

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ В КОНТЕКСТЕ
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

А.А. Демидов¹, А.С. Кобец², И.Х. Узбек², П.В. Волох²,
Ю.И. Грицан², В.И. Дырда²

¹*Департамент земледелия Министерства аграрной политики и
продовольствия Украины, г. Киев, Украина*

²*Днепропетровский государственный аграрный университет,
г. Днепропетровск, Украина*

Авторы доклада разделяют основные концепции устойчивого развития, изложенные в многочисленной литературе; применительно к рассматриваемой проблеме суть их сводится к следующему.

1. Человечество в XXI веке переживает один из самых трагических моментов своей истории. Этот момент характеризуется условиями, совершенно отличными от всей предыдущей истории цивилизаций и прежде всего ускоренным индустриальным ростом регионов, варварской эксплуатацией природы и, как следствие, – экологические бедствия, высокая концентрация людей на ограниченных площадях, резкий рост природных и техногенных аварий и катастроф, невиданные эпидемии, голод, локальные войны. Безопасность человечества поставлена под сомнение. Современные кризисы в основном являются результатом деятельности самого человека, результатом неконтролируемого взаимодействия его с окружающей средой – это “антропогенные” кризисы.

Признаками экологического кризиса человечества являются нарушение плодородия почвы, изменение ландшафтов, лавинообразное загрязнение экосистем, изменение газового состава верхних слоев атмосферы, кислотные дожди, активизация магнитосферы, массовое исчезновение видов и уменьшение биологического разнообразия. По мнению В.И. Вернадского, деятельность человека соизмерима с деятельностью природы, что подтверждают экологический, сырьевой, экономический и энергетический кризисы.

2. Рассматривая проблему устойчивого развития в целом, можно выделить следующие обобщающие положения: достижения фундаментальных наук существенно ускорили технический прогресс, изменили отношения человека и природы, изменили сам способ жизни человека; скорость создания человеком технических процессов значительно опережает рост нравственно-этических правил; смена нравственного императива наряду с другими причинами вызвана также императивом экологическим, нарушение которого может иметь для человечества катастрофические последствия.

3. Переход к устойчивому развитию общества должен обеспечить сбалансированное решение социально-экологических задач, проблем сохранения окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения жизненных потребностей нынешнего и будущих поколений.

Экологический аспект устойчивого развития предполагает сохранение окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов – охрану экосферы, сохранение биологического разнообразия, безопасное использование биотехнологий, решение проблемы отходов.

4. Проблемы оптимизации окружающей среды всегда были чрезвычайно важными для промышленно развитых стран. Приднепровский регион с его мощнейшими комплексами горнодобывающей, металлургической и химической промышленности, а также превышающей экологическую целесообразность сельскохозяйственной освоенностью территории, безусловно, является наиболее ярким примером необходимости разработки и решения проблем оптимизации агроландшафтов, в том числе самых разнообразных аспектов, связанных с восстановлением территорий, утративших устойчивость и стабильность из-за нарушения структурно-функциональных связей биогеоценозов.

Настоящий доклад посвящен проблеме восстановления и сельскохозяйственного использования территорий, нарушенных при открытой добыче полезных ископаемых. Проведенный комплекс исследований позволяет определить горнотехническим предприятиям приоритеты восстановления техносферы в контексте устойчивого развития. В докладе подробно рассматриваются технологии восстановления нарушенных земель и модели антропогенных эдафотопов в техноэкосистемах.

Спонтанное развитие техноэкосистем при ведении горных работ, в частности, при открытой разработке полезных ископаемых и медленная природная эволюция в нарушенных человеком ландшафтах, при нерегулируемом формировании отвалов, приводят к полной деградации природы. Например, когда на дневной поверхности карьера оказываются угольные пески, пиритсодержащие шахтные сланцы или другие фитотоксичные породы.

Сущность адаптированной с учетом рационального природопользования системы открытого способа добычи полезных ископаемых и рекультивации состоит в такой организации карьерных работ, при которой техноландшафт функционирует как единая устойчивая система, в которой хозяйственные подсистемы (внешние и внутренние отвалы, траншеи, промышленная зона, хвосто- и шламохранилища, рекультивированные земли и др.) согласованы с культурным ландшафтом, имеют хозяйственный и природоохранный эффект. В таких техноэкосистемах антропогенные процессы и их механизмы (перспектива развития региона, экоинформация направлений рекультивации, селективная разработка плодородного слоя почвы и вскрышных пород, горно-техническая и биологическая рекультивация, охрана окружающей среды и др.) – определяют использование восстановленных территорий: пашня, сенокосы и пастбища, плодово-ягодные насаждения, рекреационное, лесохозяйственные, санитарно-гигиеническое и другие направления.

Экологизация горнодобывающего производства и технология рекультивации нарушенных земель (технические, технологические и

биологические аспекты) в контексте устойчивого развития антропогенных техноэкосистем должны базироваться на следующих положениях.

