

Адаптивная система мониторинга для оценки масштаба загрязнения территорий предприятий нефтегазового комплекса

Л.И. Сваровская, И.Г. Яценко, Л.К. Алтунина*

*Институт химии нефти СО РАН
634055, г. Томск, пр. Академический, 4*

Поступила в редакцию 20.02.2016 г.

Разработана система мониторинга антропогенного загрязнения труднодоступных заболоченных территорий северных районов нефтедобычи Томской области, сочетающая применение геоинформационных и дистанционных технологий с лабораторными исследованиями. Для оценки масштаба, идентификации загрязнителей и процессов трансформации углеводородов применены методы моделирования, базирующиеся на анализе материалов, полученных в полевых исследованиях и на основе обработки спутниковых данных MODIS и Landsat. Проведена оценка состояния растительного покрова в зависимости от концентрации загрязняющих нефтепродуктов и ферментативной активности почвенной микрофлоры. Рассчитан нормализованный вегетационный индекс (NDVI), отражающий состояние растительности на загрязненной территории. Определен коэффициент загрязнения малых рек, протекающих по территории Советского месторождения. Картографирована территория водосборного бассейна р. Васюган – притока р. Оби – с высоким риском загрязнения, где показано около 400 точек переходов нефтепровода через сеть малых рек – притоков р. Васюган.

Полученные результаты подтверждены данными физико-химических и микробиологических анализов проб почвы и воды, отобранных на исследуемой территории. Определена численность и деструктивная активность почвенной микрофлоры в зависимости от концентрации загрязняющих нефтепродуктов.

Ключевые слова: нефтезагрязнение, почвенная микрофлора, биодеструкция, геоинформационные технологии, нормализованный вегетационный индекс, водосборный бассейн рек; oil pollution, biocoenosis, biodegradation, geoinformation technologies, normalized differential vegetation index, catchment basin of rivers.

Введение

Эксплуатация нефтяных месторождений на поздней стадии разработки сопряжена с различными проблемами, одной из которых является коррозионное разрушение нефтепромыслового оборудования, влекущее за собой экономический и экологический ущерб. Трансформация нефти и нефтепродуктов при аварийных ситуациях и загрязнении ландшафта – сложный и длительный процесс. Изливаясь на поверхность почвы, часть нефти в летний период активно испаряется и в виде аэрозолей переносится на значительные расстояния, загрязняя атмосферу, открытые водоемы и почву.

В связи с ростом антропогенной нагрузки на природные экосистемы возникает вопрос об устойчивости биосферы к постоянно происходящим изменениям. Стабильное развитие биосферы планеты непосредственно связано с устойчивостью ее почвенного покрова [1]. Проблема экологической безопасности северных регионов, где находятся основные нефтедобывающие предприятия Западной Сибири, осложняется их природно-климатическими и геоло-

гическими условиями. В этих регионах до 70% территории занимают обводненные болота, по которым, в том числе, проложены промысловые и магистральные трубопроводы.

Аварийные ситуации на нефтепроводах, проходящих по заболоченной местности, сопровождаются значительными выбросами нефти и сопутствующей высокоминерализованной пластовой воды, что приводит к деградации почвы, гибели растительности, снижению численности почвенной микрофлоры, загрязнению водных объектов [2].

Нефтезагрязнение оказывает воздействие на сопредельные территории: нефть обнаруживается в различных объектах биосферы, в том числе в воде рек и озер [3, 4]. Другая часть нефти, загрязняющей почву, мигрирует по горизонтали и вертикали, подвергается биодеструкции, сорбции, эмульгированию и другим преобразованиям. Загрязнение нефтью вызывает гибель одних микроорганизмов и увеличивает численность и активность других. К микроорганизмам, использующим углеводороды нефти в качестве источника питания и энергии, относятся углеводородокисляющие бактерии (УОБ) [5–8]. Негативное воздействие на экологию Западной Сибири оказывает также химическое загрязнение атмосферы в результате сжигания попутного нефтяного газа в факелах [9, 10].

* Лидия Ивановна Сваровская (sli@ipc.tsc.ru); Ирина Германовна Яценко (scir@ipc.tsc.ru); Любовь Константиновна Алтунина (alk@ipc.tsc.ru).

