

УДК 504.5+911.5

А. П. ГУСЕВ

ФИТОИНДИКАТОРЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНОГО ЛАНДШАФТА В ЗОНЕ НЕФТЕДОБЫЧИ (НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛОРУССИИ)

Рассмотрены результаты геоботанических исследований лесного ландшафта, нарушенного при разработке нефтяных месторождений (на территории Белорусского Полесья). На основании анализа фитоценотической структуры растительного покрова в зонах нарушений установлена связь между характеристиками растительности и условиями техногенных комплексов, а также закономерности трансформации экосистем в местах аварий нефтепроводов. Для индикации нарушений, связанных с нефтяным загрязнением, предложено использовать показатели состояния растительности.

The geobotanical research results on a forest landscape, disturbed due to development of oil fields (on the territory of Belarus Poliesye), are considered. An analysis of the phytocenotic structure of vegetation cover in disturbed areas revealed a correlation between vegetation characteristics and the conditions of technogenic complexes as well as the patterns of ecosystem transformation in places of failures at oil pipelines. For the purposes of indication of disturbances caused by oil pollution, it is suggested that the indices of vegetation state be used.

Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений, а также транспортировка нефти — мощный фактор трансформации природных ландшафтов. В результате их воздействия формируются разнообразные техногенные модификации, которые можно рассматривать как своего рода сукцессионные стадии деградации или восстановления первичной природной геосистемы. Эффективное изучение

© 2007 Гусев А. П.

и оценка техногенных изменений возможны на основе геоботанической индикации, заключающейся в определении уровня техногенного воздействия по изменению отдельных компонентов и элементов растительного покрова (фитоиндикаторов).

Степень трансформации компонентов природного ландшафта определяется методом сравнения фоновой (потенциальной) растительности природных геосистем с растительностью одноранговых геосистем, находящихся под воздействием техногенного фактора — техногенных модификаций [1, 2].

В ходе исследований выполнялось изучение техногенных нарушений, возникающих в лесных геосистемах Полесской ландшафтной провинции при разработке нефтяных месторождений. Полесская провинция аллювиальных террасированных, болотных и вторичных водно-ледниковых ландшафтов охватывает южную часть Белоруссии. Ее северный рубеж проходит вблизи городов Пружаны, Береза, Иванцевичи, Ганцевичи, Любань, Жлобин, затем по долине Днепра опускается к Гомелю и далее, поднимаясь до Ветки, приближается к границе с Россией. Южным рубежом провинции является государственная граница страны. В административном отношении она приурочена к Брестской и Гомельской областям и занимает около 28 % площади Белоруссии. Полесье представляет собой огромную заболоченную плоскую низину в водосборе Припяти и Днепра [3].

Климат Полесья отличается более высокими температурами в течение всего года и меньшим количеством годовых осадков. Средняя температура воздуха в июле 18–19,5 °С. Осадков выпадает 500–550 мм в год. Испарение составляет 450 мм, сток — 150 мм в год. 23 % территории заболочено. По условиям формирования болота делятся на низинные (86,4 %), переходные (7,3 %) и верховые (6,3 %). Реки Полесья характеризуются небольшими скоростями водных потоков — 0,1–0,5 м/с. Подъем уровня воды в половодье достигает 3–5 м, временами 7 м при ширине разливов 3–15 км [3].

Лесистость территории Полесской провинции составляет 40 %. Структура лесных формаций провинции такова: сосновые — 54 %; мелколиственные коренные на болотах — 22; широколиственно-хвойные — 11; широколиственные — 7; мелколиственные производные — 6 %. Причем удельный вес широколиственных лесов, преимущественно дубрав, выше, чем в других провинциях [3].

Полевые исследования выполнялись геоботаническими и ландшафтно-экологическими методами (пробные площадки и профилирование), изучались почвы и условия залегания грунтовых вод, проводилось геохимическое опробование [4].

