

ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

УДК 628.472.38:624.136:631.312.021.4
DOI 10.36305/2712-7788-2021-4-161-7-26

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ КРЫМА. СООБЩЕНИЕ 2.
СВАЛКИ, НАСЫПИ И ОТВАЛЫ**

**Юрий Владимирович Плугатарь¹, Владислав Вячеславович Корженевский¹,
Игорь Иванович Головнев¹, Ольга Александровна Славгородская²**

¹Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита E-mail: herbarium.47@mail.ru

² Министерство экологии и природных ресурсов Республики Крым
295022, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Кечкетская, 198
E-mail: mp@meco.rk.gov.ru

Проблема отходов – одна из самых актуальных в мире. Российская Федерация и Республика Крым не исключение. На территории РФ размещено свыше 30 млрд. тонн мусора, ожидается, что почти все российские свалки переполнятся в ближайшие пять лет. В Крыму, за границами населённых пунктов остаются не ликвидированными 293 свалки общей площадью более 1,054 млн. кв. м. (в сравнении с показателями на 12.03.2021 г. количество нелегализованных свалок за границами населённых пунктов увеличилось на 4 ед., увеличилась и площадь свалок на 889 кв. м). Оптимизацию антропогенных объектов решают путём правильного выбора места и эксплуатации отвала, а также приданием ему соответствующей формы и надлежащим озеленением, т. е. используя то, что называют интеграцией объекта в ландшафт. При любых обстоятельствах формированию отвала должно предшествовать снятие верхнего слоя почвы его складирование и сохранение. Важнейшей формой отвала следует считать террасированную столовую гору с крутизной 1:3 и округлением подножья осыпи. Отвалы выше 10 м террасируют с шириной уступа не менее 4 м. Чрезвычайно важно обеспечить контроль над поверхностным стоком воды путём прокладки небольших каналов на склонах и выполнить окаймление периметра полосой насаждения шириной не менее 5 м. Фитомелиоративные мероприятия на бедном субстрате следует выполнять, используя сидераты, сочетая бобовые и злаки (бобовые: клевер луговой, клевер ползучий, люцерна жёлтая, люцерна рогатая, эспарцет песчаный и др.; злаки: ежа сборная, житняк пустынный, костёр безостый, овсяница луговая, райграс пастбищный и др.). Молодые растения авангардных деревьев и кустарников сажают по схеме размещения от 2,5 x 2,5 до 0,75 x 0,75 м. Чем сложнее природные условия, тем плотнее должна быть посадка. В качестве авангардных используют любые виды деревьев и кустарников, быстро растущих в данных условиях. Основные виды деревьев вначале сажают в количестве от 4000 до 6000 штук. Это значит, что расстояния между рядами составляют 1,5-2 м, а расстояния между растениями в ряду – от 1 до 1,5 м. Авангардные виды деревьев и кустарников размещают равномерно группами или рядами. Основные виды деревьев и кустарников размещают группами не менее чем по 10 саженцев одного вида.

Ключевые слова: оптимизация; рекультивация; свалки; насыпи; отвалы; древесно-кустарниковые насаждения

Вместо эпилога: «Есть такое твёрдое правило, – сказал мне позднее Маленький принц. – Встал поутру, умылся, привёл себя в порядок – и сразу же приведи в порядок свою планету» (Маленький принц – Антуан де Сент-Экзюпери, 1943).

Введение

Непрерывное поддержание и регулирование природных процессов в желательном направлении и на должном уровне составляет отличительную черту

оптимизированного ландшафта, в противоположность стихийно нарушенному, которому, по сути, предоставлена возможность необратимо деградировать или вступить в полосу длительной восстановительной сукцессии.

Отсюда возникает вопрос о возможности и перспективах управления природными процессами в экосистемах. По мнению некоторых авторов, принцип управления природными процессами состоит в том, чтобы ценой небольших затрат энергии и вещества вызвать в них «ценные реакции» (Долгушин, 1964; Федоров, 1971). И.Ю. Долгушин считает, что в основе этого подхода лежит принцип индукции, т.е. использование импульса, усиливающего процесс. По Д.Л. Арманду (1968), в данном случае мы используем положительные обратные связи в системе, которые обуславливают лавинообразное усиление процесса, играя как бы роль реле.

Формирование оптимизированного ландшафта в Крыму предполагает достижение таких важнейших целей:

1) обеспечить оптимальную производительность возобновимых природных ресурсов, главным образом биологических;

2) эффективное использование возобновимых, неисчерпаемых, не загрязняющих среду источников энергии;

3) стабилизация современных процессов рельефообразования как природного, так и техногенного происхождения (дефляция, эрозия, заболачивание, наводнения, обмеление рек, сели, загрязнение воды, воздуха, почв и т.п.);

4) оптимизация геохимической обстановки и санитарно-гигиенических условий природной среды обитания;

5) создание идеальных условий для экологического воспитания и культурного развития *Homo sapiens*, а также для научного исследования природных комплексов.

Проблема отходов – одна из самых актуальных в мировой повестке, при этом большинство россиян считают её основной в сфере экологии. По данным Росприроднадзора, площадь мусорных полигонов в РФ уже достигла 4 млн. гектаров – это сопоставимо с размерами Нидерландов или Швейцарии, и она ежегодно увеличивается на 10%. По последним данным РЭО, в 2019 г. в России образовалось 61,1 млн. тонн ТКО (твёрдые коммунальные отходы), а в 2020 г. – 54,3 млн. тонн, 96,2% из которых отправили на захоронение. Один человек производит примерно 420 кг ТКО в год, и этот показатель растёт на 3% ежегодно. Чтобы ликвидировать незаконные свалки и значительно сократить объёмы вывозимого на полигоны мусора, 1 января 2019 г. в России началась реформа отрасли обращения с отходами. Как рассказали в РЭО, за прошедшие два года в России ввели 106 предприятий по обращению с ними, ещё 868 должны заработать до конца десятилетия. По данным РЭО, в начале 2021 г. уровень сортировки ТКО в России достиг 30%, к 2024 г. этот показатель составит 50%, а к 2030 г. – 100%. На утилизацию, которая включает в себя всю полезную переработку, кроме захоронения, к 2024 г. направят 12% отходов, а к 2030 г. – 50%.

А пока отвалы, терриконы и свалки не только наносят ущерб ландшафту, они вызывают нарушение равновесия в природе, например попадание отходов в окружающую среду в результате выветривания или смыва, влияние на водный режим, ухудшение качества грунтовых вод, изменение воздушных потоков, ослабление регенерационного потенциала ландшафта. Кроме того, нарушается внешний вид местности: бесформенный, бросающийся в глаза отвал обезображивает пейзаж.

Отвалы пустой породы, бытового, строительного и промышленного мусора и других отходов вызывают, наряду с техническими, юридическими, санитарными, организационными и другими проблемами, отрицательное влияние на природную среду и ландшафт, обуславливая тем самым необходимость принятия разнообразных

мер по формированию и обустройству ландшафта. Выбор территорий для подобных сооружений, где наносимый окружающей среде вред может быть сведён к минимуму, также требует учёта будущего обустройства ландшафта. Наконец, сами отходы определяют род и объём мероприятий по формированию и обустройству ландшафта, нацеленных на ликвидацию последствий вмешательства человека в природную среду.

На территории РФ размещено свыше 30 млрд. тонн мусора: ожидается, что почти все российские свалки переполнятся в ближайшие пять лет. В Республике Крым, в период с 15.03.2021 по 19.03.2021 гг. выявлено (таблица 1):

- в границах населённых пунктов – 4 несанкционированные свалки отходов площадью 239 кв. м.;

- за границами населённых пунктов – 6 несанкционированных свалок отходов общей площадью 1449 кв. м.;

В данный период ликвидировано:

- в границах населённых пунктов – 2 несанкционированные свалки отходов общей площадью 35 кв. м.;

- за границами населённых пунктов – 2 несанкционированные свалки отходов общей площадью 560 кв. м.

В границах населённых пунктов остаётся не ликвидированными 180 свалок общей площадью более 139 тыс. кв. м. (в сравнении с показателями на 12.03.2021 г. количество неликвидированных свалок в границах населённых пунктов увеличилось на 2 ед., увеличилась и площадь свалок на 204 кв. м).

