (Тюменская обл.). Отобранная особь отличалась наибольшими размерами среди растений того же вида. В Ботаническом саду в условиях проточного увлажнения и свободного размещения отдельные саженцы этого клона достигли к трехлетнему возрасту 6,5 м в высоту и 70 мм в диаметре ствола.

Таблица 2

Биометрические показатели ивы шерстистопобеговой в посадках на шламохранилище Качканарского ГОКа и в Ботаническом саду УНЦ АН СССР

Показатель	Шламохранилище Качканарского ГОКа			Ботанический сад УНЦ АН СССР, контроль
	Участок 1 (сухой), шлам+глина+NPK	Участок 2 (влажный), шлам+глина+NPK	Участок 3 (влажный), шлам+NPK	
Первый год				
Приживаемость черенков, %	31	58	47	100
Высота ($M \pm m$), см	58,5±2,50	56,2±2,52	49,7±2,20	70,2±3,60
Лимиты по высоте, см	30—77	13—100	39—69	40—98
Второй год				
Сохранность растений, %	64	51	30	100
Третий год				
Сохранность растений, %	100	100	100	100
Высота ($M \pm m$), см	195±7,10	169,5±4,74	—	255,5±1,69
Лимиты по высоте, см	63—220	92—300	—	140—410

Методика опыта. На территории Качканарского шламохранилища выбраны три опытных участка: два с разным режимом увлажнения (сухой и влажный) и добавлением глины, один контрольный (влажный) без добавления глины. Глина вносилась в ямы размером 25×25×20 см по 2 кг и перемешивалась со шламом. На всех трех участках (опытных и контрольном) были внесены минеральные удобрения (нитрофоска) в дозировке 60 г на одно посадочное место. В подготовленные таким образом ямы наклонно высаживались черенки длиной 25—30 см с оставлением на поверхности двух почек. Сразу же после посадки проведен однократный полив. На каждом участке высажено по 50 черенков с размещением 1,0×0,7. В качестве дополнительного контроля аналогичные посадки проведены на территории Ботанического сада УНЦ АН СССР в условиях, близких к оптимальным для данного вида.

Результаты. Неблагоприятные водно-физические свойства шламового субстрата отразились прежде всего на приживаемости черенков. Как видно из табл. 2, самая низкая (31 %) приживаемость черенков отмечена на сухом участке. Доминирующим отрицательным фактором для приживаемости черенков выступает влажность субстрата. На влажном участке в варианте, где была внесена глина, приживаемость черенков оказалась сравнительно высокой (58 %). Наивысшая (100 %) приживае-

мость черенков зафиксирована в Ботаническом саду, где была обеспечена требуемая влажность почвы на протяжении всего вегетационного периода.

Выросшие из черенков растения ивы шерстистопобеговой, как и ожидалось, показали в условиях опыта уже в первый год удовлетворительный рост. Угнетающего действия шламовых растворов на рост ивы не наблюдалось. В вариантах с глиной высота растений была на 13—18 % см большей, чем на «чистом» шламе. В благоприятных условиях Ботанического сада растения были на 20 % выше, чем в опыте. В то же время высота отдельных растений на шламохранилище достигла размеров самых рослых особей в Ботаническом саду. Амплитуда изменчивости растений по высоте на шламохранилище, за исключением сухого участка, выше, чем в Ботаническом саду. Это следствие более резко выраженной неравномерности условий питания на шламохранилище.

На второй год на всех опытных участках еще наблюдается существенный отпад растений, наиболее высокий (70 %) — на «чистом» шламе.

На третий год отпад растений на опытных участках прекратился. Именно с этого времени можно подводить первые итоги опыта. Растения в опыте к этому возрасту имеют среднюю высоту 169—195 см, что для данного вида соответствует умеренному росту. Отдельные особи достигают 220—300 см в высоту и могут быть отнесены к растениям сильного роста. Они хорошо развиты и имеют вполне здоровый вид. Одновозрастные контрольные растения в Ботаническом саду имели среднюю высоту 25,5 см и лимиты по высоте от 140 до 410 см, т. е. на 30—50 % выше, чем опытные. Различие в росте контрольных и опытных растений на третий год становится большим, чем в первый год. Во-первых, частично это можно объяснить расходованием и вымыванием внесенных в шлам питательных веществ. Во-вторых, почти каждое растение на шламе состояло по меньшей мере из двух стволов, возникших из оставленных на поверхности почек при посадке черенков. Многие растения на шламохранилище имели более двух стволов за счет прорастания обнажающихся почек в результате выветривания чрезвычайно летучего субстрата.Высоту растений определяли по самому рослому побегу. Можно предположить, что при своевременном удалении конкурирующих стволовых побегов высота оставшегося ствола была бы, безусловно, большей.

Выводы

1. Ива шерстистопобеговая в конкретных условиях шламохранилища Качканарского горно-обогатительного комбината (Свердловская область), посаженная черенками, в течение трех лет наблюдений показала вполне удовлетворительный рост, по-

этому может быть отнесена к числу перспективных растений для целей начального периода рекультивации таких площадей. Этот вид ивы может служить благоприятным пологом для выращивания под ним более долговечных хвойных древесных растений.

2. Приживаемость черенков при закладке культур ивы и сохранность растений на второй год определяется главным образом влажностью субстрата. Эти показатели могут быть повышены за счет дополнительного полива в сухие периоды.

3. Внесение 2 кг глины и 60 г комбинированного удобрения в расчете на каждое посадочное место обеспечивает нормальный режим питания для роста ивы на шламохранилище в первые годы.

4. Для более сильного роста растений в высоту необходимо при посадке черенков оставлять на поверхности субстрата не более одной почки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добровольский И. А., Ефанов А. Г. Шламовые поля горно-обогатительных комбинатов Криворожского бассейна и некоторые вопросы их рекультивации.— В сб.: Рефераты докладов и сообщений IV Уральского научно-координационного совещания. Свердловск: УрГУ, 1969, с. 14—16.

2. Зайцев Г. А., Моторина Л. В., Данько В. Н. Лесная рекультивация. М.: Лесная промышленность, 1977. 128 с.

3. Кулагин А. Ю. Сравнительная экология ивы корзиночной и ивы шерстистопобеговой.— Экология, 1982, № 4, с. 51—55.

