

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
Институт экологии растений и животных

На правах рукописи

ЛУКЬЯНЕЦ Александр Иванович

ЕСТЕСТВЕННОЕ ЗАРАСТАНИЕ ДРЕВЕСНЫМИ
РАСТЕНИЯМИ ОТВАЛОВ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО УРАЛА
(на примере отвалов Свердловской и Челябинской областей)
(03.00.05 – ботаника)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Свердловск
1975

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
Институт экологии растений и животных

На правах рукописи

ЛУКЬЯНЕЦ Александр Иванович

ЕСТЕСТВЕННОЕ ЗАРАСТАНИЕ ДРЕВЕСНЫМИ
РАСТЕНИЯМИ ОТВАЛОВ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО УРАЛА
(на примере отвалов Свердловской и Челябинской областей)
(03.00.05 – ботаника)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Свердловск
1975

Работа выполнена при кафедре геоботаники и почвоведения Уральского ордена Трудового Красного Знамени государственного университета им. А.М.Горького.

Научный руководитель - член-корреспондент АН СССР, заслуженный деятель науки РСФСР, доктор биологических наук, профессор Б.Л.КОЛЕСНИКОВ.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, заключения, списка литературы и приложения, включает 43 таблицы, список отвалов, посещенных автором, список растений на русском и латинском языках и 56 рисунков.

Общий объем работы - 217 страниц (145 страниц машинописного текста, 37 - рисунков и 35 - списка литературы) и 43 страницы приложений. Список использованной литературы содержит 444 работы, в т. ч. на иностранных языках - 97.

Официальные оппоненты:

Доктор биологических наук, профессор Ю.З.Кулагин

Кандидат биологических наук И.И.Шилова

Ведущее предприятие - Центральная лаборатория охраны природы МСХ СССР.

Автореферат разослан "10" сентября 1975 г.

Защита диссертации состоится "14" октября 1975 г. в "14" час. на заседании Ученого Совета Института экологии растений и животных Уральского научного центра АН СССР.

Отзывы (в 2-х экземплярах, заверенных печатью учреждения) направлять по адресу: 620008, г. Свердловск, ул. 8 Марта, 202, Институт экологии растений и животных УНЦ АН СССР, ученому секретарю.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института.

Ученый секретарь Совета,
кандидат биологических наук

М.Г.НИФОНТОВА

В В Е Д Е Н И Е

Задачи, объекты и методика исследований

Нарушения земельных территорий, вызванные хозяйственной деятельностью человека, во всем мире достигли огромных масштабов. Особенно большие разрушения происходят при добыче и переработке полезных ископаемых.

В США поверхностная добыча полезных ископаемых ведется в 27 штатах, и только в 9 штатах района Аппалачей открытые разработки занимают 50 тыс. км². Более 1,2 млн. га земли, нарушенной горными разработками, потеряли плодородие и загрязняют окружающую среду (Whitt, 1970; Davis, 1971). В Англии нарушено земель горными предприятиями около 80 тыс. га (Atkinson, 1963), в ФРГ - 30 (Heintze, 1970; Steckert, 1972), в ГДР - около 60 (Werner, 1966), в ЧССР - свыше 50 (Stys, 1960; Drlik, 1965), в Польше - 50 (Материалы Международного симпозиума..., 1960), в Болгарии - 9 тыс. га (Моторина, 1975) и т.д.

В СССР на несельскохозяйственные нужды (промышленность и города) используется 62-63 млн. га земли (Вощинов, 1968), а по предварительным подсчетам Х.Попова и Г.Попова (1967), Е.П.Дороненко и А.Я.Элькина (1970) к 2000 г. под строительство и горные разработки будет передано более 200 млн. га. Сейчас в Советском Союзе ежегодно изымается для несельскохозяйственных нужд около 500 тыс. га (Жариков, 1966; Ковда, 1971; Моторина, 1971).

Урал - один из важнейших промышленно развитых районов СССР с мощной горнодобывающей и перерабатывающей промышленностью. Открытые разработки при добыче полезных ископаемых и обширные отвалы из отходов переработки сырья - характерные элементы техногенных ландшафтов на его территории. В Свердловской области, по нашим подсчетам, земли, нарушенные промышленностью, занимают площадь около 60 тыс. га; к 1900 г. ожидается по меньшей мере их удвоение.

Работы по биологической рекультивации, т.е. ускоренному восстановлению на таких землях продуктивных биогеоценозов, проводятся во многих промышленно развитых странах, таких, как США, Англия, ФРГ, Швейцария, Австрия, Венгрия, Италия, Австралия, ЯПР, ГДР, ЧССР, Польша, Болгария и др. Рекультивация является неотложной задачей современности и предусмотрена законоположениями

как в СССР и союзных республиках, так и за рубежом.

В СССР на восстановление земель, нарушенных горными и перерабатывающими предприятиями, впервые указывается в "Законе об охране природы РСФСР" (1960). Вопросы восстановления плодородия земель, или их рекультивации, неоднократно в последующем упоминались во многих важных документах партии и правительства СССР по проблемам охраны природы. Эти указания закреплены в Законе Верховного Совета СССР "Основы земельного законодательства Союза ССР и союзных республик" (1968). Необходимость охраны природы предусмотрена решениями XXIV съезда КПСС, постановлениями Верховного Совета СССР от 20 сентября 1972 г., ЦК КПСС и СМ СССР от 10 января 1973 г. Тем не менее, состояние работ по рекультивации в стране пока оставляет желать лучшего. Масштаб их недостаточен, а результативность часто не высока. Ежегодно рекультивируется только 20–30 тыс. га.

Восстановление нарушенных территорий в основном ведется в четырех направлениях: сельскохозяйственном, лесохозяйственном, водохозяйственном и строительном. Мировой опыт использования нарушенных земель в целях градостроительства довольно хорошо обобщен И.В.Лазаревой (1972). В разных странах преобладает тот или иной вид рекультивации. В СССР, несмотря на то, что рекультивацией стали заниматься сравнительно недавно, сразу ~~наметилась~~ –^{ется} тенденция комплексного подхода к решению этой проблемы. При планировании вида биологической рекультивации учитывается зонально-географическое расположение отвалов, тип их и ведущее направление народного хозяйства в данном районе (Моторина, Зайцев, 1970; Колесников, Пикалова, 1970). Вопросами рекультивации промышленных отвалов в СССР сейчас занимаются более 30 научно-исследовательских организаций.

На Урале изучение промышленных отвалов под углом зрения восстановления этих земель для народного хозяйства проводит с 1959 года лаборатория промышленной ботаники Уральского государственного университета им. А.М.Горького.

Задача автора настоящей работы – выявление закономерностей зарастания отвалов древесными растениями, т.е. особенностей заселения, роста и развития древесных растений, поселившихся естественным путем на промышленных отвалах в разных экологических и географических условиях Урала. Требовалось выявить, на отвалах каких типов возможно поселение древесных растений естествен-

ным путем и формирование полноценных лесных сообществ без всяких дополнительных усилий со стороны рекультиваторщика, на каких допустимо ограничиться содействием естественному процессу зарастания, на каких следует проводить активную лесную рекультивацию. Это все представлялось возможным проследить в Свердловской и Челябинской областях, на территории которых имеется много отвалов разных типов добывающей и перерабатывающей промышленности, расположенных к тому же в разных подзонах лесной и лесостепной зон. В 1971–1973 гг. нами осмотрено и обследовано в этих областях 275 отвалов, относящихся по происхождению и характеру к 34 типам, примерно на площади 21 тыс. га. На отвалах заложено 68 пробных площадей на общей площади 29750 м², измерено 1582 модели древесных растений, в т.ч. сосны – 716. Полустационарные наблюдения за древесной растительностью с определением ее фитомассы проводились на 5 отвалах (Северный Карпинский № 10, Северный Веселовский и Южный Веселовский буроугольные, Есипинский железорудный № I-2 и Кичигинские формовочного песка), подробные описания с закладкой пробных площадей – на 13 отвалах, на остальных – визуальные обследования с описанием растительности, взятием нескольких модельных деревьев и закладкой серии метровых площадок для учета возобновления древесных растений.

Изучение растительности и экологических условий отвалов велись на трансектах, пересекающих отвалы, через отсыпки грунтов различного возраста. Размер пробных площадей устанавливался с учетом произрастания на них не менее 200–250 шт. основной древесной породы. Применялись общепринятые в лесоведении методики (Сукачев, Дылус, 1966). Для учета дальности полета семян древесных растений на отвалах использованы однометровые семеномеры. Данные обработаны статистически и при помощи ЭВМ Пром'нь-2.

Фитомасса основной породы (сосны), произрастающей на отвалах, определялась по методике А.А. Молчанова и В.В. Смирнова (1967). Для изучения корневых систем сосны проводились вертикальные и неполные горизонтальные раскопки. Всего взвешено 40 моделей сосны, в т.ч. 5 с раскопкой корневых систем.