Таблица 1

Свалки на территории Республики Крым (данные на 19.03.2021 года)

Table 1

Landfills on the territory of the Republic of the Crimea (data as of 03/19/2021)

Свалки в границах населённых пунктов Landfills within the boundaries of settlements		Свалки за границами населённых пунктов Landfills outside the borders of settlements	
Муниципальное образование Municipal district	Количество, ед. / площадь, кв. м. Quantity, units / area, sq. m.	Муниципальное образование Municipal district	Количество, ед. / площадь, кв. м. Quantity, units / area, sq. m.
Ленинский район	-	Ленинский район	18/15366,4
городской округ Керчь	2/1611,7	городской округ Керчь	-
г. Щёлкино	-	г. Щёлкино	-
Кировский район	-	Кировский район	6/56809,8
г. Старый Крым	-	г. Старый Крым	-
городской округ Судак	5/384	городской округ Судак	14/35824,6
городской округ Феодосия	24/2605	городской округ Феодосия	2/61445
городской округ Евпатория	3/22492	городской округ Евпатория	-
Сакский район	6/8911	Сакский район	43/76696
городской округ Саки	4/2691	городской округ Саки	-
Черноморский район	2/2916	Черноморский район	20/23189,44
городской округ Ялта	64/44801,23	городской округ Ялта	10/45904,6
городской округ Алушта	21/10754	городской округ Алушта	25/18568,62
Симферопольский район	18/19480	Симферопольский район	77/477877
городской округ Симферополь	26/21863	городской округ Симферополь	-
Бахчисарайский район	-	Бахчисарайский район	28/54643
г. Бахчисарай	-	г. Бахчисарай	-
Белогорский район	6/600	Белогорский район	15/64800
г. Белогорск	-	г. Белогорск	-
Нижнегорский район	-	Нижнегорский район	12/79640

Продолжение таблицы 1
Table 1 continued

Советский район	-	Советский район	-
Джанкойский район	-	Джанкойский район	6/14082
Городской округ Джанкой	-	Городской округ Джанкой	-
Красногвардейский район	-	Красногвардейский район	13/27575
Раздольненский район	-	Раздольненский район	2/485
Первомайский район	-	Первомайский район	-
Краснопереконский район	-	Краснопереконский район	2/1350
г. Краснопереконск	-	г. Краснопереконск	-
г. Армянск	-	г. Армянск	-
ИТОГО / TOTAL	180/139093,93	ИТОГО / TOTAL	293/1054256,46

За границами населённых пунктов остаются не ликвидированными 293 свалки общей площадью более 1,054 млн. кв. м (в сравнении с показателями на 12.03.2021 г. количество неликвидированных свалок за границами населённых пунктов увеличилось на 4 ед., увеличилась и площадь свалок на 889 кв. м).

На территории Республики Крым, по состоянию 19.03.2021 остаются (с учётом ранее выявленных) неликвидированными 473 свалки общей площадью 1193350,39 кв. м., из них:

- в границах населённых пунктов – 180 мест общей площадью 139093,93 кв. м;
- за границами населённых пунктов – 293 места общей площадью 1054256,46 кв. м.

Недопущение подобного ущерба для ландшафта или ликвидация его отвечает интересам общества. Здесь тоже действует правило: виновник причинённого вреда обязан исправить последствия вмешательства в природную среду и ландшафт. Вид и объем соответствующих мер, а также все вопросы, связанные с созданием отвала и его последствиями, должны быть заранее выяснены и решены в ходе выдачи разрешения при составлении "Сопроводительной схемы ландшафта".

Обсуждение и предложения

Варианты возможного использования отвала. В предыдущем сообщении (Плугатарь и др., 2021), мы рассмотрели оптимизацию техногенных ландшафтов на примере карьеров, штолен, выемок и котлованов. Здесь речь пойдёт о таких антропогенных формах рельефа как свалки, насыпи и отвалы, то есть, потенциальных источников денудации и ветровой эрозии. Предотвращение и устранение ущерба, наносимого ландшафту отвалами, а также их удовлетворительное обустройство часто становятся чрезвычайно сложной задачей. Её решают путём правильного выбора места и эксплуатации отвала, а также приданием ему соответствующей формы и надлежащим озеленением, т. е. используя то, что называют интеграцией объекта в ландшафт. Таким образом, вредный для пейзажа и равновесия ландшафта фактор превращают, по меньшей мере, в нейтральную структуру, а то и в ценный природный объект: биологический (птичий заповедник), климатологический (небольшая лесная территория, где образуются турбулентные потоки воздуха) и, наконец, экономический (заготовка древесины). Возможности дальнейшего использования территории всегда зависят от ряда факторов. С одной стороны, искусственно созданные условия определяют характер использования территории положением, формой, материалом отвала и т.д. С другой стороны, решающее значение для определённых возможностей использования имеет потребность в тех или иных объектах. Потребность, однако, не следует понимать только в виде требований населения, сельского или лесного хозяйства, промышленности и т. д., но и как необходимость создания природных элементов на подвергшейся вмешательству человека территории. Далее мы обсудим

только проблемы дальнейшего использования отвалов, заключающиеся в формировании растительного покрова.

Варианты оптимизации отвалов. Мы не будем подробно останавливаться на принципах выбора места для отвалов. Разнообразие условий, материала, возможностей транспортировки, требований к территории и т. д. столь велико, что не представляется возможным дать универсальные рекомендации.

При любых обстоятельствах формированию отвала должно предшествовать снятие верхнего слоя почвы. Засыпание мусором этого ценного субстрата противоречит всем принципам ландшафтного строительства. Равным образом следует своевременно снимать верхний слой почвы для его дальнейшего использования со всех территорий, где предусмотрена выемка грунта. При этом неважно, будет ли этот слой почвы, затем использован для покрытия территории отвала или в других целях. Всегда следует исходить из необходимости сохранения верхнего, богатого перегноем и мелкозернистой почвой слоя профиля грунта. Верхний слой почвы важно сохранить при любых условиях. Объёмы этой почвы велики, поэтому требуется организация её транспортировки и вторичного использования, а также тесная связь между снятием верхнего слоя почвы, отсыпкой материала и восстановлением почвы, т. е. планомерное хозяйственное использование верхнего слоя почвы.

Форма отвала представляет интерес с точки зрения ландшафта. Она бросается в глаза или определяет картину пейзажа, выглядит неуместно или вписывается в ландшафт. Кроме того, форма отвала может способствовать успеху мероприятий по озеленению или препятствовать их осуществлению и, наконец, определять возможности дальнейшего использования территории.

Как непригодную следует отклонить форму отвала в виде островерхого конуса с высокими и крутыми склонами и значительной дифференциацией материала, иссушением в верхней части и сильной склонностью к эрозии. Конусообразные терриконы даже из поддающегося озеленению материала требуют больших затрат на обустройство.

Форма стола, особенно террасированная столовая гора, – важная форма отвала. При этом следует обратить внимание на крутизну склонов. Естественная крутизна насыпи, как правило, больше, чем удобная с точки зрения озеленения. Неизбежно исправление крутизны насыпи, по меньшей мере, до 1:1,5 (66,7 %), а лучше до 1:3 (33,3 %). Всегда оправдано ещё более пологое округление подножия насыпи (рис. 1). На всех отвалах высотой более 10 м формируют уступы. Они расчлняют откосы большой протяжённости, предотвращают эрозию и поверхностный сток, служат в качестве дорог для хозяйственного освоения территории и, наконец, обеспечивают возможность поэтапного озеленения откоса. Каждую готовую насыпную террасу озеленяют. Окончательная ширина уступов склона составляет не менее 4 м. Более широкие террасы обеспечивают возможность придания откосу более живописной формы и высадки растительности на плоских участках (рис. 2).

Отвалу придают такую форму, чтобы вся вода из атмосферных осадков просачивалась внутрь и использовалась растениями, а не стекала по склонам. С этой же целью все плоские поверхности формируют с возвышением по кромке. Высота отвалов не ограничена. Терриконы высотой более 100 м вполне характерны. Однако нельзя упускать из виду, что подобные горы, выходя за 30-метровую отметку, подвергаются сильному воздействию ветра. Необходимы специальные ветрозащитные меры на плато террикона; при создании растительного покрова также следует учитывать ветровую нагрузку.