Высокий риск загрязнения почвы и водных объектов создается при разливе нефти на территории водосборных бассейнов. Горизонтальное перемещение нефтепродуктов (геохимическая миграция) в водные объекты происходит с поверхностным стоком во время паводков, таяния снега и проливных дождей. Химический состав природных вод служит индикатором состояния геосистемы водосборного бассейна. В связи с этим представляются актуальными определение степени и площади загрязнения на территории водосборного бассейна, расчет смыва нефтепродуктов в речную систему [11]. Влияние нефтепродуктов, загрязняющих территорию водосборного бассейна, на экологическую безопасность водных объектов имеет особое значение в сфере рационального природопользования, социальной политики и здоровья населения.

В статье также рассмотрено влияние концентрации загрязняющих нефтепродуктов на численность и деструктивную активность почвенной микрофлоры, за счет которой осуществляется естественная очистка загрязненных участков почвы.

Целью настоящей работы является применение системы мониторинга, включающей геоинформационные технологии и наземные исследования, для оценки масштабов загрязнения территорий предприятий нефтегазового комплекса, что позволит эффективно оценить последствия загрязнения для окружающей среды и разработать меры по восстановлению экосистемы.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования служили заболоченные нефтезагрязненные территории Советского и Фестивального месторождений Томской области. В работе использовались снимки, полученные со спутника Landsat. На территории Советского месторождения отобраны образцы фоновой и загрязненной почвы. Концентрацию нефти в пробах определяли стандартным методом экстракции хлороформом в аппарате Сокслета; численность микрофлоры определяли классическим методом посева на мясо-пептонный агар [12].

Для оценки участия микрофлоры в процессах трансформации органического вещества нефти проводили модельный эксперимент по стимулированному микробному окислению в течение 30 сут. Для проведения эксперимента отобраны пробы массой по 800 г помещали в специальные емкости, определяли динамику численности микрофлоры и влажность, которую поддерживали на протяжении эксперимента. Для стимуляции микроорганизмов использовали раствор азотистой подкормки в концентрации 5 г/м². В процессе биодеструкции загрязняющей нефти определяли каталазную и дегидрогеназную ферментативную активность микроорганизмов [12]. В конце эксперимента состав органического вещества нефти, экстрагированной хлороформом, анализировали методами ИК-спектроскопии на ИК-Фурье-спектрометре NICOLET 5700 в диапазоне 3100–400 см⁻¹ [13].

Хроматографический анализ экстрагированных нефтей проводили методом газо-жидкостной хроматографии на приборе с использованием кварцевой капиллярной хроматографической колонки фирмы Thermo Scientific с внутренним диаметром 0,25 мм и длиной 30 м; толщина фазы 0,25 мкм, неподвижная фаза — TR-5MS; газ-носитель — гелий.

Непосредственно перед анализом все образцы были высушены и измельчены. Липидные компоненты сконцентрированы путем экстракции 7%-м раствором метанола в хлороформе при 60 °С.

Для оценки состояния растительности и динамики ее восстановления на загрязненной территории нефтедобывающих комплексов проводили расчет нормализованного вегетационного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) на основе космических снимков MODIS и Landsat с использованием средств геоинформационных систем ArcGIS и графического редактора ERDAS Imagine [14, 15]. Значение индекса рассчитывали по отношению разности показателей интенсивности отраженного света в инфракрасном (0,75–0,90 мкм) и красном (0,63–0,69 мкм) диапазонах спектра к их сумме для каждой точки изображения. В красной области спектра находится максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом, в инфракрасной области спектра — максимум отражения клеточными структурами зеленой пластинки листа растений [16].

Результаты исследования и их обсуждение

На территории Томской области в настоящее время открыто 130 месторождений нефти и газа, из них в разработке находится 56. На всех объектах нефтегазодобывающего комплекса области в 2012 г. зарегистрировано 600 аварийных отказов оборудования, в 2014 г. — 678 отказов [14]. Аварии на промышленных нефтепроводах сопровождаются выбросами нефти и сопутствующей высокоминерализованной пластовой воды. Нами исследована территория Советского месторождения нефти в заболоченной пойме р. Обь. Картографирование загрязненных участков и зон неблагоприятного воздействия загрязняющей нефти на почвенно-растительный покров осуществляли с использованием средств геоинформационных систем.

Химическое загрязнение атмосферы в результате сжигания ПНГ в факелах — еще один опасный фактор воздействия нефтедобывающего комплекса на экологию региона. В соответствии с требованиями к ведению экологического мониторинга в границах лицензионных участков недр в атмосферном воздухе при сжигании ПНГ определяются сажа, окись углерода и азота, полиароматические углеводороды, тяжелые металлы (ртуть, мышьяк, хром) и др. Перечисленные соединения распространяются в виде аэрозоля на значительные расстояния от источника, загрязняя почву, открытые водоемы и приземный слой атмосферы. Среди полиароматических углеводородов особое внимание уделяется бенз(а)пирену как самому распространенному представителю канцерогенных веществ.