Для оценки уровня плодородия грунтов отвалов взяты образцы грунтосмесей с глубин 0–20 см, и в них определен углерод – по Тринну, общий азот – по Кельдалю, доступный фосфор – по Кирсанову, доступный калий – по Пейве и реакция среды – по Алямовско-

му. Кроме того, с целью учета площадей, нарушенных промышленностью в Свердловской области, в течение 1970-1973 гг. были собраны ведомственные данные по размерам нарушенных земель и рекультивированных площадей.

Современное состояние проблемы лесной рекультивации

Глава содержит обзор литературных источников по лесной рекультивации промышленных отвалов в различных районах СССР и зарубежных стран.

В отечественной и зарубежной литературе, а также в русско-немецком и немецко-русском словаре "Рекультивация" (1974) понятие лесная и лесохозяйственная рекультивация считаются синонимами. Нами лесная рекультивация рассматривается как понятие более широкое, чем лесохозяйственная. Лесная рекультивация предполагает не только цель создания на отвалах лесных насаждений лесохозяйственно-сырьевого назначения (получения древесины), но и озеленения, мелиорации, улучшения гидрологического режима, микроклимата, прекращения эрозии и т.п.

В мировой практике лесная рекультивация рассматривается одним из основных видов восстановления поврежденных земель промышленностью, под которую обычно используются менее плодородные грунты (ввиду меньшей требовательности древесных растений к питательным веществам по сравнению с кормовыми травами и другими сельскохозяйственными культурами). Она наиболее отвечает экологическим условиям отвалов, требует меньших затрат и одновременно позволяет быстро улучшать санитарно-гигиенические условия и эстетический вид ландшафта. Осуществление ее возможно двумя путями - культурой (посевы и посадки древесных растений) и использование сил самой природы, т.е. оставление отвалов под самозарастание с последующим уходом за молодыми лесами (включая подсадку саженцев на рединах).

Первые работы по лесной рекультивации были проведены в Германии в Рейнском буроугольном бассейне в 1766 и 1784 гг. (Dilla, 1967, 1973^{друг}, 1968, 1969), но наибольший размах и развитие они получили как в СССР, так и в зарубежных странах в последние 15-20 лет. Вопросам лесной рекультивации и процессам естественного зарастания отвалов древесными растениями в СССР посвящены

работы М.С.Шалнта и В.Н.Костомарова (1950), В.В.Тарчевского с сотрудниками (1961-1970), Л.В.Моториной с сотрудниками (1965-1971), Б.П.Колесникова с сотрудниками (1970-1974), П.Л.Горчаковского и др. (1966), А.Д.Гогатишвили (1967-1973), Э.В.Каара (1968-1973), М.Л.Ревы и В.И.Бакланова (1969-1974), В.Н.Данько (1969-1972), С.С.Трофимова с сотрудниками (1969-1974), Л.П.Баранника (1969-1974), И.В.Трещевского и Я.В.Панкова (1973) и др.; за рубежом — A.G.Chapman (1949, 1967), A.Hrabetova-Uhrova (1955), R.V.Wood, J.V.Thirgood (1955), E.Vaclav (1956), J.Greszta (1957а, б, 1963, 1966, 1970), I.G.Hall (1957), H.Günther (1966), H.J.Bauer (1970, 1971), R.D.Hill (1971а, б), K.Werner (1973), Е.Прокопиева (1970) и др.

Обобщение материалов этих работ показывает, что в лесной зоне и при наличии обсеменителей вблизи отвалов процесс их естественного зарастания древесными растениями на нетоксичных грунтах во многих случаях идет вполне успешно. Тем не менее, в большинстве стран, за исключением США, взят курс на лесные культуры. При этом в США культуры создаются преимущественно без предварительной планировки поверхности отвалов и нанесения на них почвенного слоя, а в странах Западной Европы, Африки и Австралии лесную рекультивацию проводят как на выровненных, так и на невыровненных отвалах, с нанесением почвенного слоя и без него. Во всех странах список древесных растений, применяемый для облесения отвалов, в основном состоит из местных видов. Отмечается, что естественное формирование леса — самый дешевый путь восстановления растительности на отвалах, где для этого есть условия; более дорогой путь — лесокультуры и еще дороже подготовка отвалов под сельскохозяйственную рекультивацию. Однако, условия и ход процессов самозарастания древесными растениями разных типов промышленных отвалов с учетом географических зон и районов, оценка продуктивности возникающих насаждений и подобные им вопросы никем почти не затрагивались. Именно на последние вопросы мы больше всего и обращаем внимание в данной работе.

Состояние территорий, нарушенных промышленностью в Свердловской области

Свердловская область расположена на восточных склонах Уральских гор, в пределах Среднего и Северного Урала и на прилегающей

к Уралу части Западно-Сибирской низменности. На территории ее представлены все основные подзоны лесной (таежной) зоны (северотаежная, среднетаежная, южнотаежная и подзоны смешанных хвойно-широколиственных лесов в западной и сосново-березовых лесов в восточной части), а на юге области имеются участки северной подзоны лесостепной зоны (Комар, 1964; Колесников, 1969). В работе приведены в обобщенном виде геоморфологическая, гидрологическая, климатическая и агроклиматическая характеристики изучаемого района, характеристика почв, растительности и лесовозобновительных процессов под пологом леса, на гарях и вырубках.

Значительная часть земельных горных отводов области расположена на землях Гослесфонда, сокращая площади продуктивных лесов. Площади этих земель довольно велики (1% от площади Гослесфонда всей Свердловской области), и они, как правило, расположены вблизи населенных пунктов, а часто в их черте, сокращая зеленое кольцо вокруг городов, загрязняя окружающую среду, и тем самым ухудшая условия жизни людей. Установлено, что в Свердловской области к концу 1972 г. в составе земельного отвода нарушенных площадей (под отвалами и карьерами) имелось в пределах около 34%, в т.ч. под отвалами всех типов – выше 23%. Отвалы, на которых уже сформировались сомкнутые лесные фитоценозы, занимают около 2,5 тыс. га, и активная лесная рекультивация проведена на площади 1066 га (26% от общей рекультивированной площади отвалов). Общая площадь земель, еще нуждающихся в восстановлении, на конец 1972 г. составила около 50 тыс. га (в том числе карьеры и выемки – около 18 тыс. га), из них под лесную рекультивацию пригодно выше 40 тыс. га.

Промышленные отвалы, прежде всего, следует подразделять по происхождению на отвалы, сформированные из органического и неорганического вещества (Колесников, Пикалова, 1973, 1974). Первые (отходы торфодобывающей и деревообрабатывающей промышленности, коммунального хозяйства и пищевой промышленности) занимают в области большие площади (25% от всех нарушенных территорий). Органические грунты, образующие отвалы и слагающие дно выработанных карьеров, как правило, нефитотоксичны, имеют необходимые для растений питательные вещества и, при наличии вблизи семенников древесных растений, хорошо лесовозобновляются, хотя торфяные карьеры часто вновь заболачиваются. Потенциально же их пространства наиболее пригодны под сельскохозяйственную рекультивацию (Маковский,

Новак, 1974). Земли, нарушенные деятельностью горнодобывающей и перерабатывающей промышленностью, промышленностью строительных материалов и теплоэнергетикой и представленные отвалами грунтов неорганического происхождения, занимают свыше 62% от всех земель, нарушенных промышленностью (более 51% – под отвалами и около 11% – под карьерами).

Наибольшие площади нарушены предприятиями Министерства цветной металлургии СССР, особенно при добыче золота и платины из россыпей (дражные отвалы). Дражные отвалы вызывают резкие и устойчивые изменения свойств земельных пространств, существенные ухудшения гидрологического режима горных рек (Прокопьев и др., 1973). Зарастают они естественным путем крайне медленно (облесилось всего около 2% нарушенных земель). На втором месте по размерам нарушенной площади находятся остальные предприятия системы Министерства цветной металлургии СССР, на третьем – Министерства черной металлургии СССР и Министерства угольной промышленности СССР. В совокупности названными тремя министерствами выведено из строя более 3/4 общей площади от всех нарушенных земель в области. Остальные около 1/4 площади заняты отвалами и карьерами, возникшими при добыче и переработке асбеста, талька, строительных материалов предприятиями различного ведомственного подчинения, и золоотвалами тепловых электростанций. Из всех этих земель покрылось лесной растительностью естественным путем около 7%. Биологическая рекультивация проведена на площади 2,1 тыс. га (5,5%).