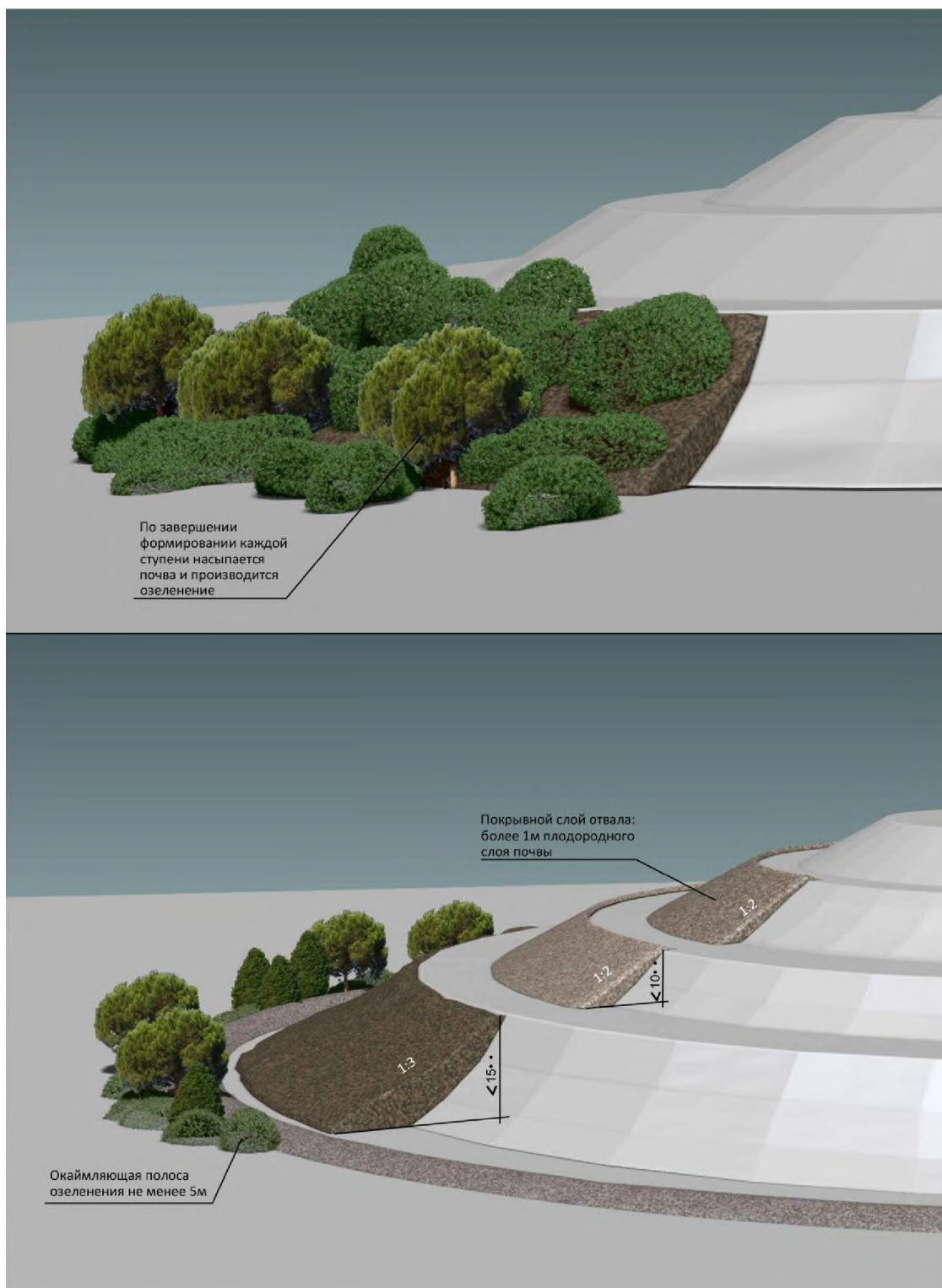


Рис. 1 Насыпной отвал в виде террасированной столовой горы
Fig. 1 Bulk dump in the form of a terraced table mountain

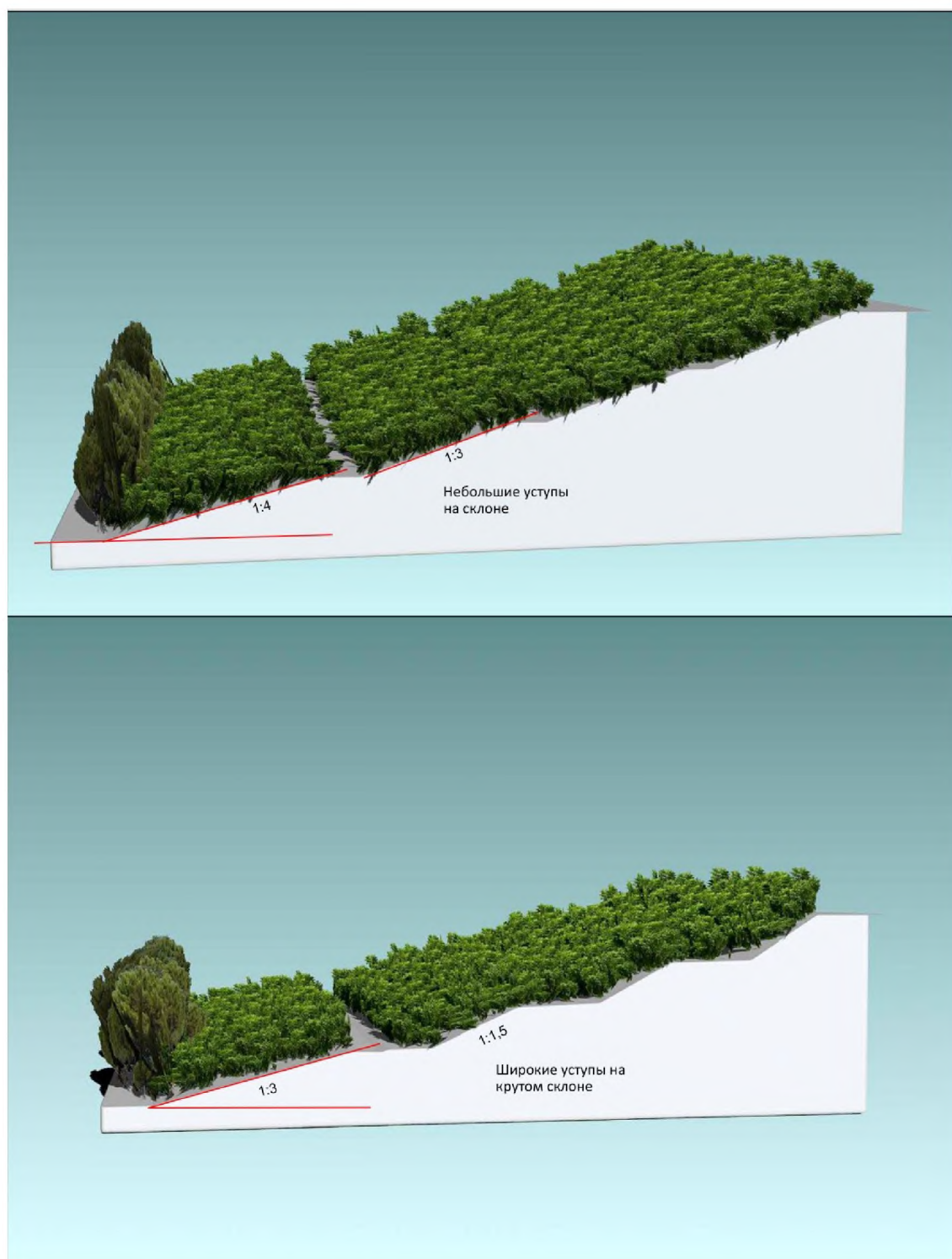


Рис. 2 Формирование склонов отвала
Fig. 2 Formation of dump slopes

Отвалы в форме террасированной столовой горы всегда, по меньшей мере, при большой высоте, будут казаться инородным телом пейзажа, даже будучи покрытыми растительностью. Любой отвал для создания гармоничного и более или менее достоверного с топографической точки зрения пейзажа требует значительно большей площади. Откосы обязательно должны быть пологими, подножье мягко округлённым, связанным с окружающим рельефом местности плавно, без излома. Так же должна

быть закруглена и вершина. Стремление придать отвалу более округлённую форму оправдано именно на пересечённой местности, где особенно бросается в глаза крутизна склонов отвала в форме столовой горы. При использовании территории в целях отдыха и создания растительного покрова можно добиться успеха лишь придавая некое соответствие отвала рельефу местности. Ясно, что при равной площади земельного участка здесь помещается меньше материала, чем в терриконе с крутыми склонами (рис. 3).