4. Лукьянец А. И. Естественное возобновление древесных растений на железнодорожных отвалах открытых разработок Карпинско-Волочанского буроугольного бассейна (Свердловская область).— В сб.: Растения и промышленная среда. Свердловск, 1974, с. 138—157.

5. Лукьянец А. И. Ивы на нарушенных землях Урала.— Экология, 1979, № 4, с. 93—94.

6. Лукьянец А. И. Естественное лесовозобновление и опыт рекультивации на разработках месторождений песков Урала.— В сб.: Проблемы создания защитных насаждений в условиях техногенных ландшафтов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979, с. 119—128.

7. Правдин Л. Ф. Ива, ее культура и использование. М.: Изд-во АН СССР, 1952. 165 с.

8. Скворцов А. К. Ивы СССР. М.: Наука, 1968. 261 с.

9. Трещевский И. В., Иванов Ф. Е., Панков Я. В., Андрющенко П. Ф. Лесорастительные условия и типы лесных культур на отвальных землях КМА.— В сб.: Освоение нарушенных земель. М.: Наука, 1976, с. 151—161.

10. Шилова И. И., Шабуров В. И. Устойчивость и особенности роста ив на природно-техногенных песках.— В сб.: Структура популяций и устойчивость растений на Урале. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978, с. 135—144.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ · 1984

З. Д. ЗАЙЦЕВА

ЦВЕТОЧНЫЕ РАСТЕНИЯ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПРОМПЛОЩАДОК ПРЕДПРИЯТИЙ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

На протяжении ряда лет Ботанический сад УНЦ АН СССР проводит работу по подбору ассортимента цветочных растений для озеленения территорий промышленных предприятий Урала. Цель настоящего сообщения — подведение итогов исследований и рекомендация наиболее устойчивых видов и сортов, прошедших испытание на предприятиях цветной металлургии. Работу проводили на территории Среднеуральского медеплавильного завода, Кировградского медеплавильного комбината и Челябинского электролитно-цинкового завода.

Ассортимент цветочных растений на промплощадях довольно ограничен, поскольку невозможно создать необходимые условия для нормального развития на протяжении всего вегетационного периода. Подход к озеленению территории дифференцированный — следует разделять участки, которые непосредственно подвержены воздействию вредных дымо-газовых выделений из цехов, и зоны, где эти факторы не оказывают губительного влияния. В непосредственной близости к цехам с вредными выбросами цветочные растения не могут, как правило, выполнять своей декоративной роли, поэтому и высаживаются в чрезвычайно ограниченном количестве видов. При удалении от основных цехов, около административных зданий, в местах отдыха, на свободных территориях, вдоль дорог размещение цветочных газонов и древесных насаждений вполне возможно. При этом растения проходят нормальный цикл развития.

На медеплавильном заводе в г. Ревде цветочные растения высаживались ограниченно, на территории завода испытывались в основном газонные и почвопокровные растения, а также однолетние цветочные.

На Кировградском медеплавильном комбинате испытывали систему защиты растений от выделений вредных дымо-газовых выбросов. Кроме обычных мер ухода за растениями, в профилактических целях применяли периодическое опрыскивание рас-

тений чистой водой или слабым (5 %) раствором извести. Оно эффективно только сразу после газовой атаки в сухую погоду. В пасмурную с осадками погоду для обмыва использовали известковую воду.

На участках, расположенных непосредственно у источников загрязнения, для защиты цветочных растений использовали временное укрытие из полиэтиленовой пленки. Пленку ставили на ночь до 9—10 ч утра, а в пасмурную погоду, когда растения особенно сильно повреждаются вредными выбросами, пленочные укрытия не убирали в течение всего периода дождей. В г. Кировграде испытывали пять видов и 11 сортов цветочных растений, среди которых такие широко известные виды, как аквилегия, ирис, мальва, мак, бархатцы, львиный зев, настурция, кларкия, эшшольция, кохия, астры, георгины и др. Защита цветочных растений путем укрытия пленкой оказалась довольно эффективной. Отдельные виды растений по-разному реагировали на укрытие их пленкой. Наиболее благоприятствовала эта мера защиты росту и развитию львиного зева, алиссума и настурции. Астры, гвоздики испытывали положительное влияние укрытия в меньшей степени, а ряд растений — люпин многолетний, аквилегия — вообще не реагировали на укрытие.

Обработка цветочных растений раствором извести и обмыв водой с использованием покрытий из пленки благоприятно сказались на росте и развитии растений. Эти меры защиты способствовали не только общему улучшению состояния растений, но и более раннему наступлению цветения и усилению его интенсивности.

С применением пленочных укрытий и без укрытий на Кировградском медеплавильном комбинате и Челябинском электролитно-цинковом заводе испытывали полное минеральное удобрение. Минеральные удобрения повышали продуктивность, способствуя более раннему и обильному цветению и лучшей регенерации поврежденных листьев и побегов, что увеличивало, кроме того, декоративность растений. Определенным индикатором состояния растений явилось содержание серы в листьях цветочных растений в открытом грунте и с применением пленки. Содержание серы в листьях при использовании пленочных укрытий снижается по сравнению с открытым грунтом довольно сильно — до 30 %. Так, у астры, алиссума, львиного зева и бархатцев содержание общей серы под пленкой составляло 0,65, 0,78, 0,35, 0,85, а в открытом грунте соответственно 0,87, 1,06, 0,81, 0,76 % к абсолютно сухому весу. Таким образом, растения различных видов по-разному реагируют на одинаковые способы их защиты от вредных дымо-газовых выделений. В этом проявляются особенности анатомо-морфологического строения растений в целом и их отдельных частей. Особенно большое влияние оказывает строение листьев и, в частности, их покровных тканей.

Отметим некоторые биологические особенности испытанных нами растений.

На растения из семейства лилейных, гвоздичных, злаковых, ирисовых, листья которых имеют линейную форму, опрыскивание действует наиболее эффективно. Способствует защите растений от вредных дымо-газовых выделений также кутикула, содержащая восковой налет, у ирисов, мускари, функции. Хотя применение их ограничено, но, по нашим наблюдениям, эти растения неплохо развиваются на территории Челябинского электролитно-цинкового завода благодаря своим биологическим особенностям и своевременному обмыву водой. Другая важная биологическая особенность лилейных и ирисовых — наличие у их подземных органов запасов питательных веществ (корневища, луковицы). При создании полноценного почвенного субстрата с полным минеральным удобрением запасные питательные вещества луковиц и корневищ способствуют нормальному развитию растений и обеспечивают их цветение в обычные сроки. После периода цветения декоративный эффект сохраняется за счет листьев, которые образуют аккуратный сомкнутый ковер и могут служить отличным фоном для однолетних цветочных растений.