При обработке материалов использовался метод Браун-Бланке (Braun-Blanquet) [5–7], растительность классифицировалась по методу Копечки-Гейни (Кореску, Нејну) [8]. Наряду с ассоциациями выделялись «сообщества», которые подчинялись непосредственно классу, порядку или союзу на основе представленности диагностических видов высших единиц. Различались базальные сообщества (сформированы «своим» доминантом) и дериватные (доминант — представитель «чужого» синтаксона). Синтаксономическая диагностика ассоциаций выполнялась по В. Матушкевичу [9].

Поисково-разведочное бурение и разработка нефтяных месторождений на территории Белоруссии ведутся с начала 1960-х гг. За 40 лет выявлено 62 месторождения (разрабатывается 46), пробурено более 2000 скважин глубиной свыше 2 км. Источниками техногенного загрязнения ландшафтов, обусловленного нефтедобычей, являются скважины, земляные «амбары» (котлованы), водоводы и трубопроводы, насосное оборудование, резервуары-отстойники, склады горючесмазочных материалов, факельные системы и т. д.

Буровые работы приводят к значительной локальной трансформации ландшафтов. Так, обустройство одной скважины отчуждает 2–3 га. Бурение сопровождается выходом больших объемов буровых сточных вод (в среднем 4–5 тыс. м³ на скважину) и бурового раствора (до 1 тыс. м³ на скважину). Буровые стоки содержат нефтепродукты, различные органические вещества, соли, химические реагенты, щелочи и т. д. Эти вещества складываются в амбары глубиной до 2 м и объемом не менее 2 тыс. м³. Амбары являются постоянно действующими источниками загрязнения почв, поверхностных и грунтовых вод. Химической трансформации подвергаются не только поверхностные, но и более глубокие горизонты почв. Например, в пределах буровой площадки глубина проникновения загрязнения может достигать 10–20 м, а площадь ореола загрязнения — свыше 4 га.

Содержание солей в почвах изменяется от 0,5 (на границе контура загрязнения) до 20–30 г/кг (вблизи амбаров). Минерализация грунтовых вод, залегающих на глубине 2–4,5 м, у амбаров достигает 50–60 г/л (при естественной минерализации 0,5–1 г/л). Загрязнение грунтовых и подземных вод буровыми стоками происходит на всех стадиях бурения нефтяных скважин, но наиболее интенсивно — на стадии ликвидации земляных амбаров. Процессы рассоления почв и грунтов происходят очень медленно — десятки лет, а полное рассоление фактически до тех пор, пока оно не будет фиксироваться ни на одной из буровых площадок [10].

В процессе разведки и эксплуатации месторождений нефти в различной степени загрязнено более тысячи га территории. При нефтедобыче в почву поступает значительное количество токсичных

веществ. Одна скважина с дебитом 0,5 л/с выбрасывает 142 кг хлора, 50 кг йода, 700 кг брома, 24 кг меди, 50 кг свинца в год. В поверхностных и грунтовых водах нефтяных месторождений содержания нефтепродуктов, хлоридов, сульфатов, калия, натрия превышают фоновые концентрации в два-три раза. На Озерщинском, Речицком, Первомайском, Барсуковском месторождениях минерализация поверхностных и грунтовых вод составляет 2–3 г/л. Повышенные содержания сульфатов и хлоридов отмечаются на Осташковичском, Барсуковском, Речицком, Восточно-Первомайском месторождениях. В грунтовых и поверхностных водах Барсуковского месторождения отмечены повышенные концентрации нефтепродуктов (до 3,05 мг/л).

На территориях нефтяных месторождений источниками загрязнения окружающей среды нефтью и нефтепродуктами являются: аварийные выбросы при бурении и эксплуатации скважин; утечки из амбаров и шламонакопителей; аварии хранилищ нефти и нефтепродуктов; аварии трубопроводов. При транспортировке нефти каждые 100 пог. метров нефтепроводов подвергаются прорыву в среднем один раз в 10–12 лет. Разрыв одного трубопровода выводит из строя в среднем 0,5 га земли.

Разработка нефтяных месторождений оказывает значительное воздействие на природные ландшафты, ведущее к изменениям в его компонентах: рельефе, почвах, поверхностных и грунтовых водах, биоте. Техногенные изменения в этих случаях можно разделить на механические нарушения и химическое загрязнение.