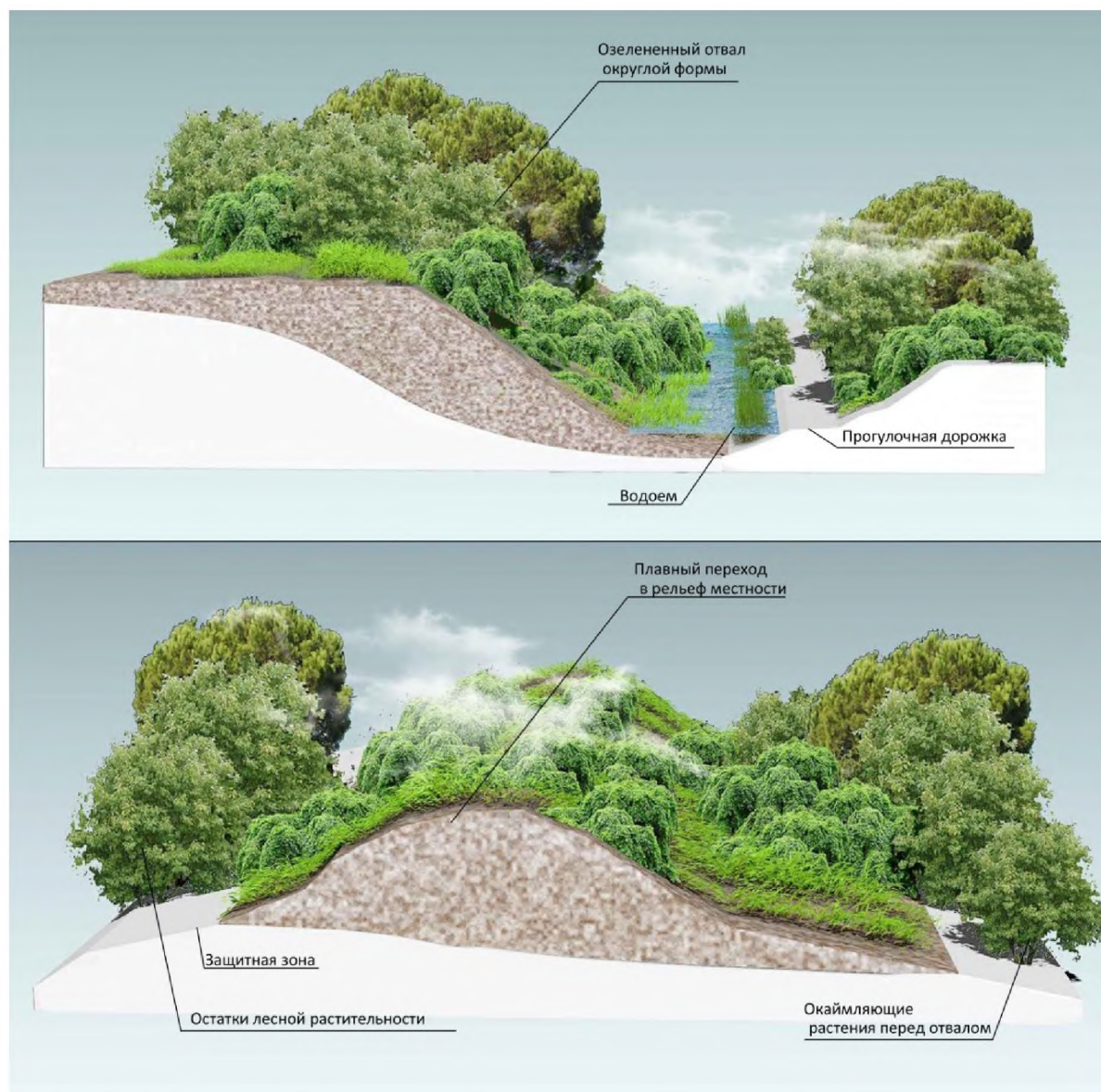


Рис. 3 Пример гармонично вписанного в ландшафт отвала
Fig 3 An example of a dump harmoniously inscribed in the landscape

При создании отвалов округлённой и пологой формы следует обратить особое внимание на регулирование стока воды и предотвращение эрозии почвы. Обеспечить контроль над поверхностным стоком воды можно, проложив дороги в виде уступов или небольшие каналы на склонах.

Основные стадии формирования растительного покрова. Первое вспомогательное средство обустройства отвалов – окаймление их зелёными насаждениями. Его можно осуществить ещё до начала формирования отвала материала:

при этом растительность обеспечивает защиту окружающей территории на достаточно ранней стадии, являясь маскировочным и в некоторой степени, пылезащитным средством. В отдельных случаях окаймление полосой насаждений представляет собой вообще единственную возможность обустройства, а именно при ссыпании отходов, препятствующих росту растительности, и невозможности создания плодородного слоя почвы (например, отвалы пустой породы при добыче калийных солей). Эффективность полосы насаждений по периметру отвала достигается лишь при её ширине не менее 5 м.

Состав ссыпаемого в отвал материала определяет процесс создания растительного покрова. Он может быть столь разнообразен, что предложить готовые рецепты невозможно. Мы можем лишь описать принципы озеленения отвалов и активации бедных почв. Каждый конкретный случай требует тщательного отдельного исследования и всесторонней оценки различных возможностей. Во многих случаях не обойтись без экспериментов, т.е. пробных посадок перед озеленительными работами в больших масштабах. Одновременно укажем на то обстоятельство, что процесс создания растительного покрова проходит множество стадий, каждая из которых включает в себе определённые возможности и требует определённых мер. Этот процесс нельзя свести к однократной посадке растений, а тем более только к посеву семенами.

Различают два основных типа озеленения отвалов:

1. Покрытие отвала плодородным слоем почвы.
2. Активация бедной почвы.

Для свалок бытового мусора характерны, однако, совершенно другие условия, и они рассматриваются ниже. Приводимое описание касается всех прочих видов отвалов, а также бедных минеральных почв.

На отвал наносят покровный слой, состоящий из биологически активной, тонкозернистой почвы или субстратов с уравновешенным балансом питательных веществ и мощным потенциалом реактивации (например, смесь лёсса и гравия). Если намечено создание лесопосадок на неподдающихся освоению материалах, то толщина покровного слоя должна составлять не менее 1 м. Слой меньшей толщины в таких условиях непригоден для обеспечения развития древесно-кустарниковой растительности на длительный срок. Если материал отвала непроницаем для корней, то функция обеспечения растительности питательными веществами и влагой ложится на поверхностный слой почвы. Для развития травянистого покрова достаточно поверхностного слоя толщиной лишь несколько дециметров.

Толщина покровного слоя при высадке деревьев и кустарников может быть уменьшена, если материал отвала обеспечивает развитие растительности, т.е. осваивается корневой системой растений.

При покрытии склонов плодородным слоем почвы большой толщины необходимы меры по предотвращению оползней. Склоны не должны быть чересчур крутыми (1:2), а их поверхности придают как можно большую шероховатость, не исключая использование с этой целью инженерно-биологических средств (плетёнки, фашины, хворостяные выстилки).

При обеспечении устойчивости склонов и достаточной толщины слоя плодородной почвы дальнейший ход озеленения представляет собой лишь техническую и организационную проблему. Условия развития растений более или менее нормальные. Отдельные проблемы, например большая ветровая нагрузка, зарастание сорняками или неблагоприятная ориентация склона, решают соответственно естественным местам развития растений.

Биолого-экологические проблемы озеленения отвалов начинаются там, где создание мощного покровного слоя невозможно и сам материал отвала должен стать

субстратом для растений. Активация бедной почвы – чрезвычайно многосторонняя проблема различной степени сложности. Процесс, в естественных условиях длящийся от нескольких десятилетий до многих веков, приходится сжимать до короткого промежутка времени, чтобы устранить повреждения, вызванные образованием отвала. В этих случаях расходы на озеленение не могут не возрасти.

Предварительным условием успешной активации бедной почвы является тщательное изучение местности. Следует выявить и оценить все факторы, препятствующие развитию растительности. Следовательно, необходимы подробные химические и биологические исследования, которые могут быть дополнены сериями экспериментов или даже лабораторными испытаниями в вегетационных сосудах.

Наконец, целенаправленные меры по улучшению почвенных условий, т. е. мелиорация, создают условия для развития растительности. Эти меры делятся на три группы:

1. Улучшение физической структуры бедной почвы.
2. Улучшение химических условий роста растений.
3. Биологическая активация.

Тесная взаимосвязь отдельных мелиоративных мер абсолютно очевидна: за счёт биологической активации улучшается физическая структура почвы, например способность, удерживать влагу, и наоборот. Решающее значение, однако, имеют изменения химического состава субстрата.

Цель мелиорации – обеспечить растения достаточным количеством питательных веществ и устранить все факторы, препятствующие их развитию: токсичные вещества связываются, избыточная кислотность или, что встречается реже, избыточное содержание оснований, в почве уменьшается, мобилизуются имеющиеся и вносятся недостающие питательные вещества. Почвенные условия должны быть улучшены, по меньшей мере, настолько, чтобы обеспечить образование сплошного растительного покрова. Этот растительный покров, в свою очередь, естественным путём продолжит улучшение условий для роста и процесса почвообразования.

На уплотнённых почвах целесообразно механическое рыхление, в сочетании с заделкой внесённых удобрений. Также и биологически активный поверхностный слой почвы, даже если его толщина составляет лишь несколько сантиметров, смешивают с бедной почвой. Использование любого здорового поверхностного почвенного слоя – большое подспорье для активации субстрата. Конечно, после создания достаточно гармоничных почвенных условий биологическая активность может быть повышена и другими способами, например внесением гумуса и почвенных бактерий, обогащением почвы гумусообразующими веществами или покрытием (мульчированием) органическими (например, солома) или неорганическими (например, пенопласт) материалами.

Готовых рекомендаций по активации бедных почв не существует. Цель создания приемлемых условий для развития растительности на таких почвах требует, в зависимости от конкретной ситуации, применения весьма различных средств и большего времени, чем на нормальных почвах.

