

М. Н. Казанцева, С. Н. Гашев

МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА УЧАСТКЕ АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА НЕФТИ В ПОДТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Приводятся сравнительные данные о ходе восстановительных процессов в биогеоценозе после катастрофического загрязнения нефтью на примере участка, оставленного для естественного восстановления.

В декабре 1994 г. на участке нефтепровода Усть-Балык — Альметьевск, в 100 км к юго-востоку от г. Тюмени произошел аварийный разлив нефти на площади около 3 га. Степень загрязнения биогеоценоза (низинный высокотравный луг переходящий в тростниково-осоковое болото) была оценена как сильная. Концентрация нефтепродуктов в почве в среднем по участку составила более 60 массовых %; содержание растворимых углеводородов в канавах — 598 мг/л.

Вся загрязненная территория была разделена на два приблизительно равных участка. На одном из них проводился комплекс рекультивационных работ, включавший подготовительный, технический и биологический этапы; другой участок оставлен без изменений. На обоих участках в течение трех лет (1995–1997 гг.) осуществлялись комплексные мониторинговые исследования состояния нарушенного биогеоценоза.

Рекультивационные мероприятия способствовали активным процессам деградации нефтяных углеводородов и их детоксикации, эффективность которых на рекультивированном участке к концу третьего сезона после аварии почти в 50 раз превышала таковую на участке, оставленном для самовосстановления (табл. 1). Анализ качественного состава остаточных нефтяных углеводородов показал, что ход биодеградации нефтяных углеводородов в поверхностном слое на обоих участках протекает однотипно (рис. 1) [Гашев и др., 1997].

Таблица 1

Ход очистки нефтезагрязненного участка под действием естественных процессов деградации нефтяных углеводородов и работ по рекультивации

Место отбора проб	Концентрация нефти, %				Эффективность (раз)
	после аварии (май 1995 г.)	к концу рекультивации (сентябрь 1996 г.)	к моменту сдачи участка (июнь 1997 г.)	к концу работ (сентябрь 1997 г.)	
Нерекультивированный участок	64,3	36,1	25,4	24,5	2,6
Рекультивированный участок	64,3	1,78	0,62	0,50	128,6
Шурф (глубина 30 см)	64,3	—	—	15,3	4,2
Обводные канавы	598 мг/л	0,09 мг/л	0,10 мг/л	—	5980,0

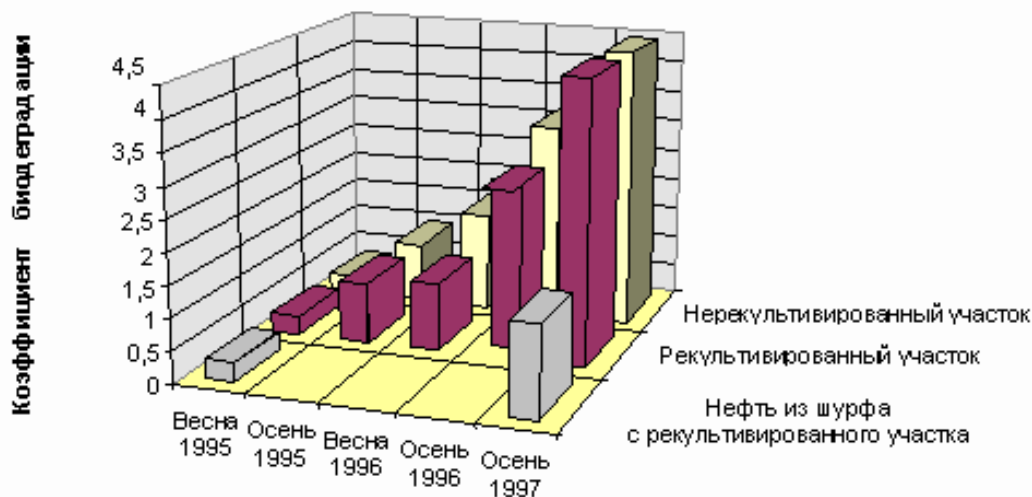


Рис. 1. Ход биодegradации нефтяных углеводородов в различных зонах загрязненной территории.