Учитывая биологические особенности растений и применение описанных выше методов защиты цветочных растений, можно рекомендовать следующие виды: гемерокаллисы — желтый и оранжевый (*Hemerocallis flava* L., *H. fulva* L.), лилию тигровую (*Lilium tigrinum* Ker.— Gawl.), ирисы гибридный и сибирский (*Iris hybrida* hort., *I. sibirica* L.), лихнис халцедонский (*Lychnis chalcedonica* L.), сапонарию (*Saponaria officinalis* L.), гвоздики — турецкую и однолетнюю Шабо (*Dianthus barbatus* L., *D. caryophyllus* hort.), акониты — фиолетовый и Кузнецова (*Aconitum napellus* L., *A. kusnezoffii* Rchb.), аквилегию — гибридную и обыкновенную (*Aquilegia hybrida* hort., *A. vulgaris* L.). Из однолетних цветочных растений, которые выращиваются посевом в грунт, наиболее неприхотливыми оказались бархатцы и ноготки, а из выращиваемых рассадой — львиный зев и алиссум. Для расширения ассортимента целесообразно применять гайлардию ланцетовидную, эшшольцию и маки.

Приведем краткую характеристику растений, рекомендуемых для использования на промышленных предприятиях в зоне ограниченного влияния вредных дымо-газовых выделений — около административных корпусов, вдоль дорог, в местах отдыха на территории промышленных предприятий.

Красодневы желтый и оранжевый. На одном месте растения могут произрастать до 5 лет, а затем требуют деления и пересадки на обогащенную удобрениями почву. На 1 м^2 вносят до 100—150 г минеральных и 5 кг органических удобрений. В период цветения обязателен полив. К влиянию газов довольно устойчивы, но при многократных атаках газов наблюдали

повреждение концов листьев и поражаемость ржавчиной. Для профилактики рекомендуется полив известковой водой один раз в месяц в течение всего лета.

Лилия тигровая — одна из самых зимостойких азиатских лилий. Отличается большой выносливостью к газовым воздействиям, поэтому применима для посадок на рабатках и клумбах заводских территорий в качестве основного растения. Цветет в июле — августе. Требует богатую ограническими веществами почву, хорошо реагирует на минеральные удобрения.

Ирисы гибридный и сибирский — отличаются зимостойкостью, выносливостью к действию газов благодаря строению своих листьев. При постоянном уходе и опрыскивании ирисы могут быть использованы для обсадки дорог, около кустарников или с другими многолетниками. Цветут они рано летом, поэтому садить их лучше с поздноцветущими растениями.

Из семейства гвоздичных к числу наиболее выносливых растений относятся следующие.

Лихнис халцедонский, или горицвет, цветет в июне — июле огненно-красными цветами в шаровидных соцветиях; относится к солнцелюбивым растениям, поэтому требует солнечного местоположения. Благодаря наличию на листьях опушения к газам довольно устойчив, но после воздействия на листьях появляются белые и желтые пятна, которые затем постепенно приобретают зеленую окраску. На постоянном месте растет 6—8 лет, а затем требует деления и пересадки.

Сапонария, или мыльнянка лекарственная, относится к числу исключительно неприхотливых растений, к тому же она прекрасно размножается ползучими корневищами. Благодаря этой особенности сапонария относится к числу почвопокровных растений для озеленения свободных территорий. Хорошо растет на солнечных и полузатененных местах. В засушливые годы необходим полив. Хорошо реагирует на удобрения: добавление органических веществ из расчета 5 кг на 1 м^2 способствует быстрому разрастанию кустов. Цветет в июле — августе.

Гвоздика турецкая разводится как двулетнее растение, так как на третий год цветет слабо и теряет декоративность. К числу выносливых летников относится гвоздика Шабо, выращиваемая рассадным способом и высаживаемая на парадных местах. И хотя выращивание ее сопряжено с трудностями, на ряде предприятий она культивируется успешно. Из семейства лютиковых наиболее применимы акониты и аквилегии.

Акониты — фиолетовый и Кузнецова — предпочитают почву, богатую органическими веществами, поэтому перед посадкой рекомендуется внести до 5—8 кг перегноя на 1 м^2. Благодаря блестящим листьям, имеющим восковой налет, выдерживают умеренное воздействие газов. Хороший результат дает обмыв растений после газовой атаки; тургор листьев при этом восстанавливается в пасмурную погоду лучше, чем в сухую.

Аквилегии — обыкновенная и гибридная — неприхотливые корневищные растения затененных и влажных мест. Хорошо размножаются самосевом. Рассаживать растения нужно в дождливую погоду. После действия газов листья белеют, но затем при благоприятных условиях и поливе быстро вырастают новые листья и декоративность растений восстанавливается.

Гайлардия ланцетовидная, растение из семейства сложноцветных, лучше выращивается посевом семян осенью. Сеянцы зацветают на второй год. Чтобы продлить период цветения, летом необходимо сделать три подкормки полным минеральным удобрением из расчета 50 г на 1 м^2 при равных количествах всех компонентов. Обычно цветет с конца июня в течение месяца. Листья гайлардии имеют опушение, которое способствует сохранению растений при воздействии газов.

Из семейства маковых в качестве многолетнего растения может использоваться мак восточный, а из однолетних — мак снотворный и эшшольция. У маков листья и стебли имеют слабое опушение, которое способствует их защите от газа, а эшшольция под действием газов погибает, но при поливе и благоприятных условиях вновь отрастает.

Мак восточный лучше размножать посевом в грунт на постоянное место, так как пересадку переносит плохо. Цветет в конце мая, в течение июня. При создании цветочных пятен в разных частях промплощадки красочный эффект усиливается. После отцветания листья долго сохраняют декоративность и на фоне газона не выделяются. Растениям нужна прополка, чтобы злаки не мешали их росту и не создавали конкуренцию.