Основные стадии формирования растительного покрова. Мелиоративные меры химического, физического и биологического характера – лишь подготовка к собственно процессу озеленения, определяющемуся принципами фитоценологии. Развитие растительности на бедных почвах проходит определённые стадии. Идеальным вариантом конечной стадии создания растительного покрова является лесное насаждение. Как правило, мы можем рассчитывать на создание лесного массива как цели естественного развития и на искусственных почвах. Развитие растительного покрова делится на следующие стадии:

1. Начальная стадия: открытая поверхность почвы заселяется первыми высшими растениями, развитие которых не ограничивается конкуренцией;

2. Стадия развития авангардных видов многолетних и однолетних травянистых растений: в зависимости от местных условий определённые виды образуют более или менее сплошной растительный покров почвы, осваивают, и, возможно, улучшают почву;

3. Стадия развития авангардных видов древесно-кустарниковой растительности: нетребовательные к климатическим и почвенным условиям виды кустарников и деревьев создают условия для следующей стадии формирования растительного покрова;

4. Стадия развития деревьев, конечная: более прихотливые породы деревьев способны полностью исчерпать потенциал местности и поддерживать его равновесие при отсутствии вмешательства извне.

Процесс формирования растительного покрова не обязательно проходит все стадии развития. Так, на бедных песчаных почвах отсутствует стадия образования сплошного покрова травянистых растений. Их место занимают на ранней стадии развития авангардные виды деревьев и кустарников. В принципе при любом процессе озеленения необходимо приспосабливаться к этим стадиям, стимулировать их поступление и укорачивать их длительность с помощью соответствующих мер.

Озеленение следует начинать непосредственно по завершении создания отвала. Существует немного исключений из этого правила, а именно, когда материал под действием воздуха и атмосферных осадков теряет свойства, препятствующие развитию растительности, или разрыхляется, разлагается и становится пригодным для освоения. Так, терриконы на каменноугольных рудниках предпочтительнее озеленять через 1-2 года после их отсыпки, по завершении процесса образования почвенного покрова.

В остальных случаях стоит использовать благоприятную физическую структуру и влажность ещё рыхлого отвала для скорейшего пронизывания его корнями растений. Так можно хотя бы частично превратить искусственную структуру в естественную рыхлую почву, пока не завершилось оседание грунта. Скорейшее создание растительного покрова выполняет также функцию защиты от эрозии и удержания тонкозернистой почвы на поверхности, не допуская её смывания или просачивания вглубь. Старый, уплотнённый отвал гораздо сильнее сопротивляется развитию растительности. Оставление отвала в нетронутом виде неизбежно вызывает ухудшение условий для развития растений и уменьшает возможность озеленения.

Первая задача озеленения бедной почвы – создание сплошного растительного покрова. Наряду с защитой от эрозии он улучшает качество почвы, что подразумевает не только её активацию, но и улучшение микроклиматических условий. Растительный покров оказывает в данном случае весьма разностороннее влияние.

Пионерная растительность. Для улучшения топических условий на оптимизируемой территории и создания растительного покрова наиболее пригодны растения, обладающие соответствующими их назначению свойствами. У травянистых и древесно-кустарниковых растений такими свойствами считаются:

1. Относительно невысокая требовательность к почвенным условиям: возможность удовлетворительного роста даже на слабом субстрате;

2. Быстрый рост на начальной стадии развития надземных органов, развитие корневой системы;

3. Устойчивость к воздействию высоких и низких температур, ветра;

4. Улучшение свойств почвы за счёт образования гумуса или обогащения почвы азотом.

Существует несколько стандартных видов авангардных растений, которые, как свидетельствует опыт, могут произрастать почти повсеместно. Несмотря на это всегда следует учитывать особенности конкретной ситуации, находя и используя растения "специалисты". Виды растений, приспособленных к широкому спектру природных условий, обладают всеми преимуществами при озеленении бедных почв. Риск неудачного подбора видового состава растительности невелик. Кроме того, определённую роль играют растения, способные переносить ограниченные природные условия и медленно изменять их. Такие растения "специалисты" часто заселяют территорию естественным путём. Чем сложнее природные условия территории, тем чаще приходится прибегать к помощи таких видов растений.

Фитомелиоративные мероприятия с помощью травянистых растений. В процессе создания растительного покрова на бедных почвах наибольшее значение имеют бобовые. Их корневая система развивается экстенсивно, глубоко проникая в почву, а кроме того, они фиксируют азот, быстро растут, формируют сплошной покров и способствуют образованию большого количества органических веществ. Подбор видового состава зависит от исходных условий почвы, которые оценивают методами фитоиндикации (Корженевский, Клюкин, 2000; Корженевский, Квитницкая, 2010).

Посевы бобовых, фиксирующих азот, всегда подвергают инокуляции соответствующими бактериями. Высоко ценятся следующие виды: *Trifolium pratense* L. – клевер луговой, *Trifolium repens* L. – клевер ползучий, *Trifolium repens* L. – клевер ползучий, *Medicago falcata* L. – люцерна желтая, *Lotus corniculatus* L. – лядвенец рогатый, *Onobrychis arenaria* (Kit ex Willd) D.C. – эспарцет песчаный. Злаки, напротив, обладают интенсивной корневой системой, густо развивающейся близ поверхности почвы, но не проникающей вглубь. Они предотвращают смыв почвы, но не могут улучшать почву в той степени, как это делают бобовые культуры. К тому же сплошная дернина может стать существенным препятствием на дальнейших стадиях озеленения. Из злаков, чаще всего рекомендуют такие виды: *Dactylis glomerata* L. – ежа сборная, *Agropyrum desertorum* (Fisch. ex Link) Schult. et Schult. – житняк пустынный, *Bromopsis inermis* (Leyss), Holub – костёр безостый, *Festuca pratensis* Huds. – овсяница луговая, *Lolium perenne* L. – райграс пастбищный. Предпочтительно использовать небольшую долю злаков в любых травосмесях, используемых лишь для образования растительного покрова и улучшения свойств почвы. Последующие древесно-кустарниковые насаждения не должны страдать от потери влаги и конкуренции со стороны травянистых растений.

На бедных почвах часто практикуется гидросев. При этом одновременно с семенами в почву вносят необходимые на начальной стадии развития растений минеральные удобрения, а также средства активации почвы и защиты от эрозии. В настоящее время имеются столь разнообразные смеси, что в каждом конкретном случае можно выбрать наиболее подходящий состав семенного материала и добавок. Необходимо подчеркнуть, что речь идёт лишь о начальной стадии процесса озеленения. Эту работу надо продолжать. Посев древесно-кустарниковых растений на бедных почвах ещё не настолько отработан, чтобы сразу же после посева было возможно дальнейшее самостоятельное развитие растений.

Основные правила посадки древесно-кустарниковых растений. За образованием сплошного растительного покрова, состоящего из травянистых растений, следует стадия развития леса из авангардных пород. Длительность отдельных стадий процесса озеленения весьма различна. В сложных случаях требуется несколько вегетационных периодов или даже десятилетий, чтобы обеспечить готовность территории к следующей стадии развития растений. Однако там, где не представляет

трудности активация почвы, за один вегетационный период можно пройти все стадии развития, включая посадку постоянных видов растительности.

Молодые растения авангардных деревьев и кустарников сажают по схеме размещения от 2,5 x 2,5 до 0,75 x 0,75 м. Чем сложнее природные условия, тем плотнее должна быть посадка. Наряду с влиянием почвенных условий, следует учесть и воздействие ветра на высоких отвалах. Оно также обуславливает увеличение плотности посадки. В качестве авангардных можно использовать любые виды деревьев и кустарников, которые в данных условиях быстро растут и тем самым создают условия для посадки видов основной растительности (Плугатарь, Корженевский, 2014). По-видимому, нет необходимости в искусственном внесении в почву типичных для отдельных видов деревьев и кустарников симбиотических грибов. Они достаточно скоро появятся самостоятельно.

Насаждение, сформировавшееся из авангардных видов деревьев и кустарников, в ходе дальнейшего развития превращают в основное. Этот процесс может протекать по одному из трёх предлагаемых вариантов:

1. Авангардные и основные виды деревьев и кустарников высаживаются одновременно. Вся цепочка последовательных работ по уходу нацелена на создание условий для медленнорастущих ценных основных видов за счёт авангардных, последовательно удаляя их по мере формирования насаждения;

2. Через несколько лет после посадки авангардного леса его прореживают и сажают более ценные и требовательные основные породы. К этому времени авангардные виды должны достичь высоты 2,5-3 м. И в этом случае нужно обеспечить последующее устранение авангардных видов деревьев и кустарников;

3. В течение длительного периода, когда энергия роста авангардного леса уменьшится и начнётся естественное изреживание, его преобразуют в основной. Основные виды сажают под редким пологом авангардного леса. Последний постепенно удаляют.