Распределение площади земель, измененных горнодобывающей и перерабатывающей промышленностью, на территории Свердловской области неравномерно и подчиняется некоторым зонально-географическим закономерностям. Подавляющая часть таких земель сосредоточена в пределах предгорной полосы восточных склонов Урала. Впрочем, значительные площади отвалов имеются и в горной полосе Среднего и Северного Урала, но они преимущественно представлены полями предприятий "Уралзолото". Очень мало нарушенных земель в пределах равнинного Зауралья и Западно-Сибирской низменности. Установлено, что больше половины таких земель сосредоточены в подзоне южной тайги (55%) и почти 2/5 – в подзоне средней тайги (39%). На долю подзоны предлесостепенных сосново-березовых лесов приходится всего около 3,5% нарушенных земель и ничтожно мало их в подзоне северной тайги (0,5%) и северной лесостепи (2%). Пропор-

ционально распределяются и площади отвалов, на которых сформировалась лесная растительность (92% их приходится на подзоны нижней и средней тайги) и подвергшихся лесной рекультивации (около 80% в тех же подзонах), что косвенно указывает на благоприятные климатические условия для успеха лесной рекультивации в этих подзонах.

Процесс начальных этапов почвообразования и зарастания растениями отвалов зависит от зонально-географических условий района их местонахождения. Поэтому возникла необходимость рекультивационного районирования СССР, особенно конкретных природных и экономических зон и районов. Свердловскую область мы делим на две биорекультивационные зоны: А – актуальной рекультивации (рекультивацию необходимо проводить обязательно и своевременно), расположенной на территории юго-западных предгорий, горной части, восточных предгорий Урала и юго-восточной равнинной части области; Б – неактуальной рекультивации (рекультивация необязательна), расположенной в восточной и северо-восточной равнинной части области. Вышеперечисленные зоны Свердловской области мы далее подразделяем на 4 биорекультивационных района (рис. I).

Зона А – актуальной рекультивации.

AI. Район неотложной массовой рекультивации – предгория восточных склонов Уральских гор Западно-Сибирской лесной лесорастительной области (по Л.П.Колесникову, 1969). Площадь под отвалами всех типов в этом районе составляет около 75% всей площади, нарушенной отвалами в области.

AlI. Район первоочередной локальной рекультивации – приурочен к горной полосе Урала и полностью совпадает с границами Уральской горно-лесной лесорастительной области. Здесь почти полностью сосредоточены дражные отвалы по добывче золота и платины. Вся площадь, занятая отвалами, в этом биорекультивационном районе составляет около 22% от всей площади отвалов области.

AlII. Районы второочередной локальной рекультивации – расположены: AlIa – в юго-западной части Свердловской области (Восточно-Европейская лесная область) и AlIb – в ее юго-восточной части (в пределах Западно-Сибирской лесной и Западно-Сибирской лесостепной областей). Здесь преимущественно сосредоточены площади отвалов промышленности строительных материалов, занимающие около 65% от всей площади отвалов строительных материалов области и около 2% от всей площади отвалов области.

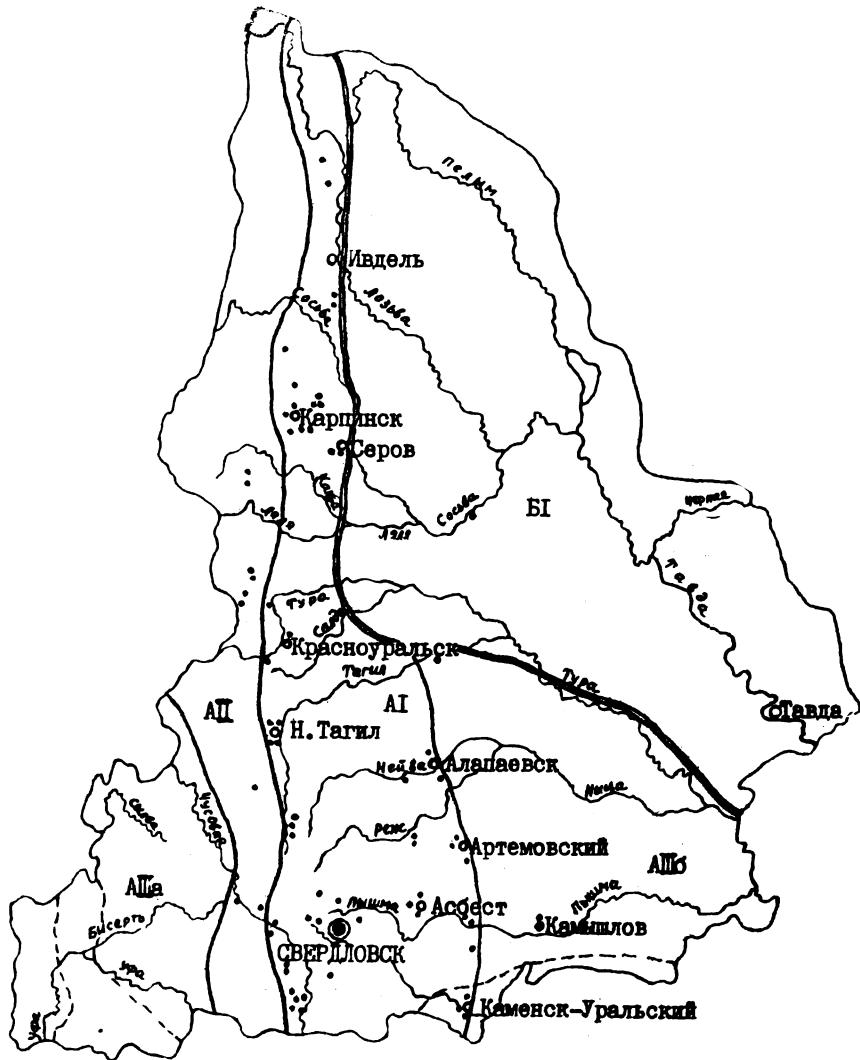


Рис. I. Схема биорекультивационного районирования Свердловской области.

I. Границы: — биорекультивационных зон; — биорекультивационных районов (AI - район неотложной массовой рекультивации, AII - район первоочередной локальной рекультивации, AIIIa,b - районы второочередной локальной рекультивации, BI - район неактивной локальной рекультивации); ---растительных зон (северная граница лесостепной лесорастительной зоны).

2. • — Частонахождение промышленных отвалов.

Зона Б – неактуальной рекультивации.

Б1. Район неактуальной локальной рекультивации занимает территорию малонаселённой северо-восточной части области (Туратавдинский экономический район и северо-восточная часть Северного Урала – по Комару, 1964) и расположен на территории Западно-Сибирской лесной области. Здесь имеются небольшие по размерам отвалы и карьеры строительных материалов местного значения. Площадь их незначительна и составляет менее 1% от всей площади отвалов области. Отвалы, расположенные вне населенных пунктов, здесь хорошо и усыпаны лесовозобновляются естественным путем.

Возможности рекультивации земель, нарушенных промышленностью, и выбор способа рекультивации определяются (помимо экономических и природных условий) еще и качеством грунтов, из которых сложены отвалы. По последнему показателю отвалы Свердловской области по классификации Б.П. Колесникова и Г.М. Пикаловой (1973, 1974) можно разделить на 5 категорий. Одна из них – отвалы, образованные органическими субстратами (категория Б), уже рассмотрена и в дальнейшем мы ее не касаемся. Отвалы же, сложенные минеральными субстратами, естественно разделяются на:

A_1 – образованные горными породами и минеральными грунтосмесями и A_3 – шламовыми, шлаковыми и зольными субстратами – пригодными для произрастания растений (нормальные субстраты);

A_2 и A_4 – то же, но непригодные для произрастания растений (фитотоксичные субстраты).

На отвалы и карьеры с нормальными субстратами в области приходится 86% площади, нарушенной отвалами и карьерами категории А. Они вполне пригодны для рекультивации без производства каких-либо специальных мелиоративных работ, о чем свидетельствует их успешное самозарастание и имеющийся опыт рекультивации (заросшие лесными растениями и рекультивированные отвалы составляют 32% от их общей площади).

Прямо противоположна оценка отвалов с фитотоксичными субстратами. Они совершенно не зарастают древесными растениями (даже спустя несколько десятилетий), на них даже неприхотливые сорные растения встречаются единично, не образуя сомненного покрова. Все они являются результатом деятельности предприятий Министерства цветной металлургии СССР.

Почти все площади с нефитотоксичными субстратами сосредото-

чены в пределах лесной зоны, преимущественно в ее подзонахижней и средней тайги. Природные условия этих подзон, как уже отмечено, вполне благоприятны для самозаражания древесными растениями и лесной рекультивации. Рекультивационные работы необходимо проводить прежде всего в первых двух биорекультивационных районах – районе неотложной массовой рекультивации и районе первоочередной локальной рекультивации.

Классификация промышленных отвалов по самозаражанию их древесными растениями

В Советском Союзе имеются вполне успешные опыты создания лесных культур на отвалах, в том числе в производственных масштабах (Эстония, Украина, Кузбасс, Урал – в Карпинском и Камышловском районах). В ряде же случаев, как это наблюдается в Свердловской области (лесная зона) на отвалах многих типов, хорошо идет естественное лесовосстановление, которое не требует затрат труда и средств.