Состояние растительности

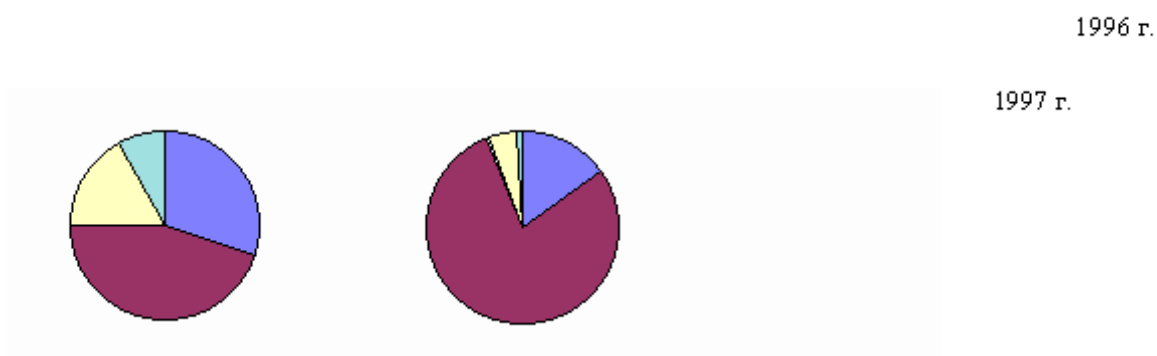
Участок, оставленный под естественное восстановление, по интенсивности загрязнения и соответственно состоянию фитоценоза условно можно разбить на две зоны: центральную (наиболее загрязненную) и периферийную. В центральной зоне на протяжении трех лет после аварии наблюдались прогрессирующие дигрессионные изменения фитоценоза. В первый год здесь еще сохранялись живыми около 50 % ивовых зарослей, а по кочкам среди мочажин встречались отдельные экземпляры наиболее устойчивых к нефтяному загрязнению видов болотной травянистой растительности: осок, частухи подорожниковой и череды трехраздельной. На следующий год полностью исчезла травянистая растительность, а в конце 1997 г. отмечена полная гибель кустарников. Поверхность болота здесь практически полностью покрыта битуминизированной нефтяной пленкой, которая вкупе с погибшей растительностью определяет общий буро-черный аспект территории.

Для периферийных участков, характеризующихся несколько меньшей начальной степенью загрязнения, начало восстановительного процесса отмечено уже в первый послеаварийный вегетационный сезон. Со стороны чистой части болота вглубь загрязненного участка по кочкам и повышениям распространяются осоки двурядная и Буксбаума, тростник обыкновенный, рогоз широколистный, сабельник болотный. Снижение уровня грунтовых вод в засушливый сезон 1997 г. заметно сократило участие в составе восстанавливающегося болотного сообщества ситников, частухи подорожниковой, дербенника иволистного. Это же обстоятельство способствовало проникновению на территорию загрязненного участка мезофильных видов луговой и рудеральной флоры со стороны глинистой обваловки (осот полевой, латук сибирский, ромашка непахучая, мать-и-мачеха). Общее проективное покрытие живым напочвенным покровом периферийных участков в среднем оценивается в 70 %, но местами достигает 95 %.

Рекультивированный участок. Общее проективное покрытие травянистой растительностью территории участка к осени 1997 г. составило 85 %, а в восточной части участка, примыкающей к тростниково-осоковому болоту, — более 90 %. Формирование видового состава фитоценоза происходило за счет высеянных луговых трав-мелиорантов, семян рудеральных растений, внесенных с плодородной почвой на агротехническом этапе рекультивации, и семян, занесенных с прилегающей территории.

В процессе формирования растительного покрова наблюдалось перераспределение ценотической роли различных экологических групп растений (рис. 2). Если на начальной стадии восстановительной сукцессии (1996 г.) в сообществе доминировал эксплерентный тип стратегии растений, характеризующийся преобладанием видов с высокой семенной продуктивностью, но, как правило, укороченным жизненным циклом, то летом 1997 г. наибольшее распространение получили виды, ориентированные на поддержание жизни взрослых организмов. То есть доминирующая роль в сообществе, как по количеству видов, так и по показателю проективного покрытия, перешла от рудеральных однолетников к многолетним луговым видам.

