

ФИТОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ, НАРУШЕННЫХ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН

А.П. Гусев

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
Республика Беларусь

Бурение скважин является мощным фактором трансформации природных ландшафтов в зонах нефтедобычи. Эффективное изучение и оценка техногенных изменений возможны на основе геоботанической индикации, сущность которой заключается в определении уровня техногенного воздействия по изменению отдельных компонентов и элементов растительного покрова (фитоиндикаторов). После прекращения действия техногенного фактора в ландшафтах развивается восстановительная сукцессия, направленная на формирование исходных или близких к ним экосистем [1]. Изучение естественных восстановительных сукцессий растительности позволяет оценивать качество проведенных рекультивационных работ на землях, нарушенных техногенными факторами. Кроме того, без исследования закономерностей естественных сукцессионных процессов невозможно разработка эффективных рекомендаций по биологической рекультивации нарушенных земель.

Были изучены техногенные нарушения, возникающие в лесных геосистемах Полесской ландшафтной провинции при бурении скважин. Полесская провинция аллювиальных террасированных, болотных и вторичных водно-ледниковых ландшафтов охватывает южную часть Беларуси. Ее северный рубеж проходит вблизи горо-

дов Пружаны, Береза, Иванцевичи, Ганцевичи, Любань, Жлобин, затем по долине р. Днепра опускается к г. Гомелю и далее, поднимаясь до г. Ветки, приближается к границе с Россией. Южным рубежом провинции в пределах Беларуси является государственная граница страны. В административном отношении она приурочена к Брестской и Гомельской областям. Занимает около 28 % площади Беларуси. Полесье представляет собой огромную заболоченную плоскую низину в водосборе рек Припяти и Днепра.

Средняя температура воздуха в июле составляет 18 — 19,5 °С, осадков выпадает 500 — 550 мм в год, испарение составляет 450 мм, сток — 150 мм в год [2].

Лесистость территории Полесской провинции составляет 40 %. Структура лесных формаций следующая: сосновые — 54 %; мелколиственные коренные на болотах — 22; широколиственные хвойные — 11; широколиственные — 7; мелколиственные производные — 6 %. Специфическая особенность — распространение широколиственных лесов, преимущественно дубрав, удельный вес которых больше, чем в других провинциях.

Полевые исследования выполнялись геоботаническими и ландшафтно-экологическими методами (пробных площадок и профилирования), изучались почвы, условия залегания грун-

товых вод, проводилось геохимическое опробование. Для изучения растительности использовали пробные площадки размером 10×10 м [3].

Поисково-разведочное бурение и разработка нефтяных месторождений на территории Беларуси ведутся с начала 60-х гг. За 40 лет выявлено 62 месторождения (разрабатывается 46), пробурено более 2000 скважин глубиной более 2 км.

На обустройство одной скважины отчуждается 2 — 3 га. Бурение сопровождается образованием значительных объемов буровых сточных вод (в среднем 4 — 5 тыс. м³ на 1 скважину) и бурового раствора (до 1 тыс. м³ на 1 скважину). Буровые стоки содержат нефтепродукты, различные органические вещества, соли, химические реагенты, щелочи, тяжелые металлы и т.д. В процессе бурения из недр также извлекается значительное количество выбуренных пород или буровых шламов. Буровые стоки и шламы поступают для хранения в земляные котлованы (амбары) глубиной до 2 м и объемом не менее 2 тыс. м³. В пределах буровой площадки размещается 2 — 3 амбара, которые являются постоянно действующими источниками загрязнения почв, поверхностных и грунтовых вод. Кроме амбаров источниками загрязнения служат склады горюче-смазочных материалов и химреагентов, а также трубопроводы,

дизельные установки, автотранспорт.

Наибольшее загрязнение характерно для поверхностных почвогрунтов. Содержание солей в них изменяется от 0,5 (на границе контура загрязнения) до 20 — 50 г/кг (вблизи амбаров). В составе солей — ионы натрия, калия, кальция, магния, хлора. Отмечается высокое содержание сульфат-ионов (до 10 г/кг на поверхности почвы) и нефтепродуктов (до 5 г/кг). Наибольшие концентрации нефтепродуктов обнаруживаются вблизи складов горючесмазочных материалов (до 20 г/кг). Нередко наблюдается формирование корки из смолисто-асфальтовых компонентов пролитой нефти. С поверхностным стоком может происходить горизонтальная миграция солей и нефтепродуктов в водоемы, болотные массивы и водотоки, расположенные вблизи буровых площадок. Процессы рассоления почв и грунтов идут очень медленно — десятки лет, а полного рассоления пока не зафиксировано ни на одной буровой площадке [4].