Нами рассмотрено применение тепловых космических снимков Landsat и продуктов MODIS для экологического мониторинга антропогенного воздействия на растительность территории Советского нефтяного месторождения (Томская обл.). Радиус прямого термического повреждения растительности для факела малой мощности составляет до 50 м, большей мощности — до 150 м. Последствия угнетения растительности только за счет теплового излучения наблюдаются на расстоянии до 4 км.

Высокий риск аварийности и загрязнения создают нефтепроводы, проложенные по территории водосборного бассейна и пересекающие многочисленные малые реки. С помощью дешифрирования космических снимков и ГИС-технологий нами построена карта-схема водосборных бассейнов малых рек в пойме р. Оби и Васюган (рис. 1) с обозначением точек перехода нефтепровода через речную сеть. На территории Советского месторождения определено 58 точек перехода, на территории водосборного бассейна р. Васюган, где расположено около десятка мелких нефтедобывающих предприятий, в том числе Фестивальное, — 378 точек.

Для оценки масштаба загрязнения, идентификации загрязняющих углеводородов и процессов их трансформации, оценки состояния растительности применены методы моделирования, базирующиеся на анализе материалов, полученных в полевых исследованиях и на основе обработки спутниковых данных MODIS и Landsat. Годовой смыв нефтепродуктов в речную сеть с загрязненных участков водосборного бассейна на территории Советского месторождения составляет 4,9 т, Фестивального — 1,3 т. Меньший смыв нефтепродуктов в речную систему на территории Фестивального месторождения определяется более низкой концентрацией загрязняющих нефтепродуктов.

Наиболее часто загрязнение природных комплексов связано с разливом нефти и высокоминерализованной пластовой воды. Практически любое ландшафтно-геохимическое исследование в нефтедобывающих районах Западной Сибири рассматривает в той или иной степени проблему нефтяного загрязнения. В процессах миграции нефти большую роль играет болотный микрорельеф. На обводненной болотистой местности из-за малой пересеченности рельефа, незначительных уклонов профиля труб и больших расстояний между линейными задвижками разлив нефти во время аварии охватывает значительные площади. Примерная зона загрязнения по обе стороны от нефтепровода составляет 200 м для наземного участка и 3 км при переходе через водную преграду. Нефть локализуется на поверхности, глубина ее проникновения равна 10–12 см.

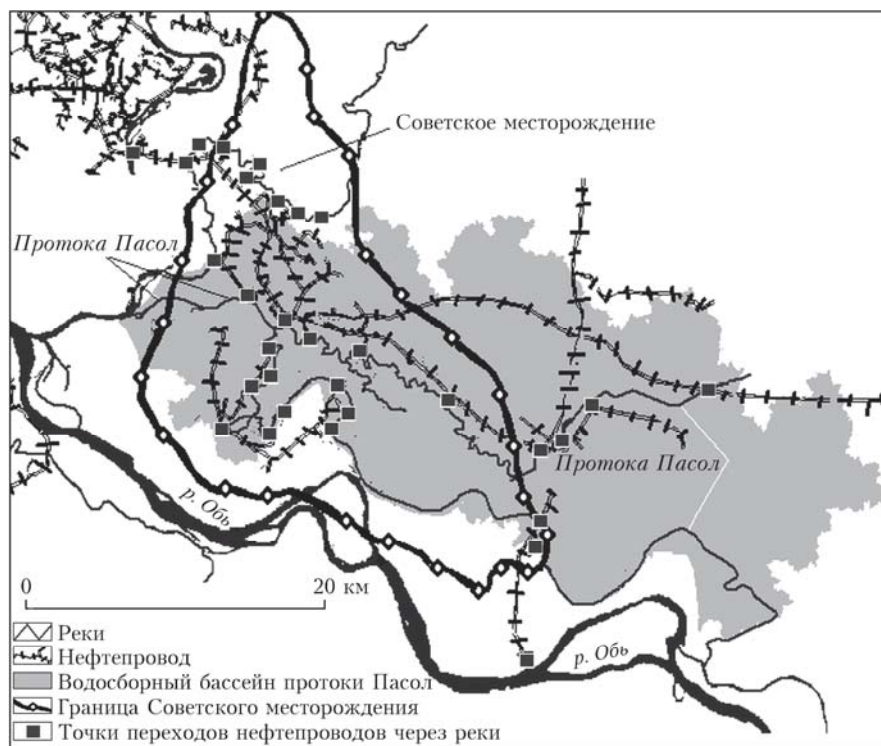
На территории Советского месторождения в зоне водосборного бассейна нами отобраны образцы почвы и проведены их микробиологические и физико-химические исследования. Места отбора находятся на значительном расстоянии друг от друга. Северная и северо-восточная области месторождения представляют собой труднодоступные заболоченные участки, где проложенные магистральные и кусто-