Соотношение групп растений по числу видов



Соотношение групп растений по общему проективному покрытию

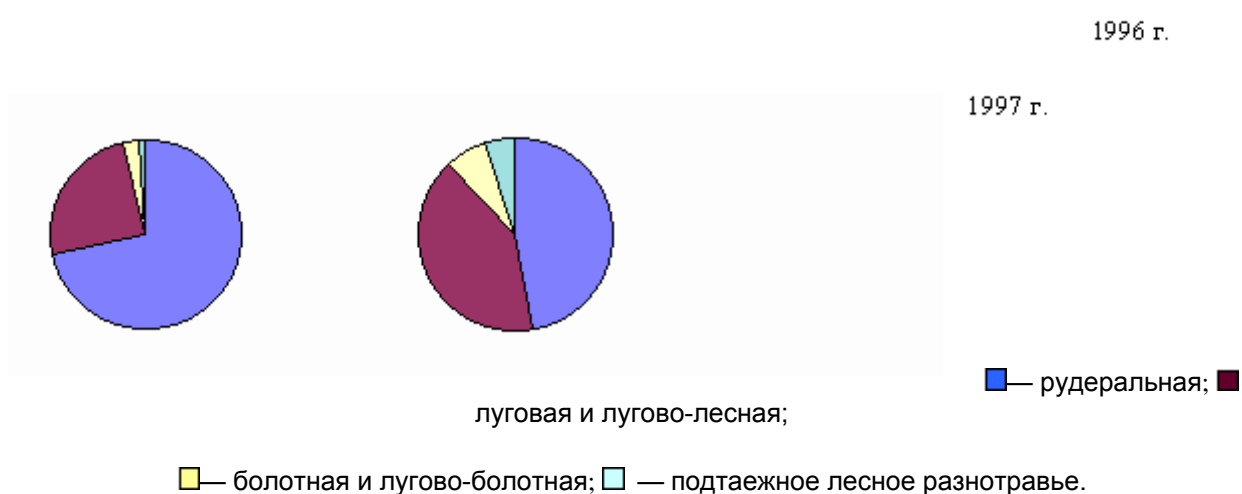


Рис. 2. Соотношение различных экологических групп растений на рекультивированном нефтезагрязненном участке в 1996–1997 гг.

Площадь участков, лишенных растительности, составляет в общей сложности около 15 %. В большинстве случаев они приурочены к местам вторичного загрязнения, где нефть выдавливается на поверхность сквозь глиняную подушку грунтовыми водами. Восстановление растительности на таких участках обеспечивается, как правило, за счет видов гигрофильной экологии, отличающихся более высокой устойчивостью к нефтяному загрязнению, и поэтому зависит от влажности вегетационного сезона.

В целом можно отметить, что примененные методы рекультивации обеспечили высокие темпы восстановительной сукцессии фитоценоза. К настоящему моменту здесь уже сформировалось достаточно устойчивое многовидовое сообщество с чертами исходного типа растительности — низинного высокотравного луга. При этом большая часть видов достигает генеративной стадии.

Растительность глинистой обваловки. Важное значение биологического этапа рекультивации в восстановлении исходной растительной ассоциации подчеркивается при сравнении растительности рекультивированного участка и глинистой обваловки, оконтуривающей загрязненную территорию. В обоих случаях основу техногенного субстрата составляет местный глинистый грунт, взятый с глубины нескольких метров. Отличие состоит в том, что на обваловку не наносился плодородный почвенный слой, и не был произведен посев луговых трав-мелиорантов. Хотя общее проективное покрытие обваловки травянистой растительностью и достигает 90 %, его практически полностью составляют представители рудеральной флоры. Несмотря на смену типа стратегии растений, которая имеет здесь место так же, как и на рекультивированном участке

(замена однолетников многолетниками), кардинального перераспределения роли различных экологических групп растений на обваловке не произошло. Напротив, здесь отмечается усиление позиций более агрессивной рудеральной растительности. За счет исключения из сообщества большинства присутствовавших здесь ранее луговых и лугово-болотных растений на обваловке значительно снизилось видовое богатство сообщества. Проективное покрытие более чем на 95 % обеспечивают три наиболее массовых вида: полынь обыкновенная, крапива двудомная, осот полевой.