Механические нарушения преобладают на начальном этапе разработки месторождения: при вырубке лесов, прокладывании дорог, коммуникаций, трубопроводов, оборудовании буровых площадок, засыпке естественных углублений рельефа (балок, оврагов, русел ручьев). Механическим нарушениям подвергаются почвы, растительный покров, рельеф. Происходят повреждение и уничтожение растительности, а также распугивание и уничтожение животного населения. Наиболее мощным источником нарушения является транспортировка буровых установок и другого массивного оборудования.

Механическое повреждение растительного покрова ведет к его частичному и даже полному уничтожению на обширных участках. Механическая трансформация почв характеризуется изменением вертикального почвенного профиля. Индикаторами такой трансформации являются укороченный и наложенный почвенные профили. Укороченный образуется при уничтожении горизонтов A_1 , A_2 и даже B . Укороченные формируются при прокладке коммуникаций, дорог, оборудовании буровых площадок. В дальнейшем формируется маломощный новый горизонт A_1 . Если техногенное воздействие продолжается, то этого не происходит. На таких участках непосредственно на поверхности залегают подзолистый или иллювиальный горизонты, в пределах буровых площадок — коренные породы.

Чувствительным индикатором как механических нарушений, так и химического загрязнения является растительный покров. В ходе исследований, проводимых на трассах нефтепроводов, буровых площадках и строительных пустырях, на территории Днепроовско-Сожского района Полесской ландшафтной провинции были выявлены особенности трансформации фитоценотической структуры растительного покрова под воздействием техногенных факторов. Фитоценотическая структура лесной растительности днепровско-сожского ландшафта (в ненарушенном состоянии) представлена 3 классами, 3 порядками, 4 союзами, 8 ассоциациями эколого-флористической классификации Браун-Бланке. Продромус имеет следующий вид.

Класс Vaccinio-Piceetea Br.-Bl. in Br.-Bl., Siss. et Vlieg. 1939 — сообщества бореальных преимущественно хвойных лесов

Порядок Cladonio-Vaccinietalia K.-Lund 1967

Союз Dicrano-Pinion Libb. 1933

Класс Quercio-Fageteta Br.-Bl. et Vlieg. 1937 em Klika 1939 — сообщества широколиственных лесов

Порядок Fagetalia sylvaticae Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski et Wallisch 1928

Союз Carpinion betuli Issler 1931 em. Majer 1937 (em. Oberd. 1953)

Союз Alno-Padion Knapp 1942

Класс Alnetea glutinosae Br.-Bl. et Tx. 1943 em Mull. et Gors 1958 — сообщества черноольховых лесов

Порядок Alnetalia glutinosae R. Tx. 1937

Союз Alnion glutinosae (Malvuit 1929) Melier, Dress 1936

Ассоциации: Peucedano-Pinetum Mat. (1962) 1973 (по доминантной классификации — сосняк мшистый, сосняк брусничный), Molinio-Pinetum Mat. (1973) 1981 (сосняк черничный, сосняк долгомошный), Quercio roboris-Pinetum J. Mat. 1981 (сосняк орляковый, сосняк кисличный), Tilio cordatae-Carpinetum betuli Trasz. 1962 (дубрава орляковая, дубрава кисличная, дубрава снытевая, березняки и осинники кисличные, снытевые), Aegopodio-Tilietum Schubert, Jeger et Mahn 1979 (дубравы снытевые), Fraxino-Alnetum W. Mat. 1952 (дубрава крапивная, ясенник крапивный), Carici elongatae-Alnetum Koch 1926 (черноольшаники осоковые и таволговые), Circaeo-Alnetum Oberd. (черноольшаник крапивный).

Растительность в зонах влияния нефтедобычи представлена 5 классами, 6 порядками, 8 союзами, 9 ассоциациями, 2 базальными и 1 дериватным сообществом. Продромус имеет следующий вид.