Мак снотворный — однолетнее светолюбивое, холодостойкое растение, хорошо растет на питательной, содержащей известь почве. Посев лучше проводить рано весной. Молодые растения мака не выносят загущения, поэтому всходы необходимо быстро прореживать. Цветение наступает через 60—70 дней после посева и продолжается у группы растений в возрасте 30—40 дней. Эшшольцию, как и маки, лучше сеять сразу в грунт рано весной или осенью. Она дает самосев, поэтому обычно при благоприятных условиях держится на одном месте до трех-четырех лет.

Приведенные виды растений не исчерпывают всего разнообразия видов, применяемых в качестве декоративных и испытанных нами при озеленении промплощадок предприятий Урала, но составляют группу наиболее приспособленных растений, которые могут быть использованы с наибольшим экологическим эффектом. Для всех этих видов характерны специфические особенности строения их стеблей и листьев, которые, по-видимому, помогают им в течение продолжительного времени выдерживать неблагоприятные условия территории промплощадок. При соблюдении методов защиты от дымо-газовых выбросов возможно длительное применение декоративных цветочных растений.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ
ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ · 1984

С. А. МАМАЕВ

25 ЛЕТ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМИССИИ ПО ОХРАНЕ ПРИРОДЫ ПРИ УНЦ АН СССР

В сентябре 1982 г. исполнилось 25 лет со дня создания старейшей на Урале научно-общественной организации, занимающейся проблемами рационального природопользования,— Комиссии по охране природы при Уральском научном центре АН СССР. Научная общественность Урала традиционно испытывала особый интерес к задаче сохранения природных богатств. Еще в Уральском обществе любителей естествознания, задолго до Октябрьской революции, рассматривались разнообразные вопросы такого плана. Они касались главным образом организации охраняемых территорий — заповедников и памятников природы — и охраны редких видов растений. Большой вклад был сделан передовыми уральскими лесоводами. В 20-е годы в г. Свердловске возникло Общество краеведения, а позднее, особенно в 40-е годы, главную роль стали играть областные отделения Всероссийского общества охраны природы. Научные исследования ценных природных объектов вели в основном университеты, расположенные на Урале, лесные исследовательские и учебные заведения и организованные в 40-е и 50-е гг. институты Уральского и Башкирского филиалов АН СССР. Однако исследовательская природоохранная деятельность на Урале никем не координировалась, силы научной общественности были распылены. И в этих условиях принятый Академией наук СССР курс на создание специальных координирующих учреждений по данной проблеме — Комиссий по охране природы при ее филиалах — был весьма прогрессивным мероприятием. На Среднем Урале образование такой Комиссии было встречено передовыми учеными с большим энтузиазмом. Сначала ею руководил председатель Президиума Уральского филиала АН СССР профессор Н. В. Деменев. В состав Комиссии были включены специалисты различных отраслей науки, занимающиеся проблемами природопользования — ботаники, лесоводы, зоологи, геологи. Первый состав ее бюро, утвержденный 10 февраля 1958 г., выглядел следующим образом: председатель проф. Н. В. Деменев, заместитель проф. Б. П. Колесников, ученый секретарь кан-

дидат биологических наук В. Н. Павлинин, проф. С. С. Шварц, кандидаты наук Н. М. Кокосов, Г. Н. Папулов, В. Д. Тиронов, директор Ильменского государственного заповедника В. М. Басов.

Фактическим руководителем формирующейся группы природоведов оказался большой энтуазиаст своего дела Б. П. Колесников, лесовед и ботанико-географ, незадолго перед этим прибывший на Урал с Дальнего Востока, где он занимал пост заместителя председателя Президиума Дальне-Восточного филиала АН СССР. Б. П. Колесников взялся за организацию работы Комиссии, был назначен заместителем ее председателя, а затем и председателем (1959 г.). До 1975 г. Б. П. Колесников бессменно возглавлял Комиссию и сумел сделать ее настоящим центром природоохранной науки на Урале, в 1976 г. председателем Комиссии был назначен С. А. Мамаев. К работе в Комиссии был привлечен широкий круг ученых Урала, работавших в самых разнообразных учреждениях и живущих в разных городах. Трудно назвать более или менее крупного ученого-естествоиспытателя, который бы не был связан с работой Комиссии в тот или иной период ее деятельности.

Уже в 1958 г. Комиссия провела в Ильменском заповеднике первое совещание по охране природы, на котором были сформулированы основные задачи в области природопользования, стоящие перед уральскими учеными. На следующий год такое же совещание было проведено в г. Перми.

Комиссия почти всегда работала, главным образом, за счет энтузиазма своих постоянных членов, а также привлечения других любителей природы. Собственный штат никогда не превышал двух-трех человек. Он состоит из ученого секретаря и одного-двух инженеров.

Небольшие штатные возможности заставили руководство Комиссии ориентироваться на выполнение основной работы с помощью ее внештатных членов, число которых колебалось в разные годы от 30 до 40 человек, представляющих научные и отдельные производственные организации городов Свердловска, Перми, Челябинска, Оренбурга и Уфы. Широкие и многообразные связи Комиссии со специалистами различного профиля, контакты с большинством учреждений Урала, разрабатывающих проблемы природопользования, позволили успешно решить многие важные вопросы. На своих заседаниях Комиссия собирает представителей различных направлений, обеспечивает в случае необходимости консультации многих специалистов и, таким образом, получает возможность более широко и объективно судить о сложных проблемах охраны природы. Эта особенность работы Комиссии определила ее роль в народно-хозяйственном строительстве на Урале. Многие хозяйственные организации обращаются к ней за содействием при решении возникающих вопросов, связанных с использованием природных ресурсов.

Особенно тесные связи у комиссии установились со Свердловским облисполкомом, его планирующими органами. По их заданию Комиссия приводит экологическую экспертизу отдельных проектов, крупных строек, при реализации которых возможно нарушение природных объектов. Тесное взаимодействие Комиссия имеет и с областными организациями Всероссийского общества охраны природы. Все ее члены — активисты общества, возглавляют его научно-технические советы, отдельные секции.