вые нефтепроводы создают высокий риск аварийных ситуаций. Содержание нефтепродуктов в пробах почвы определено в интервале от 28 до 44 г/кг, численность микроорганизмов группы УОБ составляет 0,6–2,7 млн КОЕ/г. Концентрация загрязнения нефтепродуктами почвы фонового участка составила 0,8 г/кг, численность УОБ — 3,6 млн КОЕ/г (табл. 1).

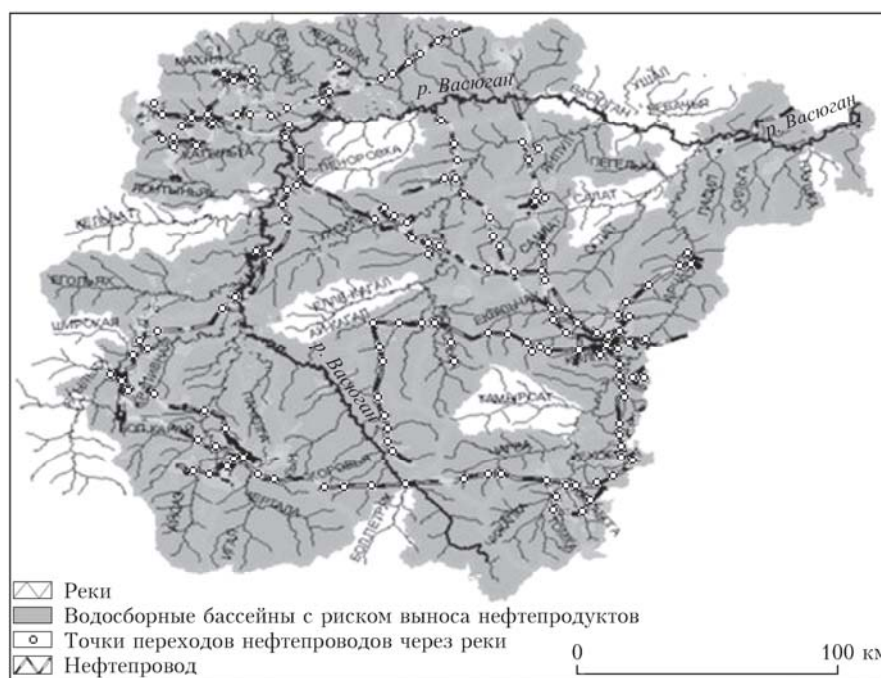
Повышенная концентрация загрязнителей в торфяных пробах определяет их сорбционное свойство как накопителей поллютантов в органогенном материале. Для разработки научных основ биотехнологии ремедиации загрязненных почв поставлен модельный эксперимент по биодеструкции в отобранных образцах. Для активизации процессов биодеструкции углеводородов в почве применяли 5%-й раствор композиции, содержащей ПАВ, карбамид и аммиачную селитру. В конце опыта через 30 сут остаточную нефть экстрагировали и анализировали методом хроматографии и ИК-спектрометрии. С целью изучения процессов ферментативного окисления углеводородов определяли динамику каталазной и дегидрогеназной активности почвенной микрофлоры. Исследуемые ферменты катализируют окислительно-восстановительные процессы и являются важным показателем биологической активности микроорганизмов в процессах почвообразования. Каталазная активность за 30 сут биодеструкции, в зависимости от степени загрязнения, определялась в интервале от 1,7 до 6,5 см³ О₂/см³ среды за 1 мин, дегидрогеназная — от 0,4 до 2,5 мг ТТХ на 2 см³ среды/сут.

Органическое вещество нефти, загрязняющей грунт и торф, представляет собой сложную смесь соединений с различными функциональными группами, показатели которых применяли для расчета спектральных коэффициентов, отражающих интенсивность деструкции углеводородов. В табл. 2 представлены коэффициенты, рассчитанные по данным ИК-спектрометрического анализа нефти после 30 сут биодеструкции.