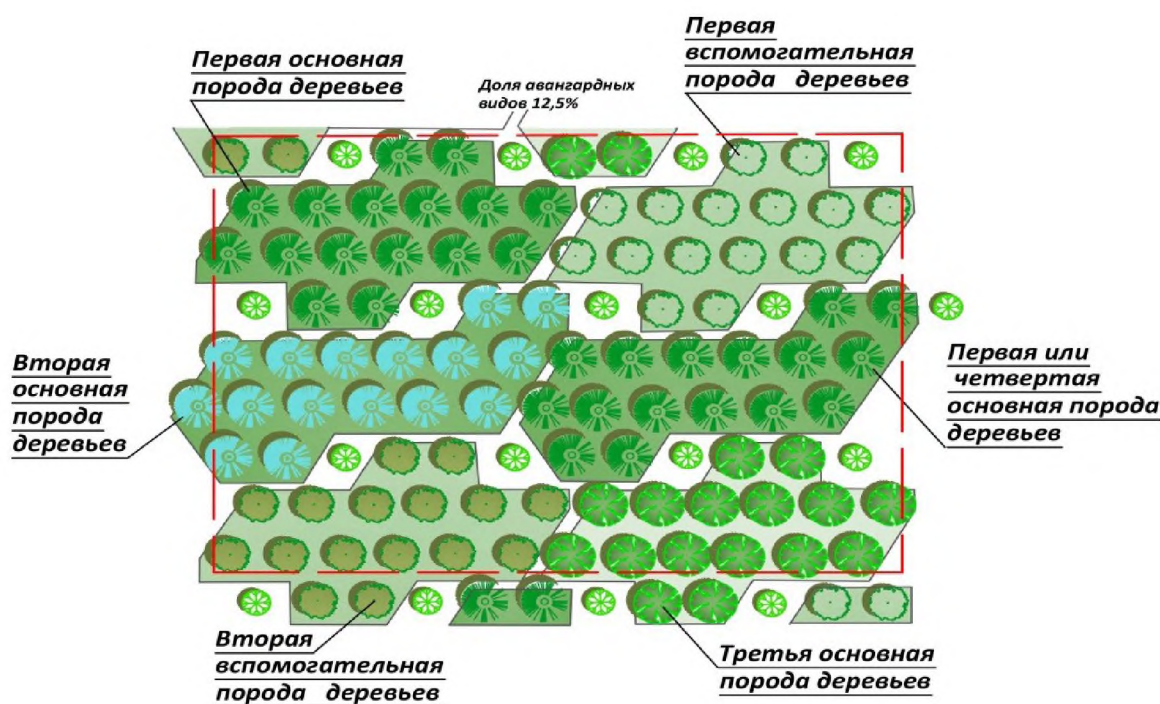


Рис. 4 Посадка смешанными группами
Fig. 4 Landing in mixed groups

Видовой состав долговременной древесно-кустарниковой растительности должен быть как можно разнообразнее. Лишь таким способом можно обеспечить полное использование и освоение территории отвала. Любое ограничение в подборе видового состава, не говоря уже об использовании только одного вида, создаёт неестественные условия, ведущие к нежелательным последствиям на бедных почвах, развитие которых не завершилось. Особенно следует избегать использования одних только сосен для озеленения бедных почв. Эти породы деревьев приводят к одностороннему развитию почвы, связанному с новыми нагрузками и совершенно отличному от развития почвы в условиях разнообразного по видовому составу лиственного леса. Если, например, под сосновым лесом на песчаных отвалах образуется слой сырого гумуса толщиной лишь в несколько сантиметров, покрывающий неосвоенную почву, то под лиственными деревьями равного возраста почва обогащается слоем гумуса толщиной в несколько дециметров и покровным слоем мягкого гумуса.

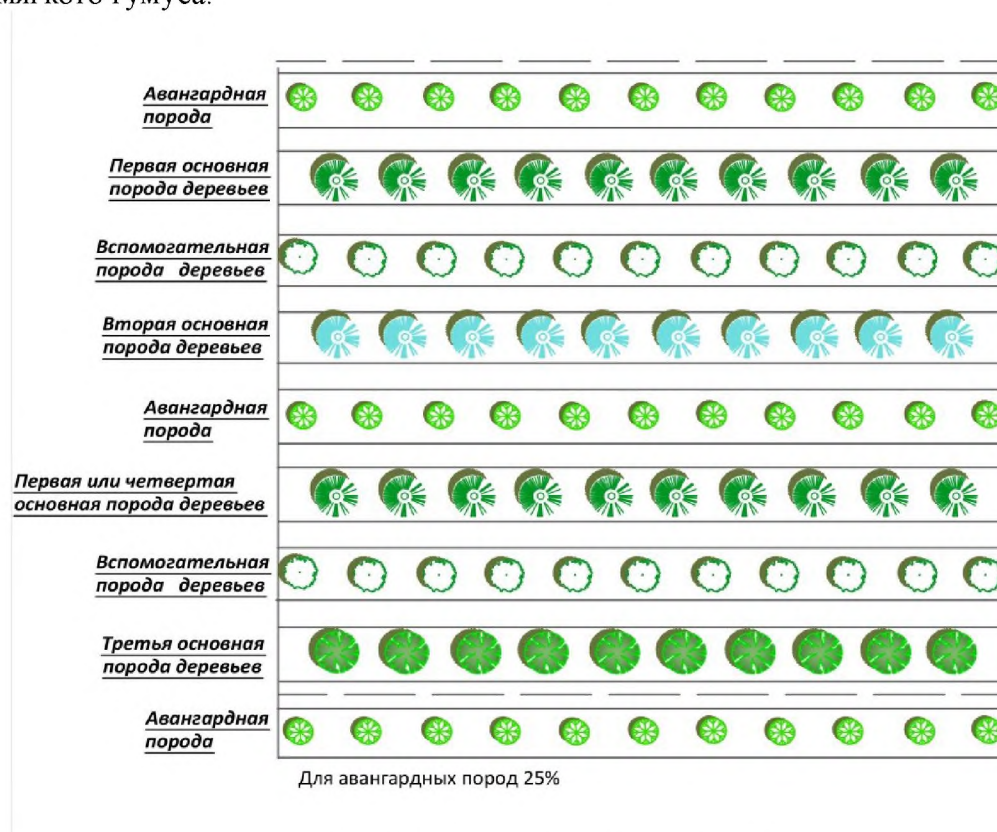


Рис. 5 Посадка смешанными рядами
Fig. 5 Planting in mixed rows

Для посадки на отвалах и озеленения бедных почв используют, как правило, сеянцы, реже – молодые саженцы. Для уменьшения затрат труда расстояния между растениями были изменены по сравнению с приведёнными ранее данными. Чтобы отодвинуть сроки первых работ по уходу за насаждениями, сейчас расстояния между растениями делают больше. Основные виды деревьев вначале сажают в количестве от 4000 до 6000 штук. Это значит, что расстояния между рядами составляют 1,5-2 м, а расстояния между растениями в ряду – от 1 до 1,5 м.

Определённую роль при лесопосадках на бедных почвах играет тополь. Превосходным авангардным видом, особенно на кислых почвах, является неприхотливая осина. Напротив, ценные и гибридные сорта тополя требуют достаточно сбалансированных природных условий, особенно же любят рыхлую и

воздухопроницаемую почву свежих отвалов. При достаточном количестве питательных веществ они долго обладают преимуществом в росте по сравнению с прочими видами авангардной или основной древесно-кустарниковой растительности и тем самым выполняют определённые функции по улучшению природных условий территории (затенение), а также могут представить интерес с хозяйственной точки зрения. Вряд ли можно ответить в этой связи на вопрос о том, какие именно из множества видов или сортов тополя имеют наибольшие шансы на успех в конкретном случае. Стоит, однако, отметить, что все гибридные тополя предъявляют особенно высокие требования к обеспечению питательными веществами и наличию воды и воздуха в почве.

Однозначно, кустарники играют при озеленении отвалов лишь второстепенную роль. Почти все они требуют достаточного освещения и прекращают рост в тени авангардных или основных пород деревьев. Кустарники важны по периметру для создания сомкнутой опушки леса. Опушка в виде полосы кустарника шириной 3-5 м защитит со временем растительность от ветра, создаст возможность обитания мелким животным и птицам. Может оказаться целесообразным и обеспечение ветрозащиты в более высоких зонах отвала путём увеличения доли кустарника в насаждениях.

Выбранные для посадки деревья и кустарники целесообразнее размещать по определённому плану. При этом несущественно, используется ли схема посадки или другая форма плана: главное – предусмотреть направление дальнейшего развития насаждений.

Формирование насаждений и уход за ними можно, например, осуществлять, следуя таким приёмам:

1. Авангардные виды деревьев и кустарников размещают равномерно группами или рядами;
2. Основные виды деревьев и кустарников размещают группами не менее чем по 10 саженцев одного вида. Из этих групп может развиваться небольшое число растений основного видового состава (рис. 4, 5).