В связи с большими задачами водопользования на Урале и улучшения координирующей роли Комиссии в 1973 г. в ее составе была создана секция водных ресурсов (руководители А. М. Черняев и И. С. Шахов). Она работает на базе Уральского научно-исследовательского института комплексного использования и охраны природных ресурсов. В 1976 г. в г. Оренбурге при политехническом институте был открыт Институт охраны и рационального использования природных ресурсов, который под руководством члена Комиссии члена-корреспондента АН СССР А. С. Хоментовского осуществляет координирующую роль на Южном Урале. Член Комиссии проф. Г. А. Глумов в течение ряда лет координировал природоохранную деятельность в Пермской области, а проф. Е. В. Кучеров осуществлял связь с организациями Башкирской АССР и прежде всего с учреждениями Башкирского филиала АН СССР. Непосредственное руководство текущей работой Комиссии осуществляет ее бюро, в составе которого два десятилетия и более находились, кроме Б. А. Колесникова, академик С. С. Шварц, проф. Г. Н. Папулов, доктор биол. наук В. Н. Павлинин, проф. П. Л. Горчаковский, проф. С. А. Мамаев. Учеными секретарями Комиссии были зоолог В. Н. Павлинин (1958), географ Е. В. Ястребов (1959—1961), М. Ф. Краева (1962), Л. В. Потапова (1973—1977), В. В. Ипполитов (с 1978 г.). С 1976 г. Комиссия вошла в состав вновь организованного координационного совета по охране окружающей природы (председатель — член-корреспондент АН СССР В. Н. Большаков) на правах его основного отдела. Комиссия всегда работала на базе Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР, что наложило на ее деятельность определенный отпечаток и обусловило наибольший акцент ее работы в области изучения биологических природных ресурсов.

Кратко охарактеризуем наиболее важные аспекты деятельности Комиссии за 25 лет ее существования.

1. **Научно-организационная деятельность.** Комиссия активизировала природоохранную работу на Урале. Это выразилось прежде всего в повышении интереса научного мира к проблемам природопользования и охраны природы. Не без влияния Комиссии во многих научных учреждениях появились соответствующая исследовательская тематика, а также массовые публикации по охране отдельных природных ресурсов, по харак-

теристике ценных природных объектов. Среди научной молодежи начали формироваться кадры специалистов в области охраны природы, стали защищаться диссертации по этой проблеме. Следует отметить, что такому прогрессу на Урале, несомненно, способствовала настойчивая организационная и пропагандистская деятельность многих членов Комиссии. За годы существования Комиссии только крупных всеуральских совещаний по различным аспектам охраны природы было проведено не менее 10, не считая региональных, по частным вопросам: уральские совещания по охране природы (1958 г. в Ильменском заповеднике; 1959 г.— г. Пермь; 1978 г.— г. Челябинск; 1980 г.— г. Ижевск), по проблеме «Растительность и промышленные загрязнения» (1962, 1964 и 1966 гг.— г. Свердловск), по охраняемым территориям Урала (1980 г.— г. Свердловск) и др.

Кроме того, Комиссия выпустила восемь сборников научных работ, в которых участвовало большое количество авторов. Ежегодно проводятся отчетные пленумы Комиссии и заседания по вопросам, требующим безотлагательного решения. При этом в природоохранную работу вовлекаются сотрудники многих научно-исследовательских и учебных заведений, практики народного хозяйства, деятели литературы и искусства.

2. **Региональные проблемы.** Другая полезная сторона деятельности комиссии — большая работа по выполнению конкретных решений партии и правительства по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды, оказанию помощи партийным и советским органам областей и республик Урала в подготовке соответствующих мероприятий по тому или иному региону.

Комиссия участвует в таких крупных мероприятиях Свердловского обкома КПСС, как подготовка, проведение и реализация решений научно-практических конференций по внедрению достижений науки и техники в народное хозяйство и повышению эффективности использования природных ресурсов, касающихся охраны природы (1976, 1978, 1981 гг.), готовит материалы по обоснованию крупных природоохранных мероприятий по Свердловской области (1976, 1982 гг.). Комиссия активно участвовала в первом опыте разработки планов развития народного хозяйства по разделу «Охрана природы» на X пятилетку (1976 г.), в подготовке Всесоюзной научной конференции «Проблемы развития производительных сил Урала на перспективу до 1990—2000 гг.» (по разделу «Охрана среды»). Следует указать, что все эти конференции и совещания имели большое значение и получили широкий отклик, поскольку на них впервые региональные, советские и партийные органы поставили остро и конкретно проблему рационального использования и охраны природных ресурсов Урала. Комиссия, которой была доверена организация соответствующих секций на этих форумах, к постановке и разработке указанных вопросов сумела

привлечь многочисленные научные организации. Выполнение каждого решения совещаний затем контролировалось Комиссией в течение ряда лет. Этот первый (не только на Урале, но и в стране) опыт привлечения научной общественности к решению природоохранных задач увенчался успехом.

Нельзя не упомянуть и о большой работе, проделанной Комиссией в 1976—1977 гг. по разработке раздела «Охрана природы» в Схеме районной планировки Свердловской области. Здесь удалось заложить на долговременную основу идею сохранения ценных природных ландшафтов при проектировании размещения предприятий народного хозяйства, населенных мест и коммуникаций на дальнюю перспективу.

Кроме того, выполнялся ряд менее крупных, но также важных поручений партийных и советских органов. Итогом этой деятельности комиссии явилось привлечение внимания руководителей различных учреждений и организаций к природоохранным проблемам, обоснование научных принципов природопользования и современных позиций в отношении к природным богатствам. А это, несомненно, в значительной степени способствует общему прогрессу в указанном направлении. К сожалению, активность Комиссии в данном случае оказалась неравномерной — она была значительно выше в Свердловской, а также Оренбургской областях, меньше — в Пермской, Челябинской, Курганской областях, и в Удмуртской АССР.

3. **Координационная деятельность** велась по разным направлениям: печатные публикации, проведение научно-координационных совещаний, о которых уже говорилось, различных семинаров, периодические заседания Комиссии по отдельным вопросам, требующим участия различных специалистов, подготовка координационных планов исследований, проводящихся на Урале в области охраны природы. Первый Всеуральский координационный план был составлен в 1974—1975 гг. на период 1976—1980 гг. Тематика уральских учреждений была систематизирована по трем основным направлениям: 1) рациональное использование природных ресурсов (163 темы); 2) оптимизация ландшафтов и окружающей среды (37 тем); 3) заповедные и охраняемые территории и объекты природы (пять тем). Составленный впервые для Урала план позволил оценить научный потенциал региона, достаточный для разработки академической проблемы «Научные основы сохранения и улучшения окружающей природной среды и рационального использования природных ресурсов». По данным Комиссии, в указанном направлении к 1975 г. на Урале работало 115 организаций, подчиненных 17 министерствам и ведомствам, а исполнителями являлись около 200 человек.