Установлено, что форма отвалов очень влияет на успешность самозаражания их древесными растениями. По форме и геометрическим параметрам отвалы неорганического происхождения можно подразделять на 2 категории: а) собственно отвалы (плоские) и б) терриконы (конусовидные). Терриконы в Свердловской области занимают менее 0,5% от всей отвальной площади. Зарастают они много хуже, чем плоские отвалы, так как их длинные и крутые склоны сильнее подвержены водной и ветровой эрозии, приводящей к постоянному обновлению грунтов и затрудненному закреплению семян и всходов древесных растений. В связи с большой высотой, на них меньше попадает семян, они имеют очень напряженный водный (атмосферная влага скатывается по склонам, а капиллярного поднятия ее нет), тепловой и световой режимы. Зимой на терриконах выдувается снежный покров, наблюдается подмерзание многих видов древесных растений. Ввиду того, что терриконы в Свердловской области занимают небольшие площади и часто расположены в черте населенных пунктов на них необходимо проводить озеленительные работы, применяя террасирование склонов и используя методы лесных культур.

Большое влияние на интенсивность самозаражания склонов отвалов оказывает их экспозиция. На Среднем Урале на древесную

растительность западных склонов отрицательное действие оказывают господствующие западные зимние ветры. Нами наблюдались случаи лучшего самозарастания древесными растениями восточных и северных склонов по сравнению с западными и южными. Большинство плоских и конусовидных отвалов Свердловской области имеют очень крутые неустойчивые к водной эрозии склоны (30 – 40°). Чем круче склон и выше отвал, тем хуже идет зарастание его древесными растениями.

Шламоотвалы и хвосты, сформированные из отходов производств по обогащению золотоносных пород и железных руд, асбеста и талька, отвалы, возникшие при обработке щебня и шлакоотвалы металлургического и никелевого производств, а также золоотвалы теплоэлектростанций образованы нетоксичными субстратами, которые содержат в достаточном количестве необходимые для растений питательные вещества, за исключением азота, слабощелочные (рН от 7,4 до 8,2). Недостатком субстратов таких отвалов является их отрицательный комплекс физических свойств: пылеватость, дисперсность, несвязность, плохое удержание влаги. Многие из них подвержены водной и ветровой эрозии. Если субстраты сухие, самозарастание их идет крайне медленно и за счет травянистых растений (например, золоотвалы Красногорской ТЭЦ). Если же влаги достаточно, то они интенсивно зарастают древесными растениями при наличии вблизи семенников. На влажных золоотвалах (или их частях) Егоршинской, Среднеуральской, Серовской, Нижнетуринской и Верхнетагильской ГРЭС охотно поселяются со 2–5 года различные виды ив, частично береза бородавчатая и пушистая, осина, ольха серая, но очень редко сосна обыкновенная, т.е. в основном листственные древесные растения. Состав древостоя колеблется от ВИ2Б, ед.Ос, Ол до ЮИв, ед.Б, Ос, С, а сомкнутость крон в среднем от 0,3 до 0,5.

Наиболее обширные по площади и многочисленные по количеству в Свердловской и Челябинской областях городские отвалы, сформированные при добыче каменных и бурых углей, железных, никелевых и марганцевых руд, бокситов, золота, талька, асбеста, поделочных и драгоценных камней, строительных материалов (известняк, глины, камень, песок), и дражные отвалы, образованные при добыче золота, платины и алмаза. Из этой группы отвалов необходимо выделить дражные отвалы, так как они имеют специфические экологи-

ческие условия для жизни растений (каменистый промытый грунт с небольшим количеством мелкозема, часто к грунтам подходят проточные воды). Они могут подтопляться проточными водами и не подтопляться, в связи с чем и самозарастание их идет разными путями. Подтопляемые зарастают в основном ольхой серой (40-летние дражные отвалы по реке Ис), а неподтопляемые - сосной обыкновенной (58-летние Валериановские дражные отвалы).

Самозарастание древесными растениями остальных типов породных отвалов идет сравнительно однотипно и хорошо. Грунты этих отвалов не токсичны и содержат необходимые для роста древесных растений питательные вещества. Главными факторами влияющими на скорость, степень самозарастания и состав древесных растений таких отвалов, является удаленность последних от источников обсеменения древесных растений, их видовой состав и интенсивность выпаса на отвалах домашних животных. Состав древостоя колеблется от 10С, ед.Б, Ос, Ив (отвалы Кичигинского месторождения формо-вочного песка, Челябинская область) до 6С2ЛПЕ1Б+К, П, Ос, ед. Ив, Рб, Чр (отвалы Полуноченского месторождения марганцевой руды, Свердловская область), с различными комбинациями в соотношении видов древесных растений в зависимости от подзон. Но всегда, как правило, преобладает сосна обыкновенная. Сомкнутость крон зависит от возраста отвала, соответственно и возраста поселившихся на нем древесных растений и колеблется на разных отвалах от 0,3 до 1,0. Ход роста сосны в высоту идет по I-II бонитетам, за исключением отвалов, посещающихся домашними животными, где рост сосны снижается до III и даже IV бонитетов.

Присутствие на 20-30-летних облесенных отвалах лесных видов травянистых растений, как костяника, земляника лесная, герань лесная, вика лесная, вейник наземный, и кустарничков - брусники обыкновенной (константность 58%) и иногда черники говорит о том, что здесь уже формируются лесные фитоценозы по типу сосняков брусничниковых и разнотравных. Интересно отметить, что на таких отвалах имеется лесная подстилка толщиной 0,5-1,5 см и наблюдаются зачатки гумусового горизонта почвы. На отвалах часто встречается моховой покров, а на корнях деревьев - микориза. Попадаются грибы: масляник серый, сыротка пищевая, мухомор красный и др. Необходимо отметить, что константность таких видов травянистых растений, как клевера ползучего и лугового, вей-

ника наземного, мятыника лугового, пырея ползучего, кипрея, мать-и-мачехи, тысячелистника обыкновенного, на промышленных отвалах добывающей и перерабатывающей промышленности свыше 50%. По-видимому, эти виды травянистых растений имеют широкую амплитуду экологических требований и мирятся со многими неблагоприятными условиями промышленных отвалов.

В зонально-географическом аспекте активность самозаражания промышленных отвалов древесными растениями возрастает от южных подзон Урала к северным. Главная причина – повышение и стабилизация режима увлажнения грунтов отвалов и повышение влажности воздуха. К северу также улучшаются условия заноса семян древесных растений на отвалы, т.к. последние в лесной зоне, при расположении вне населенных пунктов, обычно вплотную окружены лесными массивами. Если в подзоне южной тайги (г. Н.Тагил) самозаражание отвалов древесными растениями начинается с 3–5 года после образования отвала, то в условиях средней и северной тайги (Карпинск, Полуночное) лиственные древесные растения поселяются уже на 1–2-й год, а хвойные на 2–3-й год.

По подзонам самозаражание отвалов древесными растениями идет в общих чертах таким образом: южная и северная лесостепь – облесение происходит медленно, в первую очередь на отвалах появляются разные виды ив, осина, береза бородавчатая; подзоны предлесостепенных сосново-березовых лесов и южной тайги – сосна обыкновенная, ель сибирская, береза бородавчатая и пушистая, осина, ивы; средняя тайга – сосна обыкновенная, ель сибирская, пихта сибирская, лиственница сибирская, береза бородавчатая и пушистая, осина и ивы; северная тайга – сосна обыкновенная, кедр сибирский, ель сибирская, пихта сибирская, лиственница сибирская, береза бородавчатая и пушистая, осина и ивы.

Отвалы различных типов с нефитотоксичными грунтами в различных природных районах Урала вполне успешно осваиваются лесными растениями и в относительно короткое время, но только при двух основных и обязательных условиях: а) наличие стен леса или деревьев-обсыпенителей вблизи отвалов; б) отсутствие выпаса домашнего скота на отвальных площадях в течение минимум 15–20 лет после прекращения работ на отвалах (пока не окрепнут молодые деревья). Когда эти условия обеспечены, на отвалах многих типов формируются в относительно короткое время (20–25 лет) полноцен-

ные молодые насаждения сосны или березы с примесью других древесных растений (на севере - ель, пихта, лиственница и даже кедр, на юге - осина, ивы), по продуктивности неуступающие, или даже превосходящие, естественные леса одинакового возраста.

Учитывая успешное естественное лесовозобновление в сравнительно короткие сроки на многих типах отвалов Урала, нами произведена классификация отвалов по степени успешности их самозарастания древесными растениями:

I. Отвалы, не зарастающие древесными растениями (фитотоксичные субстраты, полученные преимущественно при добыче и переработке руд цветных металлов и плавке вторичного сырья этих металлов). Эта группа отвалов занимает около 12% площади всех отвалов Свердловской области. В нее входят: шламовые отвалы производства алюминия, отвалы добывающих и перерабатывающих производств медной промышленности (породные отвалы медных месторождений, шлаковые и шламовые отвалы обогащения и производства меди, пиритные отвалы), гипсовые отвалы производства криолита, шлакоотвалы предприятий "Вторцветмет".