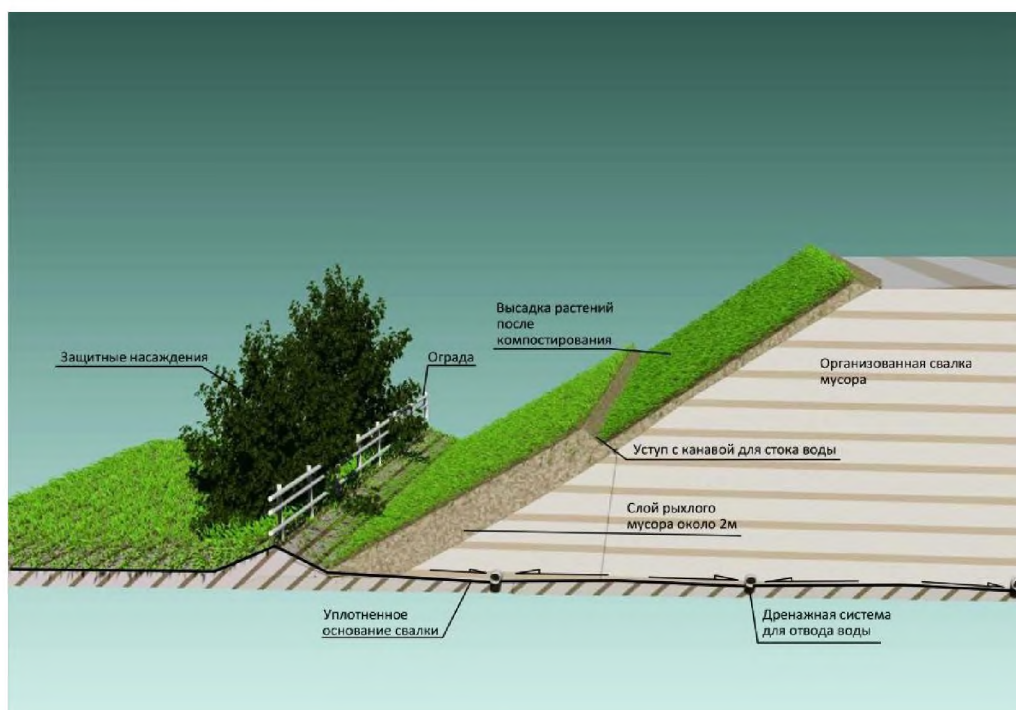


Рис. 6 Свалка мусора без грунтового покрытия

Fig. 6 Garbage dump without ground cover

Направления трансформирования свалок мусора. Проблема свалок мусора настолько широка и об этом достаточно подробно изложено в начале настоящей статьи. Здесь речь пойдёт в основном о мерах при закладке, эксплуатации и рекультивации свалок мусора, в особенности отвалов в форме терриконов. Этот вид утилизации отходов все ещё остаётся наиболее распространённым и одним из самых дешёвых и скорее всего он долго сохранит своё значение.

Контрмеры против такого способа утилизации отходов направлены не только против возможных вредных последствий свалок мусора для внешнего вида и природного равновесия ландшафта, качества грунтовых и поверхностных вод, но и в принципе против ссыпания в отвалы материалов, которые сами по себе представляют определённую ценность. Не приходится сомневаться в том, что обусловленные высоким уровнем развития производства и жизни огромные количества отходов не могут в будущем быть устранены этим ставшим уже традиционным способом. Требования охраны среды обитания и тенденции сокращения сырьевых ресурсов во всем мире свидетельствуют в пользу извлечения ценных веществ из отходов и вторичного их использования в хозяйственном обороте и природных экосистемах. Поэтому с точки зрения обустройства ландшафта оптимальной формой устранения отходов следует считать компостирование мусора. Оно ведёт к существенному сокращению объёма отходов, обеспечивает нейтрализацию мусора с санитарной точки зрения, создаёт возможность отделения сырья для промышленной утилизации, использования отстойного шлака в процессе разложения и, наконец, образует ценную субстанцию для улучшения свойств почвы. Такая форма утилизации особенно хороша для бытового мусора. Однако остаётся ещё достаточно других материалов (промышленные отходы, строительный мусор и др.), которые не подлежат утилизации и поступают в отвалы. Несмотря на принципиальные возражения против ссыпания мусора в отвалы, далее мы рассмотрим ход эксплуатации организованной мусорной свалки, тем более что достаточно много «мусорных гор» создают техногенный пейзаж.

Выбор места расположения свалки мусора в ландшафте. Наряду с региональными, экономическими и транспортными интересами при выборе территорий для свалок мусора исходят из следующих соображений:

- сведение к минимуму отрицательных последствий эксплуатации свалки для прилегающих территорий;
- исключение нарушений природного равновесия ландшафта и вредного воздействия на качество грунтовых и поверхностных вод.

Исходя из выше сказанного, для свалки мусора следует использовать закрытые участки местности. Если природная маскировка отсутствует, следует её создать заблаговременно. Предпочтение отдают территориям, не представляющим ценности с сельскохозяйственной и ландшафтно-экологической точек зрения. И наоборот, следует избегать отведения под свалки мусора участков, представляющих ценность для природного ландшафта, сельского хозяйства и окружающей среды, а также зон, подверженных паводковому затоплению и всех других территорий, где не исключена опасность загрязнения грунтовых вод. В исключительных случаях, при невозможности выбора другой территории для свалки, защиту грунтовых вод обеспечивают путём уплотнения подошвы отвала и организации контролируемого стока просачивающейся воды, а также при помощи засыпания близкой к уровню грунтовых вод зоны абсолютно безопасным материалом.

Последовательность формирования свалки и её эксплуатация. Свалку мусора организуют и эксплуатируют в строгом соответствии с планом обустройства ландшафта. Дальнейшее использование территории свалки продумывают заранее во всех подробностях. Характер дальнейшего использования территории определяет

форму отвала и порядок его формирования. Внесение каких-либо изменений в структуру и эксплуатацию свалки не только нежелательно, но и недопустимо.

После снятия верхнего плодородного слоя почвы отходы сыпают в организованном месте слоями толщиной около 2 м каждый. Их максимально уплотняют, а в конце рабочего дня засыпают тонким слоем минерализованного грунта. Это предотвращает проникновение в мусор вредителей, возгорание и разнесение бумаги ветром. Мусорному отвалу придают форму столовой горы с террасами. Крутизна склонов горы составляет у подножия 1:4, а в верхней части – не более 1:2 (рис. 1).

По уступам склонов обеспечивают безопасный отвод поверхностных вод. Само собой разумеется, предпочтительны отвалы более пологой, естественной формы. Они предоставляют более широкие возможности дальнейшего использования. При эксплуатации свалки мусора следует обращать внимание на то, чтобы крупный, стерильный и препятствующий развитию растений мусор попадал вглубь отвала, а не в близкие к поверхности зоны.

Подготовка поверхностного слоя свалки к формированию насаждения.

Процесс и способ озеленения территории свалки определяются характером поверхностного слоя. Покрытие мусора верхним почвенным слоем или другими слоями грунта прекращает доступ воздуха к отходам. Даже при небольшой толщине поверхностного слоя создаются анаэробные условия, препятствующие разложению мусора и способствующие процессу гниения, вызывающего образование метана и веществ, тормозящих развитие растительности (рис. 6).

Толщину покровного слоя рассчитывают таким образом, чтобы он длительное время обеспечивал развитие растительности независимо от вида подпочвы. Для трав необходим слой почвы толщиной 10-15 см, для полевых сельскохозяйственных культур – не менее 1 м, для основных лесных пород – свыше 2 м. Именно в последнем случае объем верхнего слоя почвы весьма значителен. Гораздо более удобным способом, чем нанесение покровного слоя, представляется организация компостной свалки, позволяющей обеспечить разложение отходов, которые сами по себе представляют определённую ценность. На компостной свалке мусор укладывается без уплотнения. Он быстро разогревается, органические вещества разлагаются, и уже через 4-6 месяцев его структура изменяется, а количество сильно уменьшается, что даёт возможность насыпать новый поверхностный слой. Особенно предпочтителен этот способ для создания поверхностного слоя мусорного отвала при завершении эксплуатации свалки. Примерно через 6 месяцев разложение мусора и его температурный режим достигают такой стадии, что обеспечивается возможность планомерного озеленения территории отвала. Однако и без тщательной подготовки обычный мусорный отвал; не подвергшийся уплотнению и оставшийся без поверхностного слоя, превращается в процессе разложения отходов в ценный для поселения растений субстрат.

Формирования растительного покрова. Озеленение территории начинают сразу же после завершения эксплуатации свалки, чтобы предотвратить смыв почвы, улучшить её освоение, украсить внешний вид ландшафта и уменьшить просачивание воды в отвал за счёт испарения её растениями. Как правило, занесённые ветром или содержащиеся в мусоре семена дают начало спонтанному развитию пионерного сообщества. Его желательно поддерживать или направлять развитие в нужное русло путём высева ценных культурных растений, особенно бобовых.

Деревья и кустарники не высаживают, пока не закончится процесс нагревания и разложения отходов. Температура почвы на уровне корней не должна превышать 25°C, а процесс просадки почвы должен в основном закончиться. Вполне возможно, что придётся подождать выветривания и вымывания токсикантов из поверхностного

почвенного слоя. Сроки посадки кустарников и деревьев, как подсказывает опыт других стран, наступят, по всей вероятности, через два года. Правда, и в дальнейшем не исключён выход метана из образовавшихся трещин в субстрате, а также повреждение и саженцев вследствие локального нагревания.