В новом координационном плане, подготовленном Комиссией в 1981 г. и ориентированном на период 1981—1985 гг., насчитывается 324 темы, систематизированные по следующим

основным направлениям: общие и экономические аспекты природопользования, охрана и использование биологических, водных, минеральных ресурсов, охрана атмосферного воздуха от загрязнения, оптимизация ландшафтов и окружающей среды, заповедники и охраняемые территории.

В их выполнении участвует 175 организаций, работающих во всех районах Урала и относящихся к самым различным ведомствам. Среди них много организаций технического профиля. В результате координирующей деятельности Комиссии полностью завершена «инвентаризация» научно-исследовательских учреждений, ведущих на Урале работу по природоохранной тематике. Дальнейшей задачей является повышение эффективности научной координации.

4. **Создание единой системы природных резерватов и охраняемых объектов на Урале.** Уже в первые годы деятельности Комиссии начата разработка такой системы. В дальнейшем работа в указанном направлении проводилась непрерывно. Она велась как силами штатных работников Комиссии (особенно В. В. Ипполитовым, Е. В. Ястребовым), так и многими привлеченными к этому делу лицами. Следует отметить заслуги Н. П. Архиповой и В. В. Прокаева (Свердловский педагогический институт), П. Л. Горчаковского, Г. Н. Папулова, и, прежде всего, самого Б. П. Колесникова (Уральский научный центр АН СССР), Э. М. Балабановой (УралНИОРХ), Э. Э. Аникиной и А. К. Шарца (Пермское отделение ВООП), М. Ф. Петрова (СНИИЛП), А. С. Хоментовского (Оренбургский политехнический институт) и многих других специалистов-природоведов.

Первые результаты работы по созданию системы природных резерватов отражены в решении Свердловского облисполкома от 1960 г., когда были выделены первые 74 памятника природы. К 1965 г. на территории Урала (кроме БашАССР) насчитывалось уже 149 утвержденных памятников. Кроме того, по трем областям (Свердловской, Пермской и Челябинской) насчитывалось 322 обследованных объекта, официально не имевших статуса памятника природы. К настоящему времени к ним прибавилось значительное число уникальных объектов, изученных Комиссией в Свердловской (70-е годы), Оренбургской (1975—1976 гг.), Курганской (1980—1981 гг.), а также в Пермской и Челябинской областях. В результате по первой из них в 1975 г. были утверждены как памятники природы 275 объектов. К ним следует добавить и постановления Свердловского облисполкома об охране 60 редких растений (1975 г.) и запрещении сбора редких растений в пригородных зонах (1979 г.), принятые по инициативе Комиссии. В 1981 г. Пермский облисполком также принял постановление о выделении 62 памятников природы, куда отнесены ботанические объекты, многие из которых изучены членами Комиссии еще в 50—60-е годы. В 1980 г. аналогичное постановление принято Оренбургским облисполкомом.

В нем зафиксировано 62 памятника из 93 объектов, предложенных Комиссией (шесть из них были выделены еще в 1967 г.).

В Курганской области В. В. Ипполитовым описано 58 интересных объектов, заслуживающих статуса памятника природы.

По поручению Комиссии В. И. Маковский подготовил перечень болот, рекомендуемых для сохранения. В нем числится 180 объектов по Свердловской области и 88 — по Пермской. В 1978—1979 гг. этот материал передан для использования в проектный институт «Уралгипроторф», а также в Свердловский облисполком для подготовки решения об охране болотных территорий.

Кроме памятников природы, на Урале выделено значительное количество заказников, где охраняются определенные виды животных или растений. Основное внимание традиционно уделяется охране ценных промысловых животных — бобра, куницы, соболя, лося, косули и др. Однако в последние годы начали создаваться заказники по охране редких растений, главным образом имеющих лекарственное значение.

Редкие растения сберегаются и на основании специальных постановлений исполнительных комитетов народных депутатов. Так, по рекомендации Комиссии по охране природы Свердловский облисполком принимал решения в 1975 и в 1981 гг. о мероприятиях по сохранению редких растений, произрастающих на территории области, для чего предусматривалось регулирование их сбора и продажи.

Заповедная сеть на Урале в настоящее время представлена пятью заповедниками. Один из них, Висимский, был открыт также при активной организационной работе Комиссии по охране природы УНЦ АН СССР. В нем был создан биогеоценологический стационар, работающий уже более 10 лет, значительная часть исследований опубликована.

Комиссия готовит материал для восстановления заповедника «Денежкин камень», а также для организации других заповедных территорий в таежной и степной частях Урала.

5. **Экологическая экспертиза.** В этом направлении значительная работа проводилась в последние годы. Ежегодно работники Комиссии дают 15—20 заключений на различные народнохозяйственные проекты — крупные стройки, горнорудные разработки, освоение торфяников и т. д. Рассматриваются возможные результаты воздействия производственной деятельности на окружающую среду и предлагаются рекомендации по предотвращению их вредных последствий. Комиссия привлекает в этом случае специалистов разных профилей: лесоводов, горняков, медиков и др. Важность данного направления работы Комиссии будет возрастать. В связи с интенсификацией сельского хозяйства, развитием промышленности, рекреационного использования территории «нагрузка» на ландшафты увеличивается. На Урале уже нет территорий, которые можно

было бы передавать для интенсивного хозяйственного использования без всестороннего учета возможных неблагоприятных последствий. Каждый гектар земли выполняет важную биогеоценотическую функцию или активно осваивается под хозяйственные нужды. Поэтому значение экологической экспертизы, позволяющей сохранить природные ценности объекта или оптимизировать его использование, будет возрастать.

Указанными направлениями не исчерпываются итоги деятельности Комиссии по охране природы УНЦ АН СССР. Она охватывает еще целый ряд разделов природоохранительной работы. Так, в рамках Комиссии зародилось новое научное направление, связанное с исследованием влияния промышленных загрязнений на растительность. Комиссия вела значительную работу по подготовке научных кадров и специалистов народного хозяйства экологического профиля. Большую роль сыграла пропагандистская деятельность членов Комиссии, ведущих лекторскую работу среди широких кругов населения, а также руководителей народного хозяйства.