Класс Chenopodietea albi Br.-Bl. in Br.-Bl., Rouss. et Negre 1952 em Lohm., J. et R. Tx. ex Mat. 1962

Порядок Polygono-Chenopodietalia (R. Tx. et Lohm. in R. Tx. 1950) J. Tx. et al. 1962

Союз Panico-Setarion Siss. in Westh. et al. 1946

Союз Polygono-Chenopodion W. Koch. 1926 em Siss. 1946

Класс Artemisietea vulgaris Lohm., Prsg. et R. Tx. in R. Tx. 1950 em Kopecky in Hejny et al. 1979

Порядок Artemisietalia vulgaris Lohm. in R. Tx. 1947

Союз Arction lappae R. Tx. em Gutte 1972

Порядок Onopordetalia acanthii Br.-Bl. et Tx. 1943 em Gors 1966

Союз Dauco-Melilotion albi Gors 1966 em Elias 1980

Класс Epilobietea angustifolii R. Tx. et Prsg. in R. Tx. 1950

Порядок Epilobietalia (Vlieger 1937) R. Tx. 1950

Союз Epilobion angustifolii (Ruebel 1933) Soo 1933

Союз Sambuco-Salicion R. Tx. et Neam. 1950

Класс Bidentetea tripartiti Tx., Lohm. et Prsg. in Tx. 1950

Порядок Bidentetalia tripartitae Br.-Bl. et Tx. 1943

Союз Bidention tripartiti Notdhalten 1940

Класс Molinio-Arrhenatheretea R. Tx. 1937 em. R. Tx. 1970

Порядок Molinietaalia W. Koch 1926

Союз Calthion palustris R. Tx. 1936 em. Oberd. 1957

Ассоциации и сообщества: базальное сообщество *Setaria viridis-Erigeron canadensis* [Panico-Setarion], *Echinochloo-Setarietum* Krusem. et Vlieg. (1939) 1940, *Chenopodietum albi* Solm. in Mirk. et al. 1986, дериватное сообщество *Urtica dioica* [Arction lappae], *Artemisio-Tanacetetum vulgaris* Br.-Bl. 1931 corr. 1949, базальное сообщество *Oenothera biennis-Artemisia campestris* [Dauco-Melilotion], *Calamagrostietum epigeji* Juraszek 1928, *Rubetum idaei* Pfeiff. 1936 em. Oberd. 1973, *Epilobio-Salicetum capreae* Oberd. 1957, *Bidentietum tripartiti* W. Koch 1940, *Scirpetum silvatici* Ralski 1931, *Epilobio-Juncetum effusi* Oberd. 1957.

По уровню техногенной нагрузки и формам воздействия были выделены техногенные модификации (ТМ) исходных геосистем: ТМ-1 — зона максимальных нарушений (буровые площадки, участки вблизи нефтедобывающих скважин, недавно проложенные нефтепроводы и т. д. — территории, подверженные непрерывному воздействию); ТМ-2 — зона сильных нарушений (рекультивированные буровые площадки, пустыри — территории, подверженные эпизодическому воздействию, с начальной стадией процесса восстановления растительного покрова); ТМ-3 — зона умеренных нарушений (периферийные участки вокруг буровых площадок, участки, выведенные из пользования, с частично восстановленным растительным покровом, с начальными процессами восстановления почв, а также слабо нарушенные в ходе эксплуатации полуприродные комплексы).

Типичные растительные сообщества, характерные для выделенных техногенных модификаций в зависимости от условий исходного экотопа (тип эдафотоп, отражающий влажность почвы и богатство питательных веществ, содержащихся в ней), приведены в табл. 1, там же указаны коренные растительные сообщества, существовавшие до техногенной трансформации.

Наблюдения на территории Речицкого района Гомельской области показывают, что на буровых площадках, даже в случае последующей рекультивации, сохраняются неоднородности нарушенного экотопа, отражающиеся в структуре вторичного растительного покрова. На основе признаков расти-