II. Отвалы, плохо зарастающие древесными растениями (нефитотоксичные субстраты - шламы, шлаки) - 4%. Устойчивые жизнеспособные сеянцы древесных растений (до 1 тыс. экз./га), способных через 20 лет дать древостой с покрытием кронами до 0,1, появляются через 10-20 лет после окончания формирования отвала. К ним относятся: шлакоотвалы переработки никелевых руд, шламоотвалы обогащения золотоносных пород и сухие золоотвалы тепловых электростанций.

III. Отвалы, удовлетворительно зарастающие древесными растениями (нефитотоксичные субстраты) - 9%. Устойчивые жизнеспособные сеянцы древесных растений (1-3 тыс. экз./га), способных через 20 лет образовать древостой с покрытием кронами до 0,4, появляются через 5-10 лет после окончания формирования отвала. К ним относятся: дражные отвалы, сформированные при добыче золота, платины и алмазов, кварцевые отвалы из отходов золотообогатительных фабрик, влажные золоотвалы ГРЭС, ТЭЦ и ТЭС, шламоотвалы производства талька и обогащения асбеста, шламовые и шлаковые отвалы обогащения железных руд и выплавки железа, отвалы производства строительного и дорожного шебня.

IV. Отвалы, успешно зарастающие древесными растениями (нефи-

тотоксисные субстраты) – 75%. Эти отвалы успешно зарастают древесными растениями при наличии двух упомянутых выше условий (близость обсеменителей, отсутствие выпаса скота). Устойчивые жизнеспособные сеянцы древесных растений (3–10 и более тыс. экз./га), способных через 20 лет дать сомкнутый древостой с покрытием кронами до 0,7 и более, появляются на отвалах на 2–5-й год после окончания формирования отвала. К этой группе относятся отвалы вскрытых и пустых пород, сформированных при добывче бурых и каменных углей, железных, никелевых и марганцевых руд, бокситов, золота, талька, асбеста, поделочных и драгоценных камней, строительных материалов (известье, глины, песок, камень).

Предлагаемая классификация промышленных отвалов дает возможность оценить, какие отвалы необходимопустить на самозарастание, где нужно содействовать процессу естественного зарастания (подсадки лесных культур), а где необходимо активное проведение биорекультивационных работ. 75% земель, нарушенных промышленностью в Свердловской области, вполне пригодны для естественного формирования на них леса или могут подвергнуться рекультивации ценными древесными растениями (сосна, лиственница, береза) с относительно небольшими затратами.

Естественное зарастание породных отвалов древесными растениями

a) Естественное возобновление древесных растений на промышленных отвалах

В главе описываются экологические условия и процесс самозарастания древесными растениями отвалов Богословско-Веселовского месторождения бурого угля и Естюнинского месторождения железной руды (Свердловская область), а также отвалов Кичигинского месторождения формовочного песка (Челябинская область). Установлено, что древесные растения поселяются прежде всего в микропонижениях отвалов на 2–5-й год после окончания формирования отвала или его части (отсыпки), а к 20 годам формируются полноценные лесные сомкнутые сообщества с деревьями, кустарниками, травяным и напочвенным ярусами. Пионерами при первоначальном заселении таких экотопов из древесных растений являются сосна обыкновенная, береза бородавчатая и пушистая, осина, ивы (16 видов), ракитник русский, а в дальнейшем в зависимости от подзон появляются вско-

ды лиственницы сибирской и темнохвойных. Травянистая растительность к 20 годам в основном представлена разнотравно-бобово-злаковыми сложными сообществами с проективным покрытием 50–75%.

Анализ данных учетных глощадок, заложенных на трансекте через Северный Карпинский отвал № 10 (Богословское месторождение бурого угля, площадь отвала 110 га), материалы по ходу роста сосны и визуальные наблюдения позволяют сделать вывод, что на отвале к настоящему времени сформировались два основных биотопа (типа лесорастительных условий) А и Б, отличающихся по характеру покрывающей их древесной растительностью.

Заселение древесными растениями биотопа А (отсыпки 1949–1952 гг., удаление от леса 50–285 м) началось со 2–3-го года после окончания работ на этой полосе отвала (максимальный возраст сосны равен 20 годам при высоте 6,8–7,8 м и диаметре у шейки корня 6–20 см) и идет беспрерывно по настоящее время (численность самосева древесных растений составляет 7,3–8,9 тыс./га, в т.ч. сосны 2,8–5,0). Покрытие кронами достигает 0,9. На биотопе А возникло настоящее лесное сомкнутое сообщество, почти одновозрастное (средний возраст сосны колеблется в интервале 10–14 лет), причем сосна выступает в роли эдификатора и на многих участках доминирует.

За границу территории биотопа А, далее к восточной окраине отвала, семена древесных попадали в значительно меньшем количестве, в результате чего возникло редколесье (биотоп Б) с преобладанием лиственных пород (береза, ива, осина). По-видимому, из-за относительно более мощного развития травянистой растительности (проективное покрытие 70–90%, задерненность 40–80%), самосев древесных растений здесь малочислен, а на наиболее молодых и крайних восточных отсыпках (550 м от стены леса) 1956–1958 гг. его почти нет. Кроме того, ограниченное поступление семян древесных растений на биотоп Б от материнского соснового леса обусловлено еще и "перехватом" их полосой сомкнутого древостоя биотопа А. Дальнейшее заселение древесными растениями биотопа Б, очевидно, будет идти со стороны древостоя А, уже вступившего в стадию плодоношения. В конечном итоге на биотопе Б также сформируется сомкнутое древесное сообщество, но в отличие от древостоя биотопа А оно будет разновозрастным (два поколения).

Принципиальные различия лесорастительных условий биотопов

А и Б подчеркиваются особенностями хода роста сосны (рис. 2а). Рост ее в высоту в обоих случаях наиболее правильно отражается кривыми типа параболы 2-го порядка, но соответствующие им уравнения специфичны, а именно:

$$H = 0,02a^2 + 0,01a - 0,18 \text{ для биотопа А и}$$

$$H = 0,02a^2 - 0,11a + 0,47 \text{ для биотопа Б, где}$$

H - высота сосен, a - их возраст.

Однако рост по диаметру у шейки корня и увеличение поперечника крон у сосен из биотопа Б с первых же лет жизни отчетливо превышают аналогичные показатели сосен биотопа А (рис. 2б). Очевидно, в условиях загущенного древостоя биотопа А из-за затененности они растут преимущественно в высоту, тогда как в биотопе Б, развиваясь "на свету", прирастают по диаметру, свободно формируя крону. В целом лиственно-сосновый древостой биотопа А развивается по линии Ш бонитета, а сосново-лиственное редколесье биотопа Б - по линии ГУ бонитета общеbonитеровочной шкалы. Лесорастительные условия первого ближе всего подходят к лесорастительным условиям сосновок брусничниковых, для которых в пределах Северного Урала, по Е.Л.Маслакову (1964), характерен Ш бонитет.

Аналогичные соображения можно высказать и относительно процессов самозарастания внешних железнодорожных отвалов Беселовского месторождения бурого угля (Северные - 351 га и Южный - 154 га). Разница только в том, что грунты их по сравнению с грунтами предыдущего отвала содержат больше питательных веществ (за исключением калия) и легче по механическому составу, что собственно важно для роста сосны. Обработка данных обмера 75 модельных экземпляров сосны, произрастающих на Южном Беселовском отвале, показала (рис. 2а), что на всем отвале ход роста в высоту однотипен и характеризуется кривой степенной параболы, которую можно выразить эмпирическим уравнением:

$$H = 0,692A^{2,6}, \text{ где } H - \text{высота сосен, } A - \text{их возраст.}$$

Формируется относительно одновозрастный сосновый древостой, развивающийся по линии I бонитета, т.е. гораздо лучше, чем древостой Северного Карпинского отвала № 10 (рис. 2а).

