

Секция 3.

Проблемы рекультивации нарушенных земель в условиях Севера

УДК 574.42:502.654

**УСКОРЕННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
НА СЕВЕРЕ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ**

Арчегова И.Б., Кузнецова Е.Г., Хабибуллина Ф.М., Лиханова И.А., Панюков А.Н.
ФГБУН «Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН», Сыктывкар,
e-mail: archegova@ib.komisc.ru

В работе рассматривается концепция «природовосстановления» и комплекс приемов ускоренного восстановления нарушенных экосистем, испытанный в условиях севера Республики Коми.

Ключевые слова: экосистема, «природовосстановление», методы ускоренного восстановления

**ACCELERATED RECOVERY OF DAMAGED TERRITORIES IN THE NORTH:
THEORETICAL AND APPLIED ASPECTS**

Archegova I.B., Kuznetsova E.G., Khabibullina F.M., Likhanova I.A., Panjukov A.N.

Federal State Budget Organization of Science Institute of Biology of the Komi Science Centre of the Ural
Division Russian Academy of Science, Syktyvkar, e-mail: archegova@ib.komisc.ru

The paper considers the concept of «nature-restoration» and complex approaches of restoration of disturbed ecosystems, tested in conditions of the North of the Komi Republic.

Keywords: ecosystems, «nature-restoration», intensive recovery methods

В условиях активно продолжающегося разрушения природных экосистем в ходе промышленной добычи природных ресурсов особую актуальность имеют исследования, направленные на разработку эффективных приемов восстановления природных экосистем. В последние годы темпы освоения природных ресурсов в северном регионе значительно превышают темпы восстановительных работ. Так, доля рекультивированных земель за 2007 г. составила лишь 6% от общей площади нарушенных земель. Попытки использовать традиционные приемы рекультивации, применяемые в средней полосе с развитым земледелием, оказались неэффективными на Севере, где при отсутствии устойчивой практики земледелия, традиционный тип хозяйства опирается на использование природных биологических ресурсов. Это поставило перед исследователями задачу разработать новый подход и практические приемы восстановления природных экосистем на посттехногенных территориях с учетом специфики природных условий северного региона.

В Институте биологии Коми НЦ УрО РАН под руководством д.б.н. И.Б. Арчеговой более 40 лет ведутся исследования состояния экосистем на северных территориях, их изменений при техногенном (антропогенном) воздействии. Эти исследования имеют важнейшее значение для создания теоретической базы и системы практических приемов восстановления раз-

рушенных природных экосистем на Севере. Новый методологический подход основан на принципе системности. С его позиций любая экосистема (природная и антропогенная) рассматривается как целостное образование, состоящее из взаимосвязанных и взаимообусловленных структур: растительного сообщества, микробно-фаунистического комплекса, трансформирующего органические остатки, и субстрата, освоенного растительным сообществом. Главным связующим процессом, объединяющим компоненты в целостную экосистему, является механизм биологического оборота органического (растительного) вещества и энергии. Каждый компонент приобретает свои свойства при взаимодействии (взаимовлиянии) между ними в конкретной системе, вне ее их теряют. При таком понимании следует, что разрушение одного из компонентов неизбежно ведет к распаду всей системы. Восстановление любой разрушенной экосистемы происходит на основе взаимосвязи между ее компонентами при главной роли растительного сообщества, инициирующего развитие биологического оборота органического вещества.

С этих позиций и с учетом особенностей природных условий Севера разработаны концепция «природовосстановления» и система практических приемов ускоренного восстановления природных экосистем на посттехногенных территориях. Взаимосвязь между компонентами дости-

гает наибольшего проявления в северных экосистемах. Ведь именно в небольшом по мощности слое моховой подстилки сосредоточены масса питающих корней растительного сообщества, фаунистически-микробный комплекс, собирается растительный (древесный, кустарниковый) опад, аккумулируются элементы-биогены, обеспечивая стабильное самовоспроизводство основных компонентов (биоты и почвы) в рамках экосистемы. При техногенном воздействии уничтожение органо-аккумулятивного слоя (лесной или тундровой подстилки) влечет за собой разрушение по сути самой экосистемы. Обнажающийся верхний минеральный горизонт (подзолистый в лесных экосистемах, глеево-тиксотропный в тундровых) беден питательными веществами, что затрудняет, прежде всего, активное самовосстановление растительного сообщества (и взаимосвязанных с ним других компонентов системы) и провоцирует развитие эрозии.