1. Горные работы в пределах карьерных полей необходимо подчинить селективной разработке плодородного слоя почвы (гумусовый+верхний гумусово-переходный горизонты), извлечению и перемещению в отвалы потенциально плодородных (нефитотоксичных) вскрышных пород.

2. Задачей горнотехнического этапа рекультивации является формирование техногенного ландшафта с отсыпкой потенциально плодородных лессов, лессовидных суглинков, незасоленных красно-бурых суглинков, красно-бурой и серо-зелёной глины на поверхности выровненных внутренних отвалов карьера, сформированных нарушенной литологической толщей рыхлых пород. При проектировании рекультивированных участков для возделывания полевых культур крайне желательно создавать уклон поверхности в пределах от 0 до 3°. В случае использования восстановленных земель под лесные насаждения уклон можно увеличить до 5-10°.

При рекультивации внешних отвалов карьеров целесообразно использовать устройство террас, как приёма значительного сокращения планировочных работ. Те же мероприятия будут относиться и к работам по выколаживанию боков конечной траншеи. В этом случае уклон поверхности откосов можно увеличить до 15-18°.

3. При горнотехническом этапе рекультивации необходимо строго учитывать период стабилизации отвалов (усадочные и просадочные процессы). Наибольшая величина осадения отвалов происходит в течение первых 12-18 месяцев. Она зависит от плотности пород, способа формирования отвалов, их высоты и др. Стабилизационный период усадочных процессов на выровненных техногенных ландшафтах продолжается на протяжении 5-7 лет. В этот период проводят биологическую рекультивацию сформированных литоземов.

4. Многолетними, широкомасштабными исследованиями установлено потенциальное плодородие у нефитотоксичных вскрышных горных пород (постулат Н.Т. Масюка: экотопический объем и биотическая емкость системы; микробиологический профиль, ферментативный пул литоземов и транслокационный процесс у бобовых трав – И.Х. Узбека). Величина потенциального плодородия вскрышных горных пород за такими алгоритмами определяется способностью самих растений и микроорганизмов использовать предоставленную экологическую среду.

На рекультивированных литоземах многолетние бобовые травы являются основой первичных консортивных связей в системе горная порода–микроорганизмы–ферменты–бобовые растения и интенсивного биогеохимического круговорота химических элементов и энергии. Общая биологическая продуктивность люцерны посевной и эспарцета песчаного (надземная масса + корни) на неудобренных литоземах составляла 9,7-10,4 т/га/год, а за 4-7-летний фитомелиоративный период – 37,0-46,8 т/га. Энергия, которая поступает в эдафотоп только с корнями многолетних бобовых трав составляет 10,4-44,8·10⁶ ккал/га.

5. Диагностическими признаками эколого-биологической оценки различных техногенных эдафотопов являются: эффект мега-, эври-, олиго- и мезотрофов, эффект инокуляции, азотфиксирующий эффект, эффект парования на литоземах, транслокационный эффект люцерны посевной и эспарцета песчаного, фитомелиоративный эффект возделывания бобовых культур на литоземах, эндодинамический эффект формирования пула микроорганизмов на вскрышных породах, эффект активности гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов.

Показатели активности гидролитических ферментов (инвертазы, уреазы, фосфатазы), которые способствуют интенсивному прохождению процессов накопления элементов почвенного плодородия, в эдафотопах техногенных ландшафтов в 16-20 раз превышают показатели вскрышных горных пород.

6. Транслокационный эффект люцерны посевной и эспарцета песчаного определяется характеристикой корневых систем многолетних бобовых трав, особенностью строения и распределения фракций их корневых систем в литоземах.

7. На рекультивированных литоземах люцерна посевная и эспарцет песчаный полностью удовлетворяют собственную потребность в азоте за счёт его биологической фиксации. Потенциальные размеры азотфиксации многолетних бобовых трав в фитомелиоративный период на литоземах (участки, сложенные лессовидными суглинками, серо-зеленой и красно-бурой глинами) достигают 3100-4300 кг/га, а обогащение метровой толщи эдафотопа составляет 2400-3000 кг/га.

8. На первом этапе биологической (фитомелиоративной) рекультивации литозёмов целесообразно создавать одно- или многовидовые агроценозы дву- и многолетних бобовых трав (донник белый и желтый, люцерна посевная, эспарцет песчаный) или культивировать 5-7-летние бобово-мятликовые 4-5-компонентные сенокосы (донник белый и желтый, люцерна посевная, эспарцет песчаный, костер, житняк, пырей).

9. После первого этапа биологической рекультивации литозёмов их можно использовать в двух направлениях: создание на этих участках технозёмов или перезаложение агроценозов и последующее их использование как сенокосов или семенных посевов многолетних бобовых и мятликовых трав. При этом после первого этапа фитомелиорации необходимо проводить выравнивание поверхности длиннобазовыми планировщиками с целью устранения локальных проседаний и микротопографических отклонений на поверхности восстановленных участков.

10. Исследования по рекультивации земель на стационарах Днепропетровского государственного аграрного университета (Никопольский марганцеворудный, Камыш-Бурунский и Криворожский железорудные бассейны, Вольногорское месторождение полиметаллических руд и шахты Западного Донбасса) позволили рекомендовать основные модели восстановленных земель, которые обеспечивают устойчивое развитие сложных техноэкосистем.