Аналогично с предыдущим идет формирование леса на остальных отвалах Богословского месторождения бурого угля, Есткинского железорудного месторождения (близи г.Н.Тагила, подзона южной

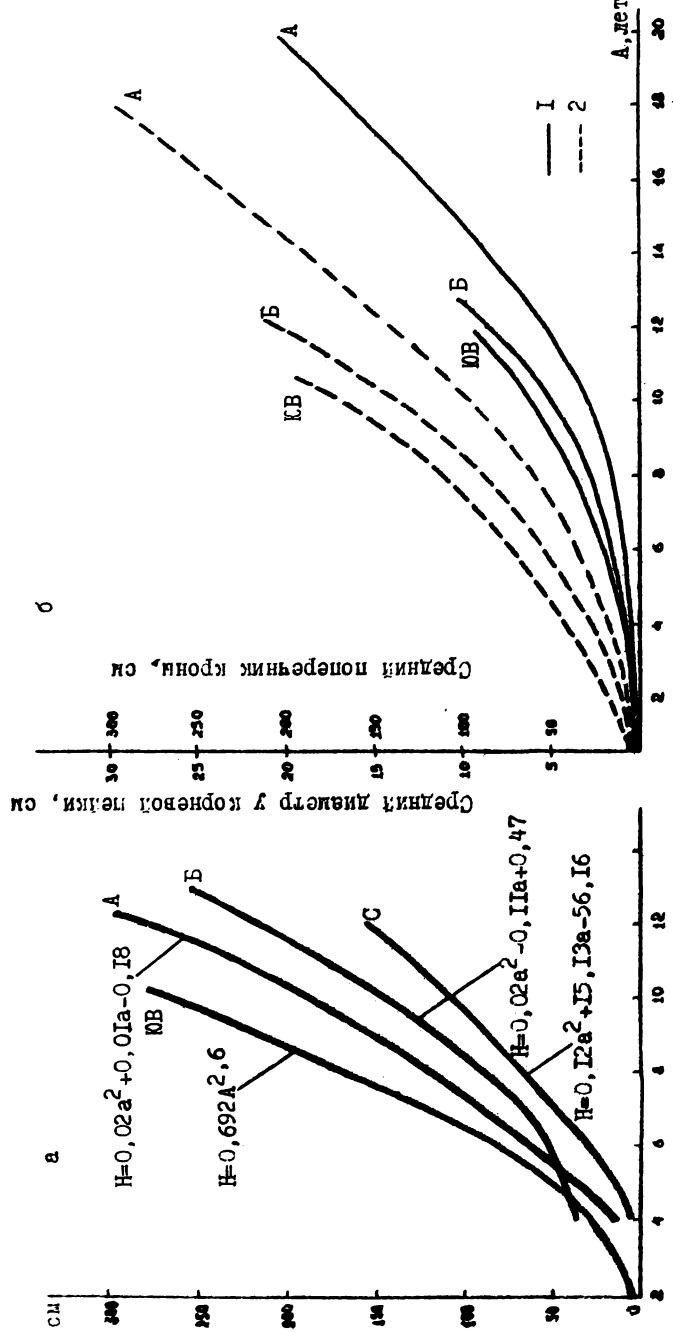


Рис.2. Ход роста сосны на Северном Керинском отвале №10 (диагонали А и Б), на Дином Веселовском отвале (ДВ) и на вырубке сосновка борнично-зеленогорного (С-по Е.П.Смолоногову, 1960):
 а) - в энсосту, б) - по диаметру у корневой шейки (I) и увеличение с возрастом полеречника кронный

тайги) и отвалах Кичигинского месторождения формовочного песка (Челябинская область, подзона южной лесостепи), хотя они расположены в разных лесорастительных подзонах и даже зонах.

В конечном итоге, можно сделать вывод, что на отвалах, образованных нетоксичными грунтами (четвертичные суглинки и супеси) и расположенных в лесной зоне, а иногда и в лесостепной в окружении лесной растительности, для их периферийных участков допустима ориентация на естественное самозарастание древесными растениями (на 1 га площади отвалов имеется в среднем 15–20 тыс. благопадежного самосева). Это заметно снизит общие расходы по биологической рекультивации таких отвалов. В центральной же части их, куда не возможен естественный занос семян древесных растений в достаточных количествах, лесные культуры хвойных пород (сосна, лиственница) можно создавать путем посадки 2-летних саженцев, начиная со 2–3 года после окончания отсыпки грунтов. Такая работа успешно проводится лесхозами на Веселовских и Кичигинских отвалах.

б) Распространение семян древесных растений на поверхности промышленных отвалов

В связи с разной степенью самозарастания древесными растениями биотопов А и Б Северного Каршинского отвала № 10, а также окраин и центральных участков других отвалов, возник вопрос, на какое же расстояние от леса или отдельных семеников, могут рассеиваться и поселяться семена древесных растений на отвалах, обеспечивая возникновение полноценных насаждений естественного происхождения, и с какого расстояния от окраин отвалов следует ориентироваться на активную лесную рекультивацию. Для условий промышленных отвалов такие данные отсутствуют. В разделе работы дается обзор литературы по распространению семян древесных растений анимохорным и зоохорным путем в естественных местообитаниях. Нами установлено, что колебание численности самосева древесных растений на отвалах, в зависимости от типа и формы отвала, удаления от него источника обсеменения и других экологических условий, выражается в пределах от 1 тыс. до 247 тыс./га.

Анализ данных по дальности распространения древесных растений на отвалах показал, что с удалением от стены леса идет заметное уменьшение количества их. Причем эффективное зарастание древесными растениями идет до 300–350 м от восточной стены леса

и до 250–300 м от других стен леса, ввиду того, что во многих районах Урала господствуют ветры западных румбов, особенно в весенне-летний период, когда происходит вылет и рассеивание семян древесных растений. Так, на Северном Карпинском отвале № 10 на удалении 50 м от восточной стены леса в 1972 г. было 46 тыс. на 1 га самосева древесных растений, в т.ч. сосны 32 тыс./га, а на удалении 350 м, соответственно, 15 и 12. Особенno заметное снижение количества самосева сосны наблюдается на удалении свыше 350 м от стены леса. Статистические показатели убывания количества древесных растений в зависимости от увеличения расстояния между стеной леса и частью отвала довольно надежны для расстояний от 50 до 400 м. Показатель точности выражается в пределах 6–16%. Сравнивая данные по успешности возобновления древесных растений на этом отвале со шкалой возобновления на концентрированных вырубках сосновок брусничниковых среднетаежной подзоны (Маслаков, 1964) и с нашей классификацией отвалов по успешности возобновления древесных растений на них, можно отметить, что возобновление до удаления 350 м от стены леса идет на отвалах успешно, а свыше 350 м – удовлетворительно.

Подобные же результаты получены и на других отвалах.

Данные семеномеров на Северном Карпинском отвале № 10 весной 1973 г. показали, что в биотопе А на 1 га выпало семян сосны больше, чем в биотопе Б в 7,2 раза. Причем, если в начале отвала (50 м от леса) семян выпало в среднем 210 тыс./га, то у окраины территории биотопа А (300 м от леса) – только 40 тыс./га.

Подобные данные дают основание утверждать, что наиболее эффективное заселение отвалов древесными растениями идет до 300–350 м от стены леса.

**в) Фитомасса естественных насаждений сосны
на промышленных отвалах**

Обсуждаются материалы учета фитомассы насаждений сосны на 5 пробных площадях (3 – на отвалах месторождения бурого угля в районе г. Карпинска, I – на Естынинском отвале № I-2 месторождения железной руды в районе г. Н. Тагила, и I – на Кичигинских отвалах месторождения формовочного песка в Челябинской лесостепи). Информация о методике дана в разделе "методика", процесс самозарастания растениями в разделе "а" четвертой главы, а характеристика древостоя пробных площадей приводится в табл. I.

Таблица I

Характеристика древостоя пробных площадей,
заложенных для определения продуктивности сосны.

Название отвала	Размер пробной площади, м ²	Возраст деревьев, лет	Количество древесных растений на пробной площади (чт. сажен.)	Средняя санкция	Состав	Средний размер стволов сосны		Бонитет	Запас стволов сосны, м ³ /га
						диаметр на выс. гр., см	высота, м		
Северный Карпинский № 10 (отсыпка 1949)	365	6-21	513 365	0,8	IОС+Е, Л, ед. Б, Ос, П, Ив, Рб	8,1	6,4	П	48,4
Северный Веселовский (отсыпка 1949-50 гг.)	370	6-20	565 338	0,8	9С1В+Л, ед. Е, Ос, Ив	7,7	5,2	I	72,9
Южный Веселовский (отсыпка 1958-59 гг.)	1250	6-12	522 452	0,3	IОС+Б, Е, Ив, ед. Л, Ос, Ол	2,5	2,7	I	4,6
Естюнинский № 1-2 (отсыпка 1953-54 гг.)	400	6-19	760 212	0,7	8С2Б+Е, Л, Ос, Ив, ед. П, Ол, Рб	5,5	4,2	I	43,2
Кичигинские (отсыпка 1948-57 гг.)	291	6-18	310 310	0,6	IОС, ед. Б, Ос, Ив	6,8	5,3	I	41,5

В связи с МБП интересно оценить не только хозяйственную продуктивность, но и общую. Установлена связь между диаметром ствола у корневой шейки и фитомассой различных частей дерева (например, связь между диаметром ствола у корневой шейки и фитомассой ствола выражается уравнением: $M = 0,69 + 0,0535D^2$, где M - фитомасса, D^2 - квадрат диаметра у корневой шейки).