Химической трансформации подвергаются не только поверхностные, но и более глубокие элементы ландшафта, в том числе грунтовые воды. Поступление загрязняющих веществ в водоносные горизонты может происходить в двух направлениях: сверху вниз из поверхностных очагов загрязнения путем инфильтрации через зону аэрации; снизу вверх из внутренних очагов загрязнения путем перетока из стволов скважин при нарушении обсадных колонн или по их затрубному пространству. Загрязнению могут подвергаться не только грунтовые воды, но и горизонты напорных вод. Так, в пределах буровой площадки глубина проникновения загрязнений может достигать 10 — 20 м, а площадь ореола загрязнения — более 4 га. Минерализация грунтовых вод, залегающих на глубине 2 — 4,5 м, у амбаров достигает 50 — 60 г/л (естественная минерализация 0,5 — 1 г/л). В солевом составе воды преобладает NaCl (до 90 %).

В грунтовых водах буровых площадок, расположенных на территории нефтяных месторождений (Барсуковское, Вишанское), содержание нефтепродуктов составляет в среднем 0,1 — 3 мг/л, ПАВ — 0,05 — 0,3 мг/л. Загрязнение грунтовых и подземных вод буровыми стоками происходит на всех стадиях бурения

нефтяных скважин, но наиболее интенсивно — на стадии ликвидации земляных амбаров.

Буровые работы также вызывают значительные механические нарушения, в основном на начальном этапе строительства: при вырубке лесов, прокладывании дорог, коммуникаций, трубопроводов, оборудовании буровой площадки, засыпке естественных углублений рельефа (балок, оврагов, русел ручьев). Формируются техногенные формы рельефа (насыпи, валы, траншеи, шурфы, котлованы). Механическим нарушениям подвергаются почвы, растительный покров, рельеф. Происходит повреждение и уничтожение растительности, а также распугивание и уничтожение животного населения. Наиболее мощным источником нарушения является транспортировка буровых установок и другого массивного оборудования.

После завершения буровых работ и ликвидации скважины в обязательном порядке проводится рекультивация нарушенного участка для дальнейшего использования в сельском или лесном хозяйстве. Рекультивационные работы включают гидроизоляцию амбаров, их захоронение, выравнивание техногенных форм рельефа, нанесение слоя потенциально плодородного почвогрунта на рекультивированную поверхность. При возвращении земель в лесной фонд в ходе биологической рекультивации высаживается культура сосны.

На рекультивированной площадке развиваются процессы естественного восстановления растительного покрова. Интенсивность восстановительной сукцессии зависит от качества проведенных рекультивационных работ, главная задача которых — консервация источников загрязнения.

Под качеством рекультивации понимается совокупность свойств восстановленных земель, обуславливающих их пригодность для дальнейшего использования в сельском или лесном хозяйстве, рекреации и т.д. Недостаточная мощность нанесенного слоя почвогрунта или его полное отсутствие, продолжающаяся активная миграция поллютантов (как результат повреждения гидроизоляционных экранов, некачественного цементирования скважины и т.д.), захоронение на площадке особо токсичных отходов (захоронение должно производиться

только на специально оборудованных полигонах) — наиболее распространенные нарушения, влияющие на восстановление природно-ресурсного потенциала экосистемы.

Наблюдения на территории Речицкого и Гомельского районов Гомельской области показывают, что на буровых площадках даже после рекультивации сохраняются неоднородности нарушенного экотопа, отражающиеся в структуре вторичного растительного покрова. На основе признаков растительности можно выделить ряд техногенных модификаций исходной геосистемы. Ядро зоны нарушений — территория амбаров. Здесь наблюдается гибель культуры сосны и практически полное отсутствие травянистого покрова. Большая часть площади представляет собой плотносцементированную поверхность верхнего слоя техногенных наносов, характеризующуюся значительной засоленностью. Слои техногенных наносов с включениями металлических предметов, растительных остатков, мусора залегают до глубины 50 см, после чего сменяются песками.

Минерализация грунтовых вод составила 5 — 8 г/л, что существенно выше фонового значения. Содержание растворимых солей в водной вытяжке почвогрунта, отобранного с поверхности, составляет 2 — 5 г/л. Эти изменения обусловлены тем, что на участке располагались буровая установка и амбары для буровых стоков, которые явились причиной засоления поверхностных отложений и грунтовых вод. На большей территории слой почвогрунта, нанесенный при рекультивации, отсутствует полностью. В результате условия для развития культуры сосны и любой другой растительности крайне неблагоприятны. Высаженные сенцы сосны почти полностью погибли (90 %). Естественного зарастания травянистой растительностью также не наблюдается. Для остальной территории буровой площадки характерны процессы восстановления растительности.

В первые годы после рекультивации формируются ассоциации рудеральных растений с преобладанием однолетников (марь белая, мелкопестник канадский, щетинник зеленый, щетинник сизый, горец птичий, горец шершавый и др.). Через пять-шесть лет наблюдается формиро-

вание травяного покрова из многолетних злаков, в котором преобладает вейник наземный. Здесь засоление верхних слоев почвогрунта, как правило, не фиксируется, но минерализация грунтовых вод была несколько выше, чем в естественных условиях.