Таблица 1

Растительные сообщества-индикаторы техногенной трансформации

Техногенная модификация	Тип эдафотоп				
	бедные сухие свежие почвы	умеренно богатые свежие почвы	умеренно богатые влажные почвы	богатые влажные почвы	богатые сырые и мокрые почвы
ТМ-1	Базальное сообщество <i>Setaria viridis-Erigeron canadensis</i>	<i>Echinochloo-Setarietum</i> , <i>Chenopodietum albi</i>		<i>Bidentietum tripartiti</i> , <i>Chenopodietum albi</i>	<i>Bidentietum tripartiti</i>
ТМ-2	Базальное сообщество <i>Oenothera biennis-Artemisia campestris</i>	<i>Artemisio-Tanacetetum vulgaris</i>		Дериватное сообщество <i>Urtica dioica</i>	<i>Epilobio-Juncetum effusi</i>
ТМ-3	<i>Calamagrostietum epigeji</i>	<i>Calamagrostietum epigeji</i> , <i>Epilobio-Salicetum capreae</i>	<i>Calamagrostietum epigeji</i> , <i>Rubetum idaei</i> , <i>Epilobio-Salicetum capreae</i>	<i>Scirpetum silvatici</i> , <i>Rubetum idaei</i>	<i>Scirpetum silvatici</i>
Коренная растительность	<i>Peucedano-Pinetum</i>	<i>Querco robostris-Pinetum</i>	<i>Tilio cordatae-Carpinetum betuli</i>	<i>Fraxino-Alnetum</i>	<i>Carici elongatae-Alnetum</i>

тельности можно выделить ряд техногенных модификаций исходной геосистемы. «Ядро» зоны нарушений — территория амбаров. Здесь наблюдаются гибель культуры сосны и практически полное отсутствие травянистого покрова.

Большая часть площади представляет собой плотно сцементированную поверхность верхнего слоя техногенных наносов, характеризующуюся значительной засоленностью. Слои техногенных наносов с включениями металлических предметов, растительных остатков, мусора залегают до глубины 40–50 см, после чего сменяются песками. Уровень грунтовых вод обнаруживается на глубине 1,3 м. Минерализация грунтовых вод составила 5–8 г/л, что существенно выше фоновых значений (до 1 г/л). Содержание растворимых солей в водной вытяжке почвогрунта, отобранного с поверхности, составляет 2–5 г/л. Эти изменения обусловлены тем, что на этом участке располагалась буровая установка и амбары для буровых стоков, ставшие причиной засоления поверхностных отложений и грунтовых вод, что и создало неблагоприятные условия для развития культуры сосны и любой другой растительности.

Для остальной территории буровой площадки характерны процессы восстановления растительности. В первые годы после рекультивации формируются такие ассоциации, как *Echinochloo-Setarietum* и *Chenopodietum albi*. Через 5–6 лет наблюдается формирование травяного покрова, в котором преобладает вейник наземный (ассоциация *Calamagrostietum epigeji*). Здесь засоление верхних слоев почвогрунта, как правило, не фиксируется, но минерализация грунтовых вод несколько выше, чем в естественных условиях.

Одной из особенностей ландшафта, нарушенного при разработке нефтяных месторождений, является нефтяное загрязнение. Наиболее распространенный его источник — аварии нефтепроводов. На основе исследований, проводимых на полигоне, расположенном в зоне аварии нефтепровода (Гомельский район), нами установлены закономерности послеаварийного восстановления растительного покрова и выявлены изменения растительности, отражающие уровень загрязнения.

В результате аварии нефтепровода произошло как поверхностное, так и внутрипочвенное загрязнение, проникшее также в грунтовые воды. Поверхностный разлив нефти привел к гибели практически всей растительности. Восстановление ее началось через два-три года после аварии. Пионерные группировки представлены такими видами, как *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Equisetum arvense* L., *Setaria viridis* (L.) Beauv., *Erigeron canadensis* L.

Загрязненные нефтью участки подверглись рекультивации (сбор нефти, снятие верхнего слоя почвы, перепахивание), которая локализовала распространение загрязнения. Несмотря на это, загрязненные участки легко фиксируются по визуальным признакам. Наиболее отчетливо наличие нефти и продуктов ее разложения прослеживается в месте прорыва (на площади свыше 3 тыс. м²). Загрязненный почвенный профиль визуально отличается от профиля незагрязненной почвы: по всей вскрытой толще (1,2 м) распространены темно-серые и черные пятна нефти и продуктов ее разложения. По степени нарушенности выделены техногенные модификации (ТМ): ТМ-1 — участки нефтепровода с максимальным нефтяным загрязнением; ТМ-2 — участки нефтепровода с умеренным загрязнением; ТМ-3 — участки нефтепровода, не подвергшиеся загрязнению.