Обобщение сведений об особенностях строения и функционирования природных экосистем позволяет определить основные задачи системы практических приемов ускоренного (управляемого) восстановления разрушенных природных экосистем.

1 – формирование за короткий период нового продуктивного (органо-аккумулятивного) слоя на базе верхнего минерально-

го горизонта с целью стимулирования процесса самовосстановительной сукцессии и сокращения длительности ее начальной стадии;

2 – предотвращение почвенной эрозии.

Разработанная в соответствии с этими положениями комплексная система «природовосстановления» на посттехногенных территориях включает два этапа (рисунок). Целью первого, «интенсивного» этапа является быстрое воссоздание растительного покрова и нового продуктивного слоя с помощью конкретных агроприемов, включающих внесение удобрений и посев многолетних трав, адаптированных к северным условиям. «Интенсивный» этап позволяет ускорить прохождение длительных начальных стадий самовосстановительной сукцессии, закрепить верхний слой техногенного субстрата корневыми системами многолетних трав для предотвращения развития эрозионных процессов. Продолжительность этапа в зависимости от конкретных условий участка составляет 3-5 лет при ежегодной подкормке минеральными удобрениями (доза 30 кг д.в. на 1 га). При нефтезагрязнении комплекс работ усложняется предварительным применением специальных мер очистки с использованием микробиологических препаратов или биосорбентов, совмещающих процесс сорбции и деградации загрязнения на месте

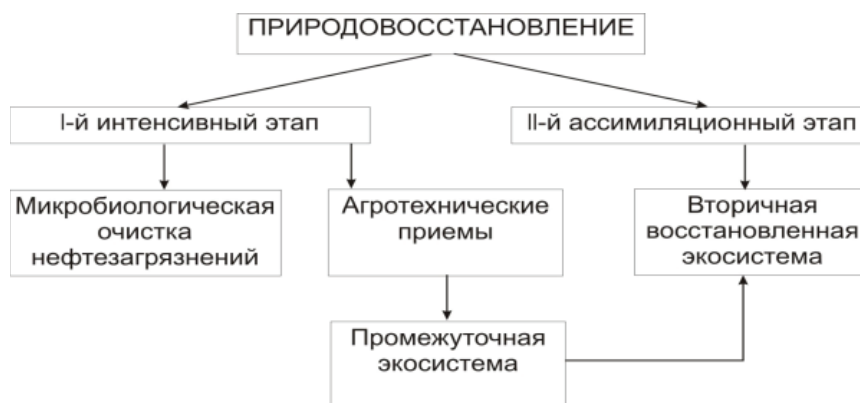


Схема ускоренного «природовосстановления»

На втором, «ассимиляционном», этапе травянистое сообщество, постепенно преобразуясь, замещается биогеоценозом (экосистемой), близким по типу к зональному. Продолжительность «ассимиляционного» этапа составляет 25-30 лет в зависимости от условий и возможности повторных нарушений. На этом этапе не требуется существенных финансовых вложений, осуществляется, главным образом, контроль силами местных природоохранных органов.

Предложенная схема имеет существенные отличия от традиционно понимаемых

работ по рекультивации, приемы которых направлены на создание благоприятных почвенных условий для последующего хозяйственного, преимущественно сельскохозяйственного использования. Главная цель комплекса работ, проводимых по системе «природовосстановления», заключается в восстановлении на посттехногенных участках экосистем, по возможности наиболее близких к зональным, что позволит сохранить экологическую устойчивость природной среды на Севере при возрастающей на нее техногенной (антропогенной) на-

грузке. В работе кратко приведены результаты наблюдений по рассмотренной схеме «природовосстановления» в таежной и тундровой природных зонах на северо-востоке Европейской части России.