Обработка материалов исследования показала, что фитомасса ствола сосны, произрастающей на отвалах, составляет в среднем 52,5% от массы надземной части и 35% от общей. Кора в сыром состоянии составляет в среднем 13% от веса ствола (древесина с корой). Большое значение имеют данные о хвое, так как рост растений находится в тесной связи с развитием ассимилирующих органов. Установлено, что хвоя сосны держится на деревьях 4-6 лет. Вес ее в сыром состоянии от веса охвоенных частей ветвей

составляет 52%. Установление подобных связей позволяет облегчить работы по определению общей фитомассы без нарушения структуры ценоза. Фитомасса подземной части сосны, произрастающей на отвалах, в 2,5 раза меньше надземной и составляет в среднем 28,3% от общей фитомассы дерева. Интересно отметить, что площадь, занимаемая корневой системой модельного дерева (A - возраст - 21 год, D_0 - диаметр у корневой шейки - 20 см), на Северном Карпинском отвале № 10 составляет 56 м^2 , а на Южном Веселовском отвале - 108 м^2 (A -12 лет, D_0 -10 см). Такая большая площадь, зачимаемая горизонтальными корнями сосны Южного Веселовского отвала по сравнению с корнями сосны Северного Карпинского отвала № 10, может быть объяснена различием в их густоте древостоя, так как по наличию питательных веществ в их грунтах данные противоположные. Грунты Южного Веселовского отвала богаче по содержанию гидролизуемого азота и подвижного фосфора, но беднее по подвижному калию. Как показали данные, площадь, занимаемая горизонтальными корнями сосен, произрастающих на отвалах, в 7-22 раза больше площади проекции их крон. Корни первого порядка в верхнем ярусе корневых систем копируют микрорельеф, т.е. в микропонижениях и повышениях глубина их залегания неизменна (8-10 см от поверхности). Установлено, что на более легких грунтах (Южный Веселовский отвал) стержневой корень сосны проникает на глубину до 2,5 м, а на более тяжелых по механическому составу грунтах Северного Карпинского отвала № 10 только до 1,2 м. В условиях разреженного древостоя (Южный Веселовский отвал) корневая система угнетенной сосны идет в направлении незанятого древесными растениями пространства. В условиях же загущенного древостоя Северного Карпинского отвала № 10 наблюдались случаи вынужденно-го срастания корня угнетенного дерева с корнем подавляющего. Таким образом, на пространственное распространение корневой системы сосны на отвалах влияет густота древостоя и механический состав грунтов отвалов.

В табл. 2 приведены данные о фитомассе насаждений сосны, произрастающих на породных отвалах Урала в сравнении с продуктивностью сосновок естественных лесорастительных условий других районов.

Таким образом, не только по хозяйственной продуктивности, но и по биологической сосняки, сформировавшиеся на нетоксичных промышленных отвалах Урала, равнозначны естественным сосновым насаждениям того же возраста.

Tadunia 2

Доказатели роста и продуктивности сосны в сосняках, сформировавшихся на промышленных породных отвалах Свердловской и Челябинской областей и в естественных лесорастительных условиях других районов

Место исследования	Тип леса	Характер среды обитания	Средний возраст деревьев	Абсолютно сухой вес ствола см. ³ /га	Абсолютно сухой вес в корневой части см. ³ /га	Всего	Фитомас-	
							древесины	коры и почвы
Свердловская область Средняя Тайга	Сосняк на щуро-угольном отвале (Северный Карпинский)	II	10,0	12,2	6,4	41,1	16,1	8,6
	То же (Северный Веселовский)	I	9,1	17,8	5,2	33,1	17,9	8,8
	То же (Долинный Веселовский)	I	3,6	1,3	2,7	2,2	2,6	2,1
Кижан тайга	Сосняк на железорудном отвале (Естонинский)	I	13,8	13,1	4,2	15,4	9,3	3,2
Челябинская область Кижан лесостепь	Сосняк на отвалах формироочного песка (Кичигинские)	I	10,7	10,6	5,3	18,0	13,1	6,2
Костромская область Кижан тайга (по Поликарпову, 1962).	Сосняк липытовский	I	22,1	29,6	7,4	34,7	5,0	4,0
	Сосняк черничниковый	I	22,8	22,3	6,6	31,3	4,7	4,1
	Сосняк брусничниковый	II	29,6	-	-	37,6	2,4	3,7
	То же	III	20,2	-	-	17,8	2,4	3,4
	Сосняк вересковый	II	35,8	-	-	6,6	2,0	3,4
	Сосняк липытовский	II	22,8	-	-	15,6	3,2	3,9
Красногорская лесостепь (по Семёчиной, 1974)	Сосняк разнотравный	II	30,0	7,9	57,3	3	8,6	6,2
							72,1	14,2

I. Вес ствола дан от корневой шейки до вершины. 2. Вес корней определен ориентировочно расчетным и графическим способами по неполным раскопкам и взвешиванием части корневой системы 5 модельных деревьев, произрастающих на Карпинско-Веселовских отвалах.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что на Урале в границах подзон северная тайга-южная лесостепь наблюдается успешное естественное зарастание промышленных отвалов многих типов древесными растениями, формирующими при определенных условиях сомкнутые насаждения.

2. Самозарастание промышленных отвалов древесными растениями и формирование сомкнутых сообществ определяется следующими условиями: а) типом отвала по происхождению и разнообразием физических свойств, механическим и химическим составом их грунтов; б) зонально географическим месторасположением отвала; в) наличием вблизи него источников заноса семян древесных растений; г) условиями отвала и его частей (возраст, форма, площадь и высота отвала, крутизна и экспозиция склонов, удаленность участка отвала от источника заноса семян); д) зоогенными и антропогенными воздействиями.

3. Пионерами при заселении отвалов Свердловской и Челябинской областей являются: сосна обыкновенная, ель сибирская, лиственница сибирская, березы бородавчатая и пушистая, осина, реже пихта сибирская и кедр сибирский, из кустарников - ракитник русский и различные виды ив (на отвалах зарегистрировано 16 видов ив, чаще других встречается ива козья). По подзонам лесостепной и лесной зон Челябинской и Свердловской областей зарастание отвалов древесными растениями идет таким образом: отвалы южной и северной лесостепи, предлесостепных сосново-березовых лесов и южной тайги зарастают в основном лиственными и светлохвойными древесными растениями, на отвалах средней тайги к ним добавляются темнохвойные, а в подзоне северной тайги - светлохвойные и темнохвойные древесные растения одинаково часто и обычны.

4. Самозарастание древесными растениями в зависимости от типа отвала и лесорастительной подзоны, начинается в I-5-й год после окончания формирования отвала или его части. В первую очередь растения поселяются в понижениях, где благоприятнее питательный и водный режимы, а также лучше закрепляются их семена. Поэтому поверхность сравнительно ровных плоских отвалов, которые предназначаются под естественное зарастание древесными растениями, планировать нецелесообразно.

5. Самозарастание отвалов затрудняется с увеличением их высоты, так как ухудшаются условия заноса семян древесных растений. Крутые склоны отвалов, находящиеся под постоянным воздействием плоскостной и линейной эрозии, мешающей закрепиться семенам древесных растений, застают значительно хуже, чем верхняя поверхность отвалов. Склоны высоких конусовидных отвалов (терриконов) застают древесными растениями только снизу от подошвы до 1/3 их высоты. Такие отвалы необходимо разравнивать, сполаживая их склоны.

6. Наиболее эффективное заселение промышленных отвалов пихтой и лиственницей идет на расстояние до 200 м, елью – до 250 м, а сосной – до 300–350 м от источника обсеменения, хотя семена древесных растений (например, ив, берез и осины) распространяются на отвалах до 1 км и дальше. В связи с этим в центрах больших отвалов или же на отвалах, находящихся на удалении выше 300–350 м от лесных массивов, необходимо проводить меры содействия лесовосстановлению или активную лесную рекультивацию.

7. Сосна, поселяясь естественным путем на отвалах, развивается нормально и образует насаждения, равноценные по внешнему виду и продуктивности обычным естественным насаждениям. В зависимости от состава и свойств грунтов отвалов, рост ее в высоту идет по линии I–II бонитетов. Причем на большинстве промышленных отвалов сосна растет по линии I–III бонитетов (средний бонитет сосновых лесов Свердловской области – III,5).

8. По биологической продуктивности древостои сосны, сформировавшиеся естественным путем на промышленных породных отвалах Свердловской и Челябинской областей, также не уступают таким же одновозрастным с ними древостоям, возникшим в естественных лесорастительных условиях. Фитомасса ствола сосны, произрастающей на отвалах, составляет в среднем 52,5% от массы надземной части и 35% от общей. Хвоя сосны держится на деревьях 4–6 лет и составляет по весу 52% от охвоенной части ветвей. Фитомасса коры стволовой части сосны составляет в среднем 13% от веса ствола (древесина с корой), а фитомасса корневой системы сосны примерно в 2,5 раза меньше фитомассы надземной части ее.

9. Корни первого порядка в верхнем ярусе корневых систем контролируют микрорельеф отвала, т.е. глубина их залегания неизменна (8–10 см от поверхности). Стержневой корень сосны идет до глуби-

ны 2,5 м. Площадь, занимаемая горизонтальными корнями сосен, произрастающих на отвалах, в 7-22 раза больше площади проекции их крон.