Согласно данным таблицы, увеличение и уменьшение значений спектральных коэффициентов является результатом деструктивных изменений, снижающих концентрацию *n*-алканов (полоса поглощения 720 см⁻¹). Окисление углеводородов нефти протекает с неодинаковой затратой энергии. В нефти существенную роль играют высокомолекулярные метановые углеводороды, состоящие из *n*-алканов, биотрансформация которых проходит с меньшей затратой энергии, чем циклических и ароматических углеводородов. Увеличение коэффициента окисленности (С=О) в зависимости от степени загрязнения отражает накопление кислородсодержащих продуктов метаболизма за счет деструктивных процессов, способствующих самоочищению нефтезагрязненной среды (см. табл. 2). Максимальный коэффициент окисленности (4,2) получен для фоновой почвы с наименьшей концентрацией загрязнителя, минимальный — для пробы торфа с высокой концентрацией (44 г/кг) загрязняющих нефтепродуктов. Жизнедеятельность и геохимическая активность микроорганизмов в нефтезагрязненных образцах торфа



а



б

Рис. 1. Карта-схема площади водосборного бассейна и точек пересечения нефтепроводом малых рек – притоков р. Обь (а) и притоков р. Васюган (б)

Таблица 1

Концентрация нефтепродуктов и численность УОБ в пробах почвы с территории Советского месторождения

Исследуемые параметры	Исследуемые пробы почвы					
	№ 251, торф	№ 205, торф	№ 15, торф	№ 21а, грунт	№ 99, грунт	№ 6 (фон), торф
Численность УОБ, млн КОЕ/г	1,35	0,65	0,8	2,7	2,04	3,6
Концентрация нефтепродуктов, г/кг	38	44	42	29	31	0,8

Спектральные коэффициенты нефти после биодеструкции

Спектральные коэффициенты	Исследуемые пробы					
	№ 251, торф	№ 205, торф	№ 21а, грунт	№ 99, грунт	№ 15, торф	№ 6 (фон), торф
$C_1 = (D_{1610}/D_{720})$, ароматичность	0,64	0,75	0,86	1,60	0,78	2,65
$C_2 = (D_{750}/D_{720})$, интенсивность поглощения полициклических аренов и алканов	1,07	1,22	1,55	1,95	1,34	2,87
$C_3 = (D_{720}/D_{1380})$, интенсивность поглощения метиленовых и метильных групп	0,31	0,26	0,20	0,18	0,25	0,16
$C_4 = (D_{1380}/D_{720})$, разветвленность парафиновых структур	2,55	2,82	3,36	4,03	2,92	6,12
$C = O - (D_{1710}/D_{1600})$, интенсивность процессов окисления (деструкции)	1,5	0,9	2,0	1,75	1,2	4,2

Примечание. D_{1610} – оптическая плотность ароматических углеводородов; D_{720} – оптическая плотность CH_2 метиленовой группы углеводородов (n -алканов); D_{750} – оптическая плотность полициклических ароматических углеводородов; D_{1380} – оптическая плотность метильной группы CH_3 ; D_{1710} – оптическая плотность кислородсодержащих соединений (кислоты, кетоны, ароматические эфиры).

поддерживается на определенном уровне в течение длительного времени за счет содержания гуминовых соединений, дополненных азотистым субстратом (рис. 2).

Нефть, экстрагированную из почвы до и после биодеструкции, анализировали методом хроматографии. На рис. 2 представлены хроматограммы n -алка-

нов нефти ($n\text{C}_{14}$ – $n\text{C}_{33}$), экстрагированной из пробы № 21а. Как следует из хроматограммы, в результате контакта микроорганизмов с нефтью произошло параллельное окисление алканов всего ряда, но больше всего биодеструкции подверглись $n\text{C}_{19}$ – $n\text{C}_{22}$, что можно объяснить избирательностью бактериального сообщества.