Крайнесеверная тайга, Усинский район Республики Коми (на границе распространения леса). Наиболее распространенные типы техногенных нарушений – карьеры и песчаные отсыпки буровых площадок. Опыт, проведенный на отработанном песчаном карьере, позволил отметить следующее. После завершения «интенсивного» этапа (на 5-й год) сформировалось травянистое сообщество с соответствующей луговоподобной почвой. Биогенно-аккумулятивный слой – $A_{\text{дер}}A1$ – 8(12)см, II слой 9(13) см мощностью, содержание $C_{\text{орг}}$ – 5,0 и 3,3%; $N_{\text{гидр}}$ – 2,9, 1,6мг/100г в.с.п., P_2O_5 – 8,5 и 10,1 мг/100г в.с.п., K_2O – 7,9 и 4,3 мг/100 г в.с.п., соответственно. На втором этапе травянистое сообщество стало постепенно замещаться древесным в ходе самовосстановительной сукцессии. К 2012 г. (21-й год после начала опыта) на втором, «ассимиляционном» этапе схемы самовосстановления сформировалось лесное сообщество, древесный ярус которого состоит из быстрорастущих березы и лиственницы (состав 5Б5Л) высотой 5-6 м, сомкнутость крон 0,4. Общее проективное покрытие (ОПП) травяно-кустарничкового покрова, сложенного характерными для лесных сообществ видами, составляет 85%. Количество видов сосудистых растений 24, мохообразных – 11, лишайников – 17. Таким образом, на втором «ассимиляционном» этапе в соответствии со схемой «природовосстановления» к концу второго 10-летия от начала опыта сформировано мелколиственное лесное сообщество. Наличие подроста ели и сосны свидетельствует о дальнейшем развитии в зональный тип биоценоза. Почва, как более консервативный компонент экосистемы, преобразуется постепенно, с изменением состава растительного материала, условий его трансформации. С появлением и усилением роли лишайниково-мохового покрова формируется лесная подстилка – характерный биогоризонт таежной лесной экосистемы.

Ускорение самовосстановительной сукцессии лесного сообщества показательно по сравнению с контрольным участком (на том же карьере), где на 28-й год после отработки карьера ОПП не превышало 1%, в результате развития эрозии образовался овраг глубиной около трех метров.

Подзона южной тундры, Воркутинский район Республики Коми. Восстановление тундрового биогеоценоза началось после трех лет выращивания по фону удобрений

многолетних трав («интенсивный» этап схемы). Мониторинг здесь проводится более 40 лет, что позволило проследить этапы восстановления тундровой экосистемы.

К концу третьего десятилетия на месте сеяного травянистого сообщества сформирована вторичная ивняково-ерниково-моховая экосистема (биогеоценоз), характерная для равнинных слабопониженных водораздельных территорий в данном регионе. К 30-у году проективное покрытие кустарников составило 95%. Наибольшее проективное покрытие – 60-70% приходится на ивы, доля карликовой березы – 30%. Сформирован устойчивый по составу моховой покров с участием лишайников. Число мохообразных 6 видов, лишайников – 9. Наблюдения показывают, что в последующие годы видовой состав, обилие и проективное покрытие растительности остается без существенных изменений, подтверждая устойчивость сформировавшегося вторичного сообщества.

В результате функционирования растительного сообщества тундрового типа почва приобретает черты, свойственные тундровой поверхностно-глеевой почве, т.е. типичной тундровой экосистемы. Почва уже не имеет признаков одернения, ранее свойственного почве под травянистым сообществом, и характеризуется наличием подстилки еще меньшей мощности и гумусового слоя, сменяющегося оглееным горизонтом, т.е. имеет, в общем, однотипное строение с профилем целинной почвы. Отличия имеют количественный характер (мощность слоев), что связано с «молодостью» вторичной экосистемы. Агрохимические показатели также близки к показателям целинной тундровой почвы: содержание $C_{\text{орг}}$ в горизонте $A0A1$ – 16,9, в $A1$ – 2,9%; $N_{\text{гидр}}$ – 17,9, 3,6мг/100г в.с.п., P_2O_5 – 8,1 и 4,1 мг/100 г в.с.п., K_2O – 40,8 и 2,4 мг/100 г в.с.п. соответственно.

Результаты исследований показывают перспективность разработанной схемы «природовосстановления» для решения экологических проблем на Севере. Ее эффективность определяется учетом не только климатических особенностей, определяющих типовое разнообразие природных экосистем, но и социально-экономическую специфику регионов. Схема практических приемов позволяет учитывать экономические затраты при проектировании восстановительных работ. Заложенный в разработанной концепции «природовосстановления» системно-географический подход имеет более широкие возможности применения в разных регионах при известной корректировке с целью восстановления природных экосистем и сохранения устойчивости биосферы.