10. Крайне отрицательное влияние на формирование древостоя оказывает зоогенный фактор. При систематическом повреждении скотом древесных растений, они или погибают или приобретают кустистую форму. На отвалах, где планируется лесная рекультивация, или где имеются условия естественного возобновления древесных растений, целесообразно запрещать всякий выпас скота по крайней мере в течение минимум 15-20 лет после прекращения работ на отвале (пока не окрепнут молодые деревья, появившиеся на отвале от налетевших семян древесных растений).

II. В зависимости от перечисленных условий отвалы Свердловской и Челябинской областей по признаку успешности самозарастания древесными растениями делятся на 4 группы: I - не застраивающие древесными растениями, II - плохо застраивающие, III - удовлетворительно застраивающие и IV - успешно застраивающие древесными растениями. Предварительная мелиорация грунтов и активная рекультивация обязательны на отвалах с фитотоксичными, грубокаменистыми и мелко-дисперсными (пылеватыми, запыляющими после дождей) грунтами (I группа), если для них проектируется лесная рекультивация. На отвалах III и особенно II группы необходимо проводить частичную или полную горнотехническую рекультивацию и, в зависимости от их расположения и наличия источников обсеменения, оставить под самозарастание древесными растениями или провести активные методы биологической рекультивации (лесной или сельскохозяйственной). Отвалы IV группы при наличии вблизи них источников заноса семян целесообразно оставлять под самозарастание древесными растениями. В центре больших отвалов этой группы, куда затруднено поступление семян древесных растений естественным путем, необходимо применять меры содействия лесовозобновлению (подсевы семян, подсадка сеянцев или саженцев) или полную активную лесную рекультивацию.

12. Ориентироваться на самозарастание древесными растениями промышленных отвалов в Свердловской области можно во всех подзонах таежной зоны (северной, средней и южной тайги), т.е. почти во всей области, за исключением только самой южной части ее (северная лесостепь). Выявлено, что около 50% площади отвалов можно

пустить под самозаrstание древесными растениями, применяя в некоторых случаях меры содействия лесовозобновлению. Это в основном вскрышные и породные отвалы, сформированные при добыче бурых и каменных углей, железных, никелевых и марганцевых руд, бокситов, золота, асбеста, талька и строительных материалов.

13. В целом можно сделать вывод, что не только в лесной зоне (Свердловская область), но и в условиях южной лесостепи (Челябинская область) возможно успешное самозаrstание древесными растениями промышленных отвалов при условии нахождения вблизи них лесных массивов. На 1 га площади отвалов имеется в среднем 15–20 тыс. экземпляров благонадежного самосева сосны. Ориентация на естественное заrstание древесными растениями промышленных отвалов там, где это возможно, позволяет заметно снизить общие расходы по биологической рекультивации таких отвалов. В центральной же части больших отвалов, куда не возможен естественный занос семян древесных растений в достаточных количествах, начиная со 2–3 года после окончания отсыпки грунтов, необходимо проводить лесные культуры хвойных пород (сосна, лиственница, путем посадки 2-летних саженцев).

14. Посадки древесных растений на породных отвалах в Свердловской и Челябинской областях, проведенные лесхозами, на чистых землях расположены отвалы, показали хорошую приживаемость и рост древесных растений. Особенно хорошо растут на отвалах сосна обыкновенная, лиственница сибирская, береза бородавчатая, осина, акация желтая, а на влажных отвалах – тополь. Эти примеры дают основание утверждать, что на породных отвалах, сложенных нетоксичными субстратами, при удаленном расположении их от источников обсеменения, целесообразно проводить лесокультуры, подбирая соответствующие данным условиям произрастания виды древесных растений.

15. Учитывая расположение и вредоносность промышленных отвалов для окружающей среды и человека, разнообразие отвалов и степень самозаrstания их древесными растениями, предлагается биорекультивационное районирование Свердловской области по степени очередности проведения рекультивационных работ. Область делится на две биорекультивационные зоны (актуальной и неактуальной рекультивации), которые в свою очередь – на 4 биорекультивационных района: АI – неотложной массовой рекультивации, АII – первоочередной локальной рекультивации, АIII – второочередной локальной рекультивации и АIV – неактуальной локальной рекультивации. Рекуль-

тивационные работы необходимо проводить прежде всего в первых двух биорекультивационных районах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что около половины земель, нарушенных промышленностью Свердловской области, можнопустить на самозарастание древесными растениями. Но самозарастание не следует рассматривать как оставление таких земель вне какого-либо хозяйственного контроля и воздействия. Они прежде всего должны быть выделены в натуре с составлением проекта самозарастания, и для них следует организовать действенную охрану от выпаса домашнего скота. Кроме того, необходимо организовать уход за молодняком и частичную подсадку лесных культур, где в силу тех или иных локальных причин не произойдет естественного обсеменения древесными растениями.

Вторая половина таких площадей войдет в состав пространств, на которых предстоит проводить активную биологическую рекультивацию, прежде всего лесохозяйственного направления, создавать водоемы (площади достаточно глубоких и обширных карьеров, например, карьера в гг. Карпинске, Волчанске, рабочих поселках Веселовке, Северный и др.) или заниматься строительством.

Также следует отметить, что в биологической рекультивации в первую очередь нуждаются земли, нарушенные промышленностью, в селитебной черте населенных пунктов, прежде всего, таких, как г. Нижний Тагил, Североуральск, Краснотурьинск, Волчанск, Серов, Красноуральск, Качканар, Кировград, Асбест, Реж, Березовский, Полевской, Каменск-Уральский, Сухой Лог и другие. Имеет прямой смысл объекты рекультивации в черте названных городов рассматривать как первоочередные, подлежащие восстановлению до 1980 г.

В заключение подчеркнем, что промышленные отвалы, хотя и являются техногенными образованиями, возникшими вне прямой зависимости от особенностей местной географической среды, - их свойства, морфологическая эволюция, прежде всего, процессы самозарастания растениями и формирования почвенного покрова, на конец, эффективность приложения к ним рекультивационных мероприятий, - все это находится под контролем местных экологических и географических факторов и условий.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Эколого-географические закономерности естественного зарастания древесной растительностью промышленных отвалов Свердловской области. В сб.: На встрече молодых географов (Материалы VII научной конференции молодых географов Сибири и Дальнего Востока). Иркутск, 1972, с. 105-109. (СО АН СССР).

2. Классификация промышленных отвалов Свердловской области по самозарастанию их древесной растительностью. В сб.: Тезисы докладов Уральской конференции молодых ученых "Человек и биосфера". Свердловск, 1973, с. 145-148.

3. Закономерности естественного облесения промышленных отвалов Свердловской области. В сб.: Проблемы рекультивации земель в СССР. Новосибирск, "Наука", 1974, с. 241-249. (СО АН СССР).

4. Естественное возобновление древесных растений на железнодорожных отвалах открытых разработок Карпинско-Волчанско-Буроугольного бассейна (Свердловская область). В сб.: Растения и промышленная среда. Сборник третий. Свердловск, "Уральский рабочий", 1974, с. 138-157. (УрГУ).

5. Техногенные ландшафты. В сб.: Современное состояние теории ландшафтования, вып. 2. Пермь, Перм. гос. ун-т, 1974, с. 14-17. (В соавторстве с Л.В.Потаповой).

6. Рекультивация нарушенных промышленностью земель, как один из аспектов рационального использования природных ресурсов. В сб.: Изучение природы, хозяйства и населения Сибири (Тезисы VII научной конференции молодых географов Сибири и Дальнего Востока). Иркутск, 1975, с. 193-194. (В соавторстве с Л.В.Потаповой).

Материалы диссертации доложены на следующих совещаниях и конференциях:

1. У конференция молодых географов Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1972.
2. Совещание "Рекультивация в Сибири и на Урале". Новосибирск, 1973.
3. Уральская конференция молодых ученых "Человек и биосфера". Свердловск, 1973.
4. Седьмое Всесоюзное совещание по вопросам ландшафтования. Пермь, 1974.

Материалы по площадям, нарушенным добывающей и перерабатывающей промышленностью Свердловской области, их анализ и рекомендации по биологической рекультивации, составленные автором под руководством и при участии Б.П.Колесникова, переданы в рабочую комиссию, разрабатывающую комплексный перспективный план развития народного хозяйства Свердловской области на 1975-1990 гг.

ПОДПИСАНО К ПЕЧАТИ 16/УП 1975 г.
ОБЪЕМ 2,12 ЛЕЧЛ.

ТИРАЖ 120

ФОРМАТ 8Сx84 1/16
ЗАКАЗ 1568

ЦЕХ № 4 ОБЪЕДИНЕНИЯ "ПОЛИГРАФИСТ",
СВЕРДЛОВСК, ТУРГЕНЕВА, 20