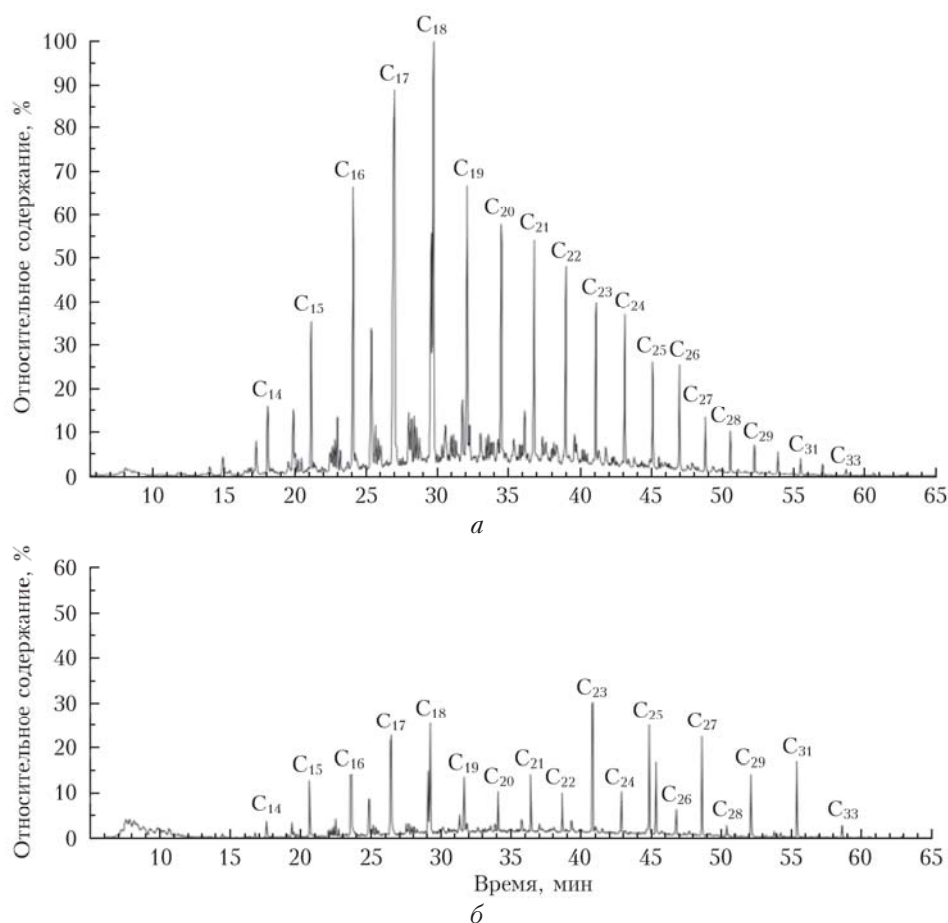


Рис. 2. Хроматограммы алканов исходного загрязнения почвы (а) и после биодеструкции (б)

Интенсивность биодеструкции углеводов нефти всегда зависит от биологической активности, численности и разнообразия почвенной микрофлоры. Для расчета коэффициента биодеструкции нефти по формуле $K_{\text{био}} = nC_{17} + nC_{18}/Pg + Ph$ значения алканов и *изо*-алканов (пристан + фитан) определяли по площади соответствующих пиков на хроматограммах. Коэффициент биодеструкции $K_{\text{био}}$ нефти, загрязняющей почву в концентрации 29 г/кг (проба № 21а), составляет 3,06; после биодеструкции – 1,75. Гравиметрическим методом рассчитан процент биодеструкции нефти, который за 30 сут составил 42,8%. Для максимально нефтезагрязненной пробы (44 г/кг, проба № 205), биодеструкция в идентичных условиях не превышала 18,3%.

Проведенный модельный эксперимент подтверждает иерархическую зависимость воздействия нефтезагрязнений на биологические системы: концентрация загрязнения почвы нефтью оказывает влияние на численность микрофлоры, от которой зависит ферментативная окислительная активность, регулирующая процессы биодеструкции (рис. 3).

Одновременный разлив нефти и минерализованной воды, в зависимости от степени загрязнения, ингибирует жизнедеятельность почвенной микрофлоры и губительно действует на растительность. Для количественной оценки состояния растительного покрова при разливе нефти на территории Советского месторождения проведен расчет NDVI с использованием космических снимков. Значения NDVI обычно изменяются в диапазоне от –1 до +1. Для густой растительности на почве фонового участка индекс составил 0,7–0,85, для разреженной растительности на участках с высокой степенью загрязнения – 0,08–0,15, для погибшей растительности значения отрицательные. На участке с высокой сте-

пенью загрязнения после проведения ряда рекультивационных мероприятий: рыхление и увлажнение почвы, внесение мелиоранта (углеродный гранулированный сорбент), семян многолетних трав и азотистого питательного субстрата, – значение NDVI увеличилось до 0,16 к 2012 г. и до 0,35 к 2014 г. Численность микроорганизмов в почве за этот период повысилась на три порядка. Это привело к увеличению активности процессов биодеструкции, что положительно сказалось на состоянии растительности. Следовательно, по значению NDVI, рассчитанному с помощью ГИС-технологий, можно оценить состояние растительности и активность биодеструктивных процессов в период рекультивации.