Состояние фауны наземных позвоночных

Участок, оставленный под естественное восстановление. Исследования показали, что на нефтезагрязненной территории с полностью деградированной растительностью, а местами — залитой нефтью, где в 1995 г. представители амфибий и рептилий отсутствовали, по повышенным участкам рельефа уже встречаются одиночные гадюки и живородящие ящерицы.

Летом 1995 г. на этом участке птицы были представлены лишь типичными обитателями кустарникового яруса — славками (особенно многочисленным видом была серая славка). В учетах 1996 г. появились отдельные особи длиннохвостого снегиря, варакушки, до десятка особей полевого воробья (типичного антропофила!), отсутствующего в контроле, и отдельные особи пеночки-веснички — вида, гнездящегося на земле и полностью отсутствующего на загрязненной территории в учетах 1995 г. Количество славков в 1996 г. значительно сократилось. В 1997 г. ситуация здесь существенно не изменилась. Отмеченные же изменения отчасти могут быть связаны, с одной стороны, с испарением и вымыванием наиболее легких и пахучих фракций нефти из лесной подстилки и, с другой стороны, с резкой дефолиацией погибающих кустарников.

В 1995 г., когда наиболее сильному влиянию загрязнителя подверглись виды, связанные с водной средой обитания (водяная полевка), непосредственно контактирующие с нефтяной пленкой и погибающие от переохлаждения и токсикозов, были отмечены крайне низкие показатели относительного обилия мелких млекопитающих. Наблюдения в 1996 г. свидетельствуют о частичном восстановлении сообщества в основном за счет иммиграции зверьков с сопредельных чистых территорий. Однако относительное обилие на загрязненной территории не только в 4 раза меньше такового в контроле, но и обеспечивается представителями лишь одного вида — лесной мышью, наиболее приспособленной как к лазанию (что уменьшает контакт с загрязненной поверхностью), так и к большому диапазону кормов (что уменьшает негативное действие снижения вегетативной массы травянистых растений за счет употребления более калорийных семян). Общая устойчивость сообщества мелких млекопитающих этого участка минимальна. Однако смены доминантов на загрязненной территории по сравнению с сообществом чистого коридора коммуникаций не наблюдается (доминирует лесная мышь). Существенных восстановительных сдвигов не отмечается и в 1997 г. (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика сообществ мелких млекопитающих загрязненной территории и контроля

Параметр	Контроль (березняк травяно- болотный)	Чистый контроль (коридор коммуникаций)	Грязный контроль	Рекультивированная территория
Видовой состав, (относительное обилие, шт./100 ловушко-суток)	Полевка рыжая (40) Полевка красная (20) Бурозубка обыкн. (20)	Полевка рыжая (10) Полевка обыкн. (10) Мышь лесная (20)	Мышь лесная (10)	Мышь лесная (30) Полевка обыкн. (20)
Относительное обилие мелких млекопитающих (шт./100 ловуш-	80,0	40,0	10,0	50,0

ко-суток)				
Самцы : самки	1 : 1	1 : 1	0 : 1	0 : 5
Сеголетки : зимо- вавшие	7 : 1	3 : 1	1 : 0	2 : 3
Индекс антропогенезации	0,25	0,32	0	0,47
Показатель антропофилии	0,77	1,00	1,00	1,00
Индекс естественности	0,23	0	0	0
Индекс антропогенной адаптированности	3,14	100	100	100
Индекс видового богатства	1,05	1,25	0	0,59
Индекс видового разнообразия Шеннона	1,04	1,04	0	0,67
Индекс видового разнообразия Симпсона	0,63	0,63	0	0,48
Индекс доминирования	0,38	0,35	1,00	0,52
Упругая устойчивость	5,23	0,97	0,09	0,56
Резистентная устойчивость	3,78	3,27	0	4,84
Общая устойчивость	9,01	4,24	0,09	5,40

Зверьки загрязненной территории представлены хотя и особями текущего года рождения, но самками, что может свидетельствовать об относительной степени оседлости здесь популяции лесной мыши.