Все модификации характеризуются комплексом нарушений, присущих нефтепроводам в целом: вырубка древесных ярусов, разрушение напочвенного покрова и почвенных горизонтов. Все эти изменения одинаковы в пределах выделяемых зон. Основные различия связаны с загрязнением при аварии на нефтепроводе. Для зоны ТМ-1 характерна наибольшая степень загрязнения: затвердевшая нефтяная корка толщиной 1–3 см покрывает 30–40 % ее площади. На всей территории отмечается битумизация песчаных грунтов, прослеживаемая до уровня грунтовых вод (1,2 м).

Растительный покров имеет проективное покрытие 10–30 %, причем 5–20 % приходится на угнетенные рыжие мхи. Распространение растений диффузное; некоторые виды имеют морфологические нарушения (искривление стеблей, скрученность листьев, некрозы). Вне участков затвердевшей нефтяной корки в напочвенном ярусе отмечены *Erigeron canadensis* L., *Setaria viridis* (L.) Beauv., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Achillea millefolium* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Equisetum arvense* L. На участках, покрытых нефтяной коркой, растительность отсутствует полностью.

В зоне ТМ-2 следы нефтяного загрязнения отмечаются эпизодически в виде битумизированных остатков в верхней части литогенной основы (первые 10–20 см). Напочвенный ярус имеет проективное покрытие 30–90 % (52,5 % в среднем). Восстановление растительности происходит в локальных понижениях микрорельефа. Повышенные участки, как правило, обнажены и представляют собой слабозакрепленные рыжие пески. В травяном покрове преобладают виды, типичные для лесных вырубков (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.), с примесью рудеральных видов, не характерных для вырубков (*Polygonum convolvulus* L., *Setaria viridis* (L.) Beauv., *Rumex acetosella* L., *Oenothera biennis* L., *Artemisia absinthium* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Equisetum arvense* L. и др.).

В зоне ТМ-3 происходит увеличение проективного покрытия травяного покрова до 80 %. Видовая его структура близка к растительности, типичной для лесных вырубков — сообщества класса

Таблица 2

Фитоиндикаторы нефтяного загрязнения территории нефтепровода

Показатели	Расстояние от источника загрязнения, м		
	ТМ-1	ТМ-2	ТМ-3
Общая численность естественного возобновления древесных и кустарниковых видов, шт/га	650	2500	9300
Из них усохших, %	45,1	23,0	0
Средняя высота подроста, м	0,6	0,8	1,3
Кол-во древесно-кустарниковых видов	4	7	10
Проективное покрытие травяного яруса, %	25	52	78
Кол-во видов трав	12	19	32
Из них рудеральных видов, %	66,7	31,5	15,6

Epilobietea angustifolii R. Tx. et Prsg. in R. Tx. 1950 (доминируют *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Fragaria vesca* L., *Cytisus ruthenicus* Fisch., *Rubus idaeus* L., встречаются *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn., *Calluna vulgaris* (L.) Hill., *Vaccinium myrtillus* L., *Rubus saxatilis* L., зеленые мхи).

Чутко реагируют на нефтяное загрязнение древесные и кустарниковые виды. В зоне ТМ-1 общая численность естественного возобновления древесных и кустарниковых видов составила всего лишь 650 шт/га. Средняя высота подроста — до 0,5–0,7 м. Видовой состав: *Betula pendula* Roth. — 46 %, *Salix* sp. — 40 %. Многие экземпляры имеют видимые повреждения. В зоне ТМ-2 численность возобновления увеличивается до 2,5 тыс. шт/га (средняя высота 0,5–1,2 м). В его составе *Betula pendula* Roth., *Populus tremula* L., *Salix* sp. Для участков ТМ-3 характерно еще большее возрастание численности подроста (до 9,3 тыс. шт/га) и видовой разнообразия (отмечено 6 видов деревьев и 4 вида кустарников).