Результаты эксперимента могут составить научную основу при разработке биотехнологии рекультивации нефтезагрязненных почв. Если загрязненный участок соответствует токсичной геохимической обстановке и максимальному ингибированию микрофлоры, то на первом этапе целесообразно проводить подготовительные работы по локализации загрязнения, увлажнению, аэрации, внесению питательного субстрата и мелиоранта для активации почвенной микрофлоры. Длительность этапа – примерно 1 год. На втором этапе продолжают агротехнические мероприятия (увлажнение, аэрация) и проводится посев растительных культур с целью оценки остаточной фитотоксичности почвы. В результате проведенных мероприятий снижается концентрация загрязнителя, увеличивается численность почвенной микрофлоры, восстанавливается растительность, повышается значение NDVI. Восстановление загрязненных экосистем – сложный и длительный процесс. Для эффективности восстановительных работ, основанных на микробиологической биодеструкции, необходимо провести исследования по определению

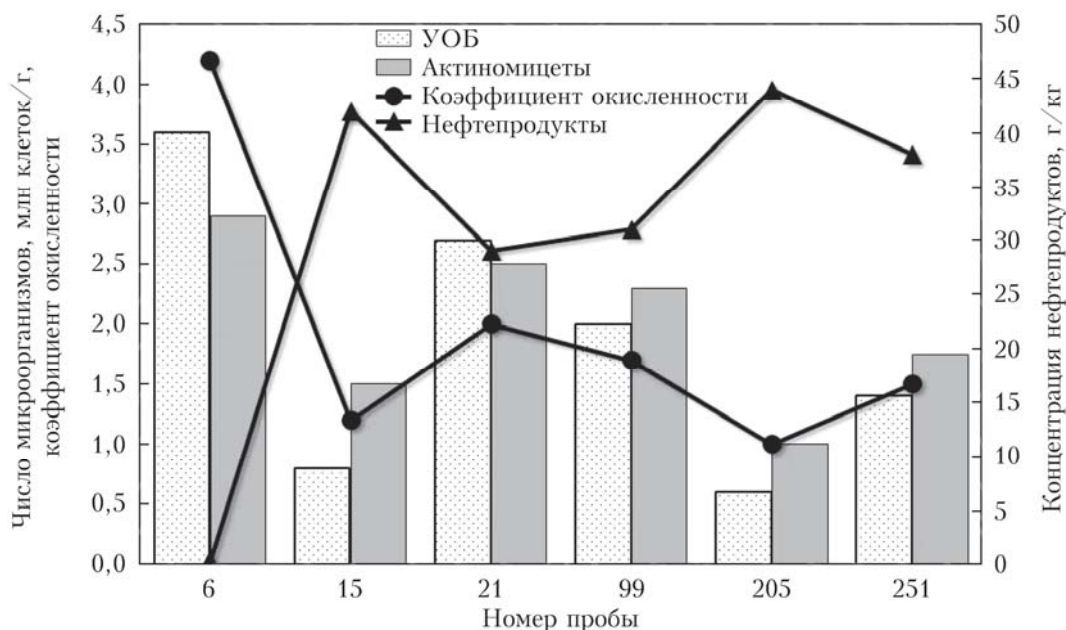


Рис. 3. Коэффициент окисленности, численность микроорганизмов и концентрация загрязнения проб почвы, отобранных на территории Советского месторождения

концентрации загрязнителя, численности и разнообразию почвенной микрофлоры и подобрать оптимальный состав питательного субстрата, стимулирующего каталитическую активность микрофлоры в процессах биодеструкции загрязняющих углеводородов нефти.

Заключение

В условиях интенсивного промышленного освоения северных заболоченных районов Томской области особое значение приобретает система мониторинга для оценки масштабов загрязнения территорий предприятий нефтегазового комплекса, которая позволит эффективно оценить последствия загрязнения для окружающей среды и составить план мероприятий по восстановлению экосистемы. Оценка экологического риска на основе обработки спутниковых данных MODIS и Landsat с использованием геоинформационной технологии и расчета индекса NDVI значительно сократит время и стоимость мониторинговых исследований загрязненных труднодоступных заболоченных территорий и позволит разработать перспективный план рекультивационных мероприятий для улучшения экологии окружающей среды.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта V.46.5.5, выполняемого в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований на 2013–2020 гг.

1. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М.: Изд-во МГУ, 1993. 230 с.
2. Мазур И.И. Методы управления экологической безопасностью нефтегазового комплекса России // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2000. № 2. С. 2–8.
3. Altunina L.K., Svarovskaya L.I., Alekseeva M.N., Yashchenko I.G. Integrated assessment of anthropogenic contamination of oil-producing territories in Western Siberia // Petroleum Chemistry. 2014. V. 54, N 3. P. 234–238.

4. Altunina L.K., Svarovskaya L.I., Yashchenko I.G., Alekseeva M.N. Environmental pollution when burning associated petroleum gas on the territory of oil producing enterprises // Chem. Sustainable. Dev. 2014. V. 22, N 3. P. 213–218.
5. Сваровская Л.И., Алтунина Л.К. Активность почвенной микрофлоры в условиях нефтяных загрязнений // Биотехнология. 2004. № 3. С. 6369.
6. Margesin R., Schinner F. Biomediation (natural attenuation and biostimulation) of diesel-oil-contaminated soil in an alpineglacier skiing area // Appl. Environ. Microbiol. 2001. N 67. P. 3127–3133.
7. Московченко Д.В. Экогеохимия нефтедобывающих районов Западной Сибири. Новосибирск: Академ. изд-во «ГЕО», 2013. 260 с.
8. Rosenberg E., Legmann R., Kushmaro A., Taube R., Adler E., Ron E.Z. Petroleum bioremediation – a multi-phase problem // Biodegradation. 1992. V. 3. P. 337–350.
9. Сваровская Л.И., Яценко И.Г., Алтунина Л.К. Геоинформационные технологии для мониторинга антропогенного воздействия продуктов сжигания попутного нефтяного газа на окружающую среду // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2014. № 6. С. 41–46.
10. Яценко И.Г., Сваровская Л.И., Алексеева М.Н. Оценка экологического риска сжигания попутного нефтяного газа в Западной Сибири // Оптика атмосф. и океана. 2014. Т. 27, № 6. С. 560–564.
11. Altunina L.K., Svarovskaya L.I., Polishchuk Yu.M., Tokareva O.S. Remediation of the damaged environment of oil producing areas // Petroleum Chemistry. 2011. V. 51, N 5. P. 381–385.
12. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ, 1991. 207 с.
13. Большаков Г.Ф. Инфракрасные спектры насыщенных углеводородов. Часть 1. Алканы. Новосибирск: Наука, 1986. 177 с.
14. ArcHydro Tools. USA: ESRI, 2011. 184 p.
15. Черепанов А.С., Дружинина Е.Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы // Геомастика. 2009. № 3. С. 28–32.
16. Сваровская Л.И., Яценко И.Г., Алтунина Л.К. Электромагнитный спектр светового потока для оценки антропогенного загрязнения растительности на территории нефтедобывающих комплексов // Оптика атмосф. и океана. 2013. Т. 26, № 4. С. 332–335.

L.I. Svarovskaya, I.G. Yashchenko, L.K. Altunina. Adaptive monitoring system for assessment of the scale of pollution of territories of oil and gas enterprises.

A system has been developed to monitor anthropogenic pollutions of remote inaccessible wetlands in the northern oil-producing areas of the Tomsk region. It combines the use of geoinformation and remote technologies with laboratory investigations. To assess the scale of pollution and identify pollutants and processes of hydrocarbon transformation we used simulation techniques based on the analysis of the materials obtained in field investigations and processing of ASTERGDEM and Landsat satellite data. The state of vegetable cover has been estimated depending on the pollutant concentrations and the activity of biocenosis enzymatic system. A normalized difference vegetation index (NDVI), which reflects the vitality of the vegetation in the polluted area, has been calculated, as well a pollution factor of small rivers flowing through the territory of the Sovetskoye oilfield. We have mapped catchment area of the Vasyugan river, tributary of the Ob river, with a high risk of pollution, where there are nearly 400 sites of the pipeline crossings through a network of small rivers – tributaries of the Vasyugan river. The values obtained were proved by the data of physicochemical and microbiological analyses of the soil and water sampled in the area under study. The number and destructive activity of soil microflora has been determined depending on the pollutant concentrations.