Модель первая – универсальная. Формирование технозема предусматривает нанесение плодородного слоя почвы толщиной не менее 50-60 см на селективно отсыпанную пригодную горную породу (как правило, лессовидные или красно-бурые суглинки). Плодородный слой почвы (смесь двух верхних гумусовых генетических горизонтов) должен содержать не менее 1,7-2,0 % гумуса для чернозема южного и не менее 2,0-2,5 % для чернозема обыкновенного.

Модель вторая – создание литоземов для использования под сенокосы. На выровненной поверхности техногенных карьерных ландшафтов должны быть пригодные породы или смесь пригодных и среднепригодных вскрышных пород, на которых в период биологического этапа рекультивации осваиваются фитомелиоративные севообороты, насыщенные на 60-80 % многолетними бобовыми травами. В последующие 5-7 лет возделывается бобово-мятликовая травосмесь с введением в агроэкосистему озимой пшеницы и ячменя.

Модель третья – мелиоративная (трехъярусная). Первый, самый нижний, слой состоит из непригодных или фитотоксичных пород; второй слой служит экраном и, как правило, представляет собой пригодные вскрышные породы толщиной 50-60 см; третий – плодородный слой почвы толщиной не менее 50-60 см.

Модель четвертая. Для создания плодовых насаждений на восстановленных землях следует использовать траншейный (1,0×0,7 м) или луночный способ (1,4×1,0×0,7 м) подготовки участка к посадке деревьев с применением плодородного слоя почвы в общем массиве рекультивированных литоземов.

Модель пятая – создание высокоплодородных техноземов. На спланированную поверхность техногенных отвалов наносят водоупорный слой из незасоленных глин (40-50 см), затем завозят слой лессовидного суглинка (25 см), вносят органические удобрения (20-40 т/га) или плодородный слой почвы (~100 т/га), и проводят вспашку, после чего завозят еще 25-сантиметровый слой лессовидного суглинка, вносят органо-минеральную смесь и вновь проводят вспашку. На таком эдафотопе в течение 3-4 лет возделывают многолетние бобовые травы. Затем, после определившихся просадок, осуществляют детальную планировку и наносят 50 см плодородного слоя почвы. Модель получила малое практическое распространение в силу значительных затрат.

Модель шестая – санитарно-гигиеническая. Консервация промышленных отходов (хвостохранилища, шламоотстойники, золоотвалы, шахтные породы др.) проводится с целью улучшения экологической ситуации в техногенных ландшафтах и охраны прилегающих территорий от загрязнения. Профиль эдафотопа определяется как технологическими возможностями предприятий, так и экологической целесообразностью (фильтрационные, водоупорные слои, возможность вторичной переработки).

Модель седьмая – рекреационная. Предусматривает создание объектов отдыха, как правило, в местах конечной траншеи или внешних отвалов.

Модель восьмая – природно-заповедная. Создание на нарушенных ландшафтах условий для саморазрастания разнотипными лесонасаждениями. На отработанных землях Орджоникидзевского ГОКа (Богдановский и Александровский карьеры) созданы заповедники, как вторичные устойчивые техноэкосистемы, которые отвечают программе сохранения биологического разнообразия в Приднепровском регионе.

11. При рекультивации земель с созданием техноземов необходимо учитывать, что плодородный слой почвы значительно отличается от зональных почв эффективным плодородием, трофностью, биологическими свойствами и окислительно-восстановительным потенциалом. Экологическая система земледелия на техноземах требует специального агрохимического мониторинга.

Специфичность трофности плодородного слоя почвы и техноземов определяется прежде всего профильным распределением гумуса и его качеством, эффективным плодородием и почвенно-экологическими режимами.

12. Качество сельскохозяйственной продукции (сено многолетних бобовых трав, сено мятликово-бобовой травосмеси, сено мятликовых культур, зерно озимой пшеницы и ярового ячменя, хлебопекарные свойства муки озимой пшеницы), выращенной на рекультивированных техноземах, соответствует основным параметрам нормативных документов Украины (стандарты, регламенты, технические условия, рекомендации).

13. Изучение экономических аспектов рекультивации земель позволило создать систему экономического регулирования, обеспечивающую рациональное использование земельных ресурсов; проведена экономическая оценка земли как природного ресурса, разработана методика определения ущерба сельскохозяйственного производства вследствие отчуждения земель, определены технико-экономические показатели рекультивации земель.

Цена земли, изъятой из сельскохозяйственного производства под горнорудные разработки, должна складываться из цены значимости земли как компонента биосферы, в котором разрушается биогеоценоз, из цены земли как основного средства производства в сельском хозяйстве, из цены на восстановление плодородия нарушенных земель и из цены на улучшение экологического состояния окружающей среды. Если в расчетах оценки земли использовать коэффициент экологического благополучия местности, то оценка уровня использования рекультивированных земель становится более точной, поскольку она отражает результат производства при условии компенсации экологических потерь.