Показатели естественного возобновления служат критериями успешности протекания восстановительной сукцессии в нарушенном лесном ландшафте, причем наиболее интенсивно процессы восстановления протекают на участке с незагрязненными почвогрунтами. По мере увеличения степени загрязнения происходит снижение численности возобновления, высоты и жизнеспособности подроста, проективного покрытия травяного яруса (табл. 2). 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 низкорослого подроста березы.

Трансформация наблюдается также в природных экосистемах, находящихся вне магистрали нефтепровода. Поток нефти аккумулировался в пределах распространения черноольшаника (*Carici elongatae-Alnetum* Koch 1926), расположенного в понижениях рельефа. Аккумуляция нефти и продуктов ее разложения в торфяно-болотных почвах с застойным режимом вызвала интенсивную деградацию древесного яруса (усохло до 50–80 % древостоя) и подроста. Ценопопуляция породы-эдикатора — ольхи черной (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), находится в угнетенном состоянии (табл. 3),

Таблица 3

Показатели деградации черноольхового леса в зоне нефтяного загрязнения

Показатели	Расстояние от источника загрязнения, м		
	25	50	150
Древесный ярус, шт/га	450	510	540
из них повреждено (частично усохло), %	20,5	32,1	0
Сухостой, %	79,5	52,3	5,5
Подлесок, шт/га	2100	6700	4500
из них повреждено, %	0	15,0	0
Сухостой, %	100	32,5	0
Численность естественного возобновления ольхи черной, шт/га	300	2500	3700
Тип возрастного (онтогенетического) спектра ольхи черной	регрессивный	регрессивный	нормальный
Кол-во древесно-кустарниковых видов	1	6	9
Кол-во травянистых видов	6	18	17

что отражается в значительном снижении численности естественного возобновления и смене типа возрастного (онтогенетического) спектра ольхи черной по градиенту загрязнения. Деградация вида-эдификатора вызывает существенное изменение экологических условий обитания для других видов (прежде всего микроклимата), что, в свою очередь, обуславливает трансформацию видового состава всей растительности.

Таким образом, фитоиндикаторами техногенного воздействия на лесной ландшафт при разработке нефтяных месторождений и транспортировке нефти могут служить следующие характеристики: 1) фитоценотическая структура растительного покрова (на уровне ассоциаций и союзов эколого-флористической классификации Браун-Бланке); 2) показатели деградации естественного возобновления древесно-кустарниковых видов (уменьшение численности и изменение видовой структуры), морфологические особенности растений (некрозы, усыхание, изменение окраски, низкорослость); 3) показатели видового богатства древесно-кустарниковой и травяной растительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Дончева А. В., Казакова Л. К., Калуцков В. Н.** Ландшафтная индикация загрязнения природной среды. — М.: Экология, 1992.
2. **Гусев А. П.** Ландшафтно-экологическая индикация техногенных нарушений лесных геосистем. — Гомель, 2000.
3. **Ландшафты** Белоруссии / Г. И. Марцинкевич, Н. Н. Клицунова, Г. Т. Хараничева и др. — Минск: Изд-во Университетское, 1989.
4. **Гусев А. П.** Лесные экосистемы в условиях антропогенного воздействия (ландшафтно-экологические исследования). — Гомель, 2001.
5. **Миркин Б. М., Наумова Л. Г.** Наука о растительности. — Уфа: Гилем, 1998.
6. **Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Соломещ А. И.** Современная наука о растительности. — М.: Логос, 2002.
7. **Braun-Blanquet J.** Pflanzensociologie. — Wien; New York: Springer-Verlag, 1964.
8. **Корецкы К., Нежны S.** A new approach to the classification of antropogenic plant communities // Vegetatio. — 1974. — Vol. 29.
9. **Matuszkiewicz W.** Przewodnik do oznaszania zbiorowisk roślinnych Polski. — Warszawa: PWN, 1984.
10. **Полох Л. С., Искандеров Р. Г.** Эффективные способы защиты окружающей среды от загрязнения на нефтяных площадях Припятской впадины // Геология и география. — 1982. — № 4.

*Гомельский государственный университет
им. Ф. Скорины, Белоруссия*

*Поступила в редакцию
1 июня 2006 г.*