Кроме того, визуальные наблюдения (наличие многочисленного зимнего помета) свидетельствуют об активном использовании территории разлива в зимнее время 1995, 1996, 1997 гг. (когда нефть была скрыта толстым слоем снега) зайцем-беляком и, видимо, другими млекопитающими и птицами.

Рекультивированный участок. На рекультивированной территории орнитофауна претерпела коренные изменения не столько в результате действия загрязнителя, сколько в результате изменения самого ландшафта после проведения комплекса рекультивационных работ (механического уничтожения всей растительности, отсыпки территории минеральным грунтом и последующим восстановлением травянистого покрова, носящего вторичный и рудеральный характер).

Все это привело к тому, что здесь весной 1996 г. не были отмечены не только пеночки, но и славки. Вместе с тем образовавшиеся временные мелководные водоемы и лужи с минерализованными участками территории привлекли сюда белую трясогузку и различных представителей отряда Ржанкообразных. Во время же осенних учетов 1997 г. среди густых зарослей высокостебельных трав отмечены и пеночки, и многочисленные стаи зябликов,

залетающие с опушек прилегающих лесных массивов, а также наиболее обильно представленные овсянки (обыкновенная и тростниковая). Большое количество образовавшихся здесь семян трав, безусловно, будет способствовать обогащению зимней орнитофауны участка такими семеноядными видами, как чечетка, коноплянка, щегол и др.

Герпетофауна на участке представлена не только немногочисленными гадюками и живородящей ящерицей, но и многочисленными сеголетками остромордой лягушки, приуроченными к обводной канаве и мелким прогреваемым лужам на отсыпанной грунтом территории, представляющей собой типичный антропогенный ландшафт.

На рекультивированной территории фауна млекопитающих, представленная в 1996 г. популяцией только одного вида — лесной мыши, — наиболее устойчивого к антропогенным воздействиям из всех фоновых видов, в 1997 г. обогатилась обыкновенной полевкой, которая не обнаружена на других участках, что может быть связано с формированием здесь лугового сообщества за счет естественных и сеяных трав. Численность же мелких млекопитающих в 5 раз превышает таковую на загрязненной территории, что также свидетельствует о более благоприятных условиях для грызунов на рекультивированной территории, где рудеральная растительность начинает сменяться луговой. Обилие мелких млекопитающих в 1997 г. здесь даже выше, чем в контроле в пределах коридора коммуникаций, половая структура популяции с явным преобладанием самок свидетельствует о резидентности лесных мышей и обыкновенной полевки. Об этом же может свидетельствовать и высокая доля зимовавших зверьков на рекультивированной территории по сравнению с остальными участками. Общая устойчивость сообщества мелких млекопитающих на рекультивированной территории хотя и уступает естественному первоначальному (до прокладки коридора коммуникаций) биогеоценозу, но выше, чем в чистом коридоре. Это объясняется формированием более устойчивого за счет резистентности лугового сообщества (оно быстрее достигает высоких сукцессионных стадий) на месте мелколиственной поросли (искусственно поддерживаемой работниками «Сибнефтепровода» на стадии молодого сообщества). Высокие же темпы восстановления растительности (не только травянистой, но и кустарниковой) в дальнейшем приведут к восстановлению териофауны, характерной для трассы коммуникаций, с тем же доминирующим видом, и отличной от фауны прилегающих участков леса с доминированием красной полевки и бурозубками (см. табл. 2).

ЛИТЕРАТУРА

Гашев С. Н., Арефьев С. П., Казанцева М. Н. и др. Рекультивация нефтезагрязненных земель на юге Западной Сибири // Биологическая рекультивация нарушенных земель. Екатеринбург: Ин-т леса УрО РАН, 1997. С. 49–54.

Тюменская ЛОС ВНИИЛМ,

ИПОС СО РАН, г. Тюмень

M. N. Kazantzeva, S. N. Gashev

*MONITORING INVESTIGATIONS REGARDING AN AREA OF AN ACCIDENTAL
OIL SPILL IN TRANSITION TAIGA ZONE OF WEST SIBERIA*

The article presents comparative data on restoration process in biogeocenosis following an accidental oil spill through an example of an area left for natural restoration.