К своему 25-летию Комиссия по охране природы УНЦ АН СССР подходит с пониманием той ответственности, которая возложена на нее научной общественностью Урала.

СОДЕРЖАНИЕ

С. А. Мамаев, В. В. Ипполитов. Формирование системы охраняемых территорий Урала в условиях техногенеза 3

И. И. Шилова, А. К. Махнев, А. И. Лукьянец. Геохимическая трансформация почв и растительности в районах функционирования предприятий цветной металлургии 14

М. С. Князев. Сохранение некоторых редких видов растений Урала в антропогенных ландшафтах 38

Н. М. Веснин. Растительные сообщества, устойчивые в условиях шахтных вод 40

Е. С. Васфилова. Об антропогенных воздействиях на высшие водные растения (на примере видов сем. Кувшинковых) 47

И. Т. Папонова. Динамика численности *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. в зависимости от особенностей антропогенных воздействий 54

Е. Т. Мамаева. Рекультивация городских земель, нарушенных строительством на Урале 61

Б. И. Пильщиков. Опыт использования нарушенных земель при планировке крупного города (на примере г. Свердловска) 67

Э. Б. Терехова. Влияние некоторых экологических факторов на бортах карьера на рост многолетних трав . . 75

З. Н. Бычкова. Особенности роста и развития овощных культур при загрязнении воздуха вредными газами . 81

М. В. Пасынкова. Снижение запыленности воздуха в карьере с помощью биологических методов . . . 86

В. И. Шабуров, С. Я. Левит. Опыт использования ивы шерстопобеговой для рекультивации нарушенных земель 91

З. Д. Зайцева. Цветочные растения для озеленения промплощадок предприятий цветной металлургии . . . 97

С. А. Мамаев. 25 лет деятельности Комиссии по охране природы при УНЦ АН СССР 102

УДК 502

Формирование системы охраняемых территорий Урала в условиях техногенеза. Мамаев С. А., Ипполитова В. В.— В сб.: Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.

Рассматриваются вопросы, связанные с созданием системы охраняемых территорий (заповедников, заказников, памятников природы и др.) в одном из крупнейших экономических районов СССР — Уральском. Наряду со значительной хозяйственной освоенностью Урала он отличается большим разнообразием природных ландшафтов. Для основы формирования системы охраняемых территорий дан анализ хозяйственной освоенности Уральского региона. Показано современное состояние природно-заповедного фонда. Отмечена необходимость проведения дальнейших работ по организации новых природных резерватов.

Илл. 2. Библиогр. 7 наим.

УДК 502.55 : 574.4 : 631.4+58.04

Геохимическая трансформация почв и растительности в районах функционирования предприятий цветной металлургии. Шилова И. И., Махнев А. К., Лукьянец А. И.— В сб.: Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.

Рассматриваются особенности геохимической трансформации почв и растительности под воздействием загрязнения окружающей среды предприятиями цветной металлургии Урала. Установлено значительное накопление тяжелых металлов-ингредиентов дымо-газовых эмиссий в почвах, грунтах и растениях, дикорастущих и культивируемых, в зоне воздействия этих предприятий. Отмечается разница в концентрировании металлов по видам растений. Выявлена роль растительности как биогеохимического барьера на пути аэротехногенных выбросов. Указаны основные направления биологической рекультивации земель, нарушенных воздействием дымо-газовых эмиссий.

Таблиц 9. Илл. 1. Библиогр. 52 назв.

УДК 502.753 : 631.618

Сохранение некоторых редких видов растений Урала в антропогенных ландшафтах. Князев М. С.— В сб.: Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.

Наряду с уменьшением численности, сокращением ареала многих редких видов растений в результате усиливающегося воздействия человека на природу иногда отмечается и обратная тенденция. При решении задачи охраны растительного мира необходимо учитывать такие случаи. В статье приводятся некоторые примеры увеличения численности отдельных редких видов растений Урала в условиях антропогенных ландшафтов. Увеличивают численность прежде всего виды, естественно произрастающие в сильно разреженных сообществах и, видимо, обладающие пониженной конкурентоспособностью. Деятельность человека приводит к появлению аналогов таких сообществ. Некоторые редкие виды, поселяющиеся в техногенных неоэкотопах, рекомендуются для рекультивации карьеров, отвалов и т. д.

Библиогр. 13 назв.

УДК 581.526.3 : 58.02

Растительные сообщества, устойчивые в условиях шахтных вод. Веснин Н. М.— В сб.: Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.

В статье изложены результаты изучения самозарастания водоемов, входящих в состав систем отведения шахтных вод Челябинской области. Показано влияние загрязнения водной среды на состав и структуру растительных сообществ, определены области распространения основных ценозообразователей в водоемах с различной степенью загрязнения.

Таблиц 1. Илл. 1. Библиогр. 20 назв.

УДК 58.02+581.526.3

Об антропогенных воздействиях на высшие водные растения (на примере видов сем. Кувшинковых). Васфилова Е. С.— В сб.: Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.

Приводятся результаты изучения антропогенных воздействий на растительность водоемов Среднего Урала, в первую очередь на виды сем. Кувшинковых. Предлагается классификация воздействий этого рода. Установлена определенная зависимость распространения и динамики кувшинковых и некоторых других видов высших водных растений от влияния антропогенных факторов на водоемы.

Библиогр. 14 назв.

УДК 581.15 : 581.54

Динамика численности *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. **в зависимости от особенностей антропогенных воздействий.** Пономова И. Т.— В сб.: Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.

Представлены 15-летние данные по динамике численности трех природных популяций арабидопсиса в условиях Предуралья, различающихся по особенностям антропогенного воздействия.

Обращено внимание на асинхронность «волн жизни» в изучаемых популяциях и на возможные причины наблюдаемых изменений. Показано, что нижняя граница численности контролируется главным образом погодными условиями, а увеличение численности обусловлено не только погодными условиями, но и структурой ценоза, особенностями семенного и вегетативного размножения других составляющих его видов. Наряду с этим обсуждаются внутрипопуляционные механизмы динамики численности арабидопсиса.