Поверхность мусорного отвала с нанесённым слоем почвы достаточно плодородна, что является неплохой предпосылкой для создания древесно-кустарниковых насаждений. Главная проблема – борьба с сорными растениями на ранней стадии развития саженцев деревьев и кустарников. Хотя в ряде случаев, некоторые из пионерных видов обладают уникальным свойством поглощения вредных химических веществ. Подобное мы наблюдали на отвалах шахтной породы (Плугатарь и др., 2020). Для облегчения, а также скорейшего и разностороннего освоения субстрата используют авангардные виды деревьев и кустарников. Рекомендуются также применять для посадки более крупные растения (молодые саженцы). Опыт формирования древесно-кустарниковых насаждений на мусорных отвалах без нанесения поверхностного слоя почвы свидетельствует о том, что лишь небольшое число видов деревьев малоприспособлены для этой цели. В первую очередь это – береза повислая и бук лесной, а также все хвойные породы. Создание древесно-кустарниковых насаждений и уход за ними осуществляют в соответствии с принципами озеленения отвалов, которые описаны выше.

За зелёными насаждениями, созданными на отвалах и бедных почвах, обязательно необходим надлежащий уход. Озеленение подобных территорий не завершается посадкой растений, а представляет собой длительный и трудоёмкий процесс, требующий регулярного вмешательства человека. Уход за насаждениями можно подразделить на исходные и текущие работы. К исходным работам относят эффективный контроль численности сорняков, внесения удобрений (если это необходимо), подсаживание растений на месте погибших саженцев и защита от потравы дикими животными. Текущие работы включают несколько санитарных рубок (удаляют авангардные виды), одновременно высаживая основные виды деревьев. Сроки проведения рубок зависят от условий развития насаждений, которые могут быть весьма различными. Чем интенсивнее развитие растений, тем скорее возникнет теснота, т.е. нежелательная конкуренция.

Заключение

Подводя итог, отметим следующее. Первоочередная задача всех крымчан и гостей Крыма выработать в себе стереотип «разделения отходов», хотя бы на три группы: органика, вторсырьё и ТКО. Органика компостируется и в дальнейшем используется как удобрение, вторсырьё делится на составляющие и перерабатывается, ТКО – научились использовать при производстве цемента. Кроме того, настоятельно рекомендуем по всем вопросам, связанных с разработкой проектов озеленения, а также выращиванием посадочного материала обращаться в Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН (Плугатарь, 2016; Плугатарь и др., 2021).

Литература / References

- Арманд Д.Л. Наука о ландшафте (основы теории и логико-математические методы). М.: Мысль, 1975. 288 с.
[Armand D.L. Landscape Science (Foundations of Theory and Logical and Mathematical Methods). M.: Mysl', 1975. 288 p.]
Долгушин А.В. «Цепные» реакции в географической среде и преобразование природы // Природа. 1964. № 11. С. 10–22.

[Dolgushin A.V. "Chain" reactions in the geographic environment and the transformation of nature. *Nature*. 1964. 11: 10–22]

Корженевский В.В., Клюкин А.А. Биоиндикация современных процессов рельефообразования. Ялта: ЯИМ, 2000. 128 с.

[Korzhenevsky V.V., Klyukin A.A. Bioindication of modern relief formation processes. Yalta: YIM, 2000. 128 p.]

Корженевский В.В., Квитницкая А.А. Фитоиндикация рельефообразования и опыт ее применения // Бюлл. Никит. ботан. сада. 2010. Вып. 100. С. 5–28.

[Korzhenevsky V.V., Kvitnitskaya A.A. Phytoindication of relief formation and experience of its application. *Bulletin State Nikit. Botan. Gard.* 2010. 100: 5–28]

Плугатарь Ю.В. Никитский ботанический сад как научное учреждение // Вестник РАН. 2016. Т.86., №2. С. 120–126.

[Plugatar Yu.V. The Nikitsky Botanical Gardens as a scientific institution. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. 2016. 86 (2): 120–126]

Плугатарь Ю.В., Корженевский В.В. Оптимизация агроландшафтов Крыма // Бюлл. Никит. ботан. сада. 2014. Вып. 112. С.7–15.

[Plugatar Yu.V., Korzhevsky V.V. Optimization of agricultural landscapes of Crimea. *Bulletin State Nikit. Botan. Gard.* 2014. 112: 7–15]

Плугатарь Ю.В., Корженевский В.В. Создание и оптимизация защитных насаждений в Крыму // Бюлл. Никит. ботан. сада. 2014. Вып.113. С. 7–17.

[Plugatar Yu.V., Korzhenevsky V.V. Establishment and optimization of protective plantations Crimea. *Bulletin State Nikit. Botan. Gard.* 2014. 113: 7–17]

Плугатарь Ю.В., Корженевский В.В., Новицкий М.Л. Почвенно-биологические основы оценки и повышения плодородия технозёмов и эмбриозёмов на сульфидных отвалах // Земледелие. 2020. № 8. С. 19–23. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10804.

[Plugatar Yu.V., Korzhenevsky V.V., Novitskiy M.L. Soil-biological bases for assessing and increasing the fertility of technozems and embryozems on sulfide dumps. *Zemledelie*. 2020. 8: 19–23. DOI: 10.24411/0044-3913-2020-10804]

Плугатарь Ю.В., Корженевский В.В., Головнёв И.И., Корженевская Ю.В. Оптимизация транспортного ландшафта в Крыму // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2017. Т. 145. С. 214–230.

[Plugatar Yu.V., Korzhenevsky V.V., Golovnev I.I., Korzhenevskaya Yu.V. Optimization of the transport landscape in Crimea. *Collection of scientific papers of the State Nikitsky Botanical Garden*. 2017. 145: 214–230]

Плугатарь Ю.В., Корженевский В.В., Головнёв И.И., Славгородская О.А. Оптимизация техногенных ландшафтов Крыма. Сообщение 1. Карьеры и котлованы. // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2021. – 158 (1). С. 7–25.

[Plugatar Yu.V., Korzhenevsky V.V., Golovnev I.I., Slavgorodskaya O.A. Optimization of technogenic landscapes of Crimea. Message 1. Quarries and pits. *Plant Biology and Horticulture: theory, innovation*. 2021. 158 (1): 7–25]

Федоров Е.К. Преобразование погоды и климата // Природа. 1971. № 9. С. 36–44. [Fedorov E.K. Transformation of weather and climate. *Priroda*. 1971. 9: 36–44]

Статья поступила в редакцию 11.11.2021 г.

Plugatar Yu.V., Korzhenewsky V.V., Golovnev I.I., Slavgorodskaya O.A. Optimization of technogenic landscapes of the Crimea. Report 2. Landfills, embankments and dumps // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2021. № 4 (161). P. 7–26.

The problem of waste is one of the most urgent in the world. The Russian Federation and the Republic of the Crimea are no exception. More than 30 billion tons of garbage has been placed on the territory of the Russian Federation, it is expected that almost all Russian landfills will overflow in the next five years. In the

Crimea, outside the boundaries of settlements, 293 landfills with a total area of more than 1.054 million square meters remain not liquidated (in comparison with the indicators as of 12.03.2021, the number of non-liquidated landfills outside the boundaries of settlements increased by 4 units, and the area of landfills increased by 889 sq. m.). Optimization of anthropogenic objects is decided by the correct choice of location and operation of the dump, as well as by giving it the appropriate shape and proper landscaping, that is, using what is called the integration of the object into the landscape. Under any circumstances, the formation of a dump should be preceded by the removal of the topsoil, its storage and preservation. The most important form of dump should be considered a terraced table mountain with a steepness of 1:3 and a rounding of the talus base. Dumps above 10 m are terraced with a ledge width of at least 4 m. It is extremely important to ensure control over surface water runoff by laying small canals on the slopes and bordering the perimeter with a plantation strip at least 5 m wide. Phyto-reclamation measures on a poor substrate should be carried out using green manure, combining legumes and cereals (legumes: meadow clover, white clover, yellow alfalfa, horned clover, Hungarian sainfoin, etc.; cereals: orchard grass, desert wheatgrass, awnless brome grass, meadow fescue, pasture ryegrass, etc.). Young plants of avant-garde trees and shrubs are planted according to a layout pattern of 2.5 x 2.5 to 0.75 x 0.75 m. The more difficult the natural conditions, the denser the planting should be. Any types of trees and shrubs that grow rapidly in these conditions are used as vanguard. The main types of trees are initially planted in an amount of 4,000 to 6,000 pieces. This means that the distance between the rows is 1.5-2 m, and the distance between plants in a row is from 1 to 1.5 m. The avant-garde species of trees and shrubs are placed evenly in groups or rows. The main types of trees and shrubs are placed in groups of at least 10 seedlings of the same species.

Key words: *optimization; reclamation; landfills; embankments; dumps; trees and shrubs*