Показатели естественного возобновления служат критериями успешности протекания восстановительной сукцессии в нарушенном лесном ландшафте. Наиболее интенсивно эти процессы протекают на участке с незагрязненными почвогрунтами или на участках, где загрязненные почвогрунты перекрыты достаточно мощным рекультивационным слоем. По мере увеличения степени загрязнения происходит снижение численности возобновления, высоты и жизнеспособности подростов, проективного покрытия травяного яруса. Для участка с максимальным уровнем загрязнения данные показатели имеют наименьшие значения. Здесь за тот же период времени восстановительный процесс проявился лишь в развитии крайне разреженного травяного покрова и единичном низкорослом подросте березы.

Для оценки интенсивности восстановительной сукцессии на буровых площадках был исследован аналогичный процесс на землях, нарушенных строительными работами (механические нарушения почвенно-растительного покрова без химического загрязнения).

Ниже приведены показатели восстановительной сукцессии на этих объектах.

	Рекультивированная буровая площадка	Строительный пустырь
Проективное покрытие растительности на пионерной стадии сукцессии, %	< 30	60 – 80
Длительность пионерной стадии, лет	1 – 5	1 – 2
Время формирования покрова из многолетних злаков, лет	5 – 10	3 – 6
Время формирования древесно-кустарниковых зарослей, лет	10 – 20	7 – 8
Время формирования лесной экосистемы, лет	Неизвестно	20 – 30

Видно, что даже на рекультивированной буровой площадке ход восстановительной сукцессии существенно замедлен.

Для буровой площадки характерна большая длительность пионерной стадии сукцессии, которая при вторичных сукцессиях на территории Полесья редко длится более двух лет. Как правило, уже на третий год после начала сукцессии на строительном пустыре формируется сомкнутый покров

из многолетних рудеральных трав (полынь обыкновенная, полынь горькая, пижма обыкновенная, бодяк полевой, снык обыкновенный и т.д.) и злаков (пырей ползучий, мятлик луговой). Луговой фитоценоз на строительных пустырях с нетоксичными почво-

	Хорошее	Удовлетворительное	Неудовлетворительное
Общая численность естественного возобновления древесных и кустарниковых видов, тыс. шт./га	>5	0,5 – 5	<0,5
Усыхание естественного возобновления, %	<10	10 – 50	>50
Число древесно-кустарниковых видов, шт.	3 – 7	1 – 4	1 – 2
Общее проективное покрытие травостоя, %	>80	30 – 80	<30
Усыхание культуры сосны, %	<10	10 – 50	>50
Морфологические нарушения у растений, некрозы	Отсутствуют	Единичные	Частые

рунтами формируется в среднем через пять лет (преобладают многолетние луговые злаки: вейник наземный, ежа сборная, пырей ползучий, костер безостый, овсяница луговая и др.). Для этой же стадии характерно появление обильного подростов деревьев (береза повислая, осина) и кустарников (ива, крушина ломкая, рябина обыкновенная). Через 10 – 15 лет образуются густые древесно-кустарниковые заросли (сомкнутость 0,8 – 0,9), которые, в свою очередь, сменяются мелколистственным лесом.

Такая сукцессия наблюдается на умеренно влажных песчано-супесчаных почвогрунтах древнелювиального или водно-ледникового происхождения. На буровых площадках сукцессия тормозится, так как субстрат, особенно в первые годы после рекультивации, имеет высокую токсичность. В таких условиях могут заселяться лишь немногие виды солеустой-

культивации (соответственно сукцессионно-восстановительного процесса) использовались показатели естественного возобновления древесных и кустарниковых видов, травяного покрова, культуры сосны, которые приведены ниже.

В зависимости от качества рекультивации предложены основные сценарии восстановления растительного покрова нарушенных ландшафтов в условиях Белорусского Полесья:

- при хорошем качестве — восстановительная сукцессия развивается интенсивно, формирование лесной экосистемы произойдет через 20 – 30 лет после начала сукцессии;
- при удовлетворительном качестве — восстановительная сукцессия задерживается на первых стадиях, формирование лесной экосистемы произойдет через 30 – 40 лет после начала сукцессии;
- при неудовлетворительном качестве — восстановительная сукцессия развивается крайне медленно, при активизации эрозийных процессов возможны дигрессивные изменения, формирование лесной экосистемы проблематично.

Таким образом, на основе полученных результатов и разработанного метода возможно прогнозирование восстановления лесного ландшафта, нарушенного буровыми работами.

Литература

1. Гусев А.П. Восстановительная сукцессия в лесном ландшафте, подвергшемся антропогенному нарушению (на примере Белорусского Полесья) // Поволжский экологический журнал. 2005. № 2.
2. Ландшафты Белоруссии / Г.И. Марцинкевич, Н.Н. Клицунова, Г.Т. Хараничева и др. Минск: Университетское, 1989.
3. Гусев А.П. Лесные экосистемы в условиях антропогенного воздействия (ландшафтно-экологические исследования). Гомель, 2001.
4. Косаревич И.В., Шеметов В.Ю., Гончаренко А.П. Экология бурения. Минск: Наука и техника, 1994. ■