Таблиц 2. Библиогр. 3 назв.

УДК 631.51+631.8

Рекультивация городских земель, нарушенных строительством на Урале. Мамаева Е. Т.— В сб.: Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.

Приводится характеристика почвогрунтов, образующихся при строительстве различных сооружений и подземных коммуникаций в городах на Урале, а также приемы рекультивации земель на строительных площадках с максимальным использованием почвогрунтов.

Таблиц 2. Библиогр. 4 назв.

УДК 711.112 : 470.5

Опыт использования нарушенных земель при планировке крупного города (на примере г. Свердловска). Пильщиков Б. И.— В сб.: Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.

На основе планировочной структуры города дается характеристика разработки месторождений полезных ископаемых в г. Свердловске. Показано, что развитие жилой застройки в городе идет за счет заболоченных, заторфованных территорий и выработанных торфяников. Отмечены пути оптимизации техногенных ландшафтов в черте города и окружающих его лесопарков.

Илл. 1. Библиогр. 7 назв.

УДК 502.55+58.04+581.522.4

Влияние некоторых экологических факторов на бортах карьера на рост многолетних трав. Терехова Э. Б.— В сб.: Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.

Специфика рекультивации отработанных бортов Сарбайского карьера обусловлена тем, что его откосы, сложенные разными типами пород, естественным путем растениями не осваиваются. Мельчайшие частицы пород с откосов выносятся в карьер, ухудшая условия деятельности людей и механизмов. Создание растительного покрова на откосах карьера зависит от его экспозиции, температуры, влажности и пригодности пород для жизнедеятельности растений. Наиболее благоприятные условия для многолетних трав складываются на северном и восточном откосах, где температура поверхности ниже и влажность субстратов выше, чем на откосе западной и южной экспозиций. Многолетние травянистые растения успешно произрастают на откосах, сложенных неогеновыми и четвертичными породами с почвенным покрытием и без него.

Библиогр. 3 назв.

УДК 632.151.635

Особенности роста и развития овощных культур при загрязнении воздуха вредными газами. Бычкова З. Н.— В сб.: Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.

Не отмечено специфического действия двуокиси азота по сравнению с комплексом газов (смесь сернистого ангидрида, двуокиси азота и фтористого водорода). Изменяются морфобиологические показатели, уменьшается индекс формы листа (отношение длины к наибольшей ширине), отмечается явление ксероморфизма, нарушается длительность фенофаз, что отражается на величине и качестве урожая. Объектами исследования служили сорта овощных культур — редиса, шпината, салата и свеклы.

Таблиц 3. Илл. 1. Библиогр. 7 назв.

УДК 502.55+58.04+581.522.4

Снижение запыленности воздуха в карьере с помощью биологических методов. Пасынкова М. В.— В сб.: Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.

Работы по биологическим способам снижения запыленности воздуха в карьере предусматривают создание на бортах карьера дернового покрова, отвечающего разнообразным требованиям (улучшение газового состава атмосферы в карьере, задержание пыли, предупреждение водной и ветровой эрозии на откосах карьера). Изложены результаты по использованию посевов многолетних злаковых трав на откосах карьера с применением 30 % сульфитно-спиртовой барды (ССБ).

Таблиц 1. Библиогр. 5 назв.

УДК 630 *116.69

Опыт использования ивы шерстистопобеговой для рекультивации нарушенных земель. Шабуров В. И., Левит С. Я.— В сб.: Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.

Анализируются предварительные результаты выращивания ивы шерстистопобеговой в условиях шламохранилища. Приводятся данные ее роста в высоту, приживаемости и сохранности. Делается вывод о целесообразности использования ивы для начального этапа биологической рекультивации шламохранилищ.

Таблиц 2. Библиогр. 10 назв.

УДК 581.635.92

Цветочные растения для озеленения промплощадок предприятий цветной металлургии. Зайцева З. Д.— В сб.: Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.

Приводятся данные по использованию в озеленении промышленных предприятий 22 видов травянистых растений с указанием особенностей их агротехники и способов сохранения листового аппарата от промышленных выделений в окружающую среду.

УДК 502

25 лет деятельности Комиссии по охране природы при УНЦ АН СССР. Мамаев С. А.— В сб.: Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.

Дан краткий исторический обзор деятельности Комиссии по охране природы, организованной в 1957 г. Наиболее важные направления деятельности Комиссии: 1) активизация природоохранной работы на Урале; 2) выполнение решений партийных и советских органов по проведению природоохранных мероприятий; 3) научная координация; 4) разработка систем охраняемых природных объектов на Урале; 5) экологическая экспертиза.

ВЫХОДИТ ИЗ ПЕЧАТИ

сборник научных статей сотрудников
Института экологии растений и животных
УНЦ АН СССР

Эколого-географические и генетические принципы изучения лесов. 10 п. л. Цена 1 р. 50 к.

Сборник содержит статьи, обобщающие результаты многопланового изучения лесов Урала, Дальнего Востока, Сибири, Казахстана, Прибалтики, Белоруссии и Кавказа. Содержащиеся в них положения развивают идеи члена-корреспондента АН СССР Бориса Павловича Колесникова в области районирования лесных территорий, классификации, экологии, динамики и структуры лесов и указывают пути использования этих идей в научных исследованиях и производстве.

Статьи сборника представляют значительный интерес для специалистов лесного хозяйства, лесоводов, геоботаников, экологов, географов.

Заявки присылать по адресу:

620169, Свердловск, ГСП-169,
ул. Первомайская, 91. РИСО УНЦ АН СССР

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Рекомендовано к изданию
Ученым советом
Института экологии растений и животных
и РИСО УНЦ АН СССР

Редакторы **Т. П. Бондарович, И. Ф. Сахновский**
Обложка художника **М. Н. Гарипова**
Техн. редактор **Н. Р. Рабинович**
Корректор **Е. М. Бородулина**

Сдано в набор 22.08.83. Подписано в печать 3.04.84. НС 14060. Формат 60×90 1/16. Бумага мелованная. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 7,5. Уч.-изд. л. 8. Тираж 600. Заказ № 498. Цена 1 р. 20 к.

РИСО УНЦ АН СССР, Свердловск, ГСП-169, ул. Первомайская, 91.
Типография изд-ва «Уральский рабочий», Свердловск, пр. Ленина, 49.