

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЯХ АБШЕРОНА. ГРАДАЦИЯ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ДИАГНОСТИКА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВОГРУНТОВ

<sup>1</sup>К.С.Гасанов, <sup>1</sup>Ф.З.Абдуллаев, <sup>2</sup>Н.М.Исмаилов, <sup>3</sup>В.А.Ахмедов

<sup>1</sup>Специальное конструкторское технологическое бюро по комплексной переработке минерального сырья НАНА AZ1143 г. Баку пр. Г. Джавида 31;

<sup>2</sup>Институт Микробиологии НАНА 370073 г. Баку Патамдартское шоссе 40

<sup>3</sup>Институт Почвоведения и Агротехники НАНА 370073г. Баку ул.М. Ариффа. 5;

*В работе исследована экологическая обстановка в нефтедобывающих районах полуострова Абшерон и показаны катастрофические нарушения почвенной экологии отходами нефтедобычи вокруг Абшеронских месторождений нефти и газа. Показано участие структурных подразделений НАНА и их вклад в решение экологических проблем. Разработаны и предлагаются нормативные показатели для использования в детоксикации нефти и нефтепродуктов, а также отходов нефтедобычи, загрязняющих почвы и грунты. Изложены результаты разработки диагностики нефтезагрязненных почв на уровне изобретения.*

Охрана окружающей среды – приоритетная задача человечества, постоянное внимание к решению которой направлено на сохранение человека, как элемента живой природы. В тоже время взаимодействие человека с окружающей средой – глобальная проблема общества, т. к. ухудшение природной среды оказывает негативное воздействие на здоровье людей и их трудоспособность в повседневной жизни. Ярким примером тому является деятельность человека в нефтедобывающей промышленности, которая по пагубному воздействию на основные элементы окружающей среды (воздух, воду, почву, растительный и животный мир, человека) занимает печальное первое место среди отраслей современного производства. Такое воздействие обусловлено токсичностью отходов нефтедобычи – загрязненных нефтью почв и грунтов, нефтешламов, пластовых вод, а также химических веществ, используемых в технологических процессах добычи, подготовки к транспорту и транспорта нефти. Отходы нефтедобычи, сброшенные на поверхность почвы, приводят к изменениям в составе и функциях элементов окружающей среды. Эти изменения лежат в основе нарушения

экологической обстановки районов нефтедобычи; нарушений в естественном круговороте веществ и энергии, плодородии почв до полного её бесплодия и, наконец, условий жизни всех живых организмов, вплоть до их полного уничтожения. Человечество, сбрасывая в лоно природы отходы нефтедобычи, преобразует живую и неживую природу значительно быстрее, чем происходит естественное их восстановление, самоочищение среды обитания. При этом нарушается веками сложившаяся система взаимосвязанных объектов природы, в том числе человека и природы, нарушаются их условия существования, взаимосвязь со средой, в которой они обитают. Нагрузка на почву в виде разливов нефти и загрязненных нефтью отходов нефтедобычи приводит к нарушению почвенно-растительного покрова, размыву почвы и ухудшению ее водно-физических и биологических свойств. Плата за экологический ущерб от загрязнения почв является снижение их качества и продуктивности вплоть до вывода нарушенных земель из хозяйственного оборота. Создается опасность загрязнения подземных и поверхностных вод в результате загрязнения нефтью водоносных горизонтов, рек и водоемов.

Основной задачей человечества в охране почв является сохранение целостности почвенного покрова, поддержание плодородия почв для обеспечения населения продуктами питания. Нарушенная нефтезагрязнением почва очень медленно восстанавливается, в естественных условиях на это уходят столетия. Подтверждением тому являются катастрофические нарушения почвенной экологии отходами нефтедобычи вокруг Абшеронских месторождений. За более чем столетний период их эксплуатации из недр земли было отобрано около миллиарда тонн нефти. За тот же, более вековой период нарушено нефтезагрязнением тысячи гектаров почвы, которая, потеряв способность к самоочищению, до наших дней сохраняет свою безжизненность и мрачную опустошенность. В этой связи эту часть суши планеты Земля можно объявить зоной экологического бедствия. Примером тому может служить обследованная территория нефтепромысла Бибиэйбат. Бибиэйбат расположен на берегу Каспийского моря к югу от г. Баку, выше уровня моря на 3-4 метра. Рельеф участка равнинный и состоит из Бибиэйбатской впадины и Бакинской бухты. Поверхностная толща почвы представлена песчаными и глинистыми прослойками. Подземные воды находятся на уровне Каспийского моря. Добыча нефти на участке промышленным способом начата в 1873 г. Площадь нефтяного промысла составляет 817 га. Территория промысла подвержена сильному техногенному воздействию без растительного покрова, на ней расположены замазученные нефтяные амбары, заполненные пластовыми водами. Содержание нефти в воде водоемов, расположенных между нефтяными скважинами составляет до 40 г/л. Содержание нефти в почве от 2.0 г/кг (0.2 %) до 250 г/кг (25%). Загрязненные нефтью участки распределены на площади 170 га со средним загрязнением (4-25 г/кг, 0.4-2.5%) и 140 га сильнозагрязненные (свыше 25 г/кг, свыше 2.5%). Глубина нефтезагрязнения до 3.0 м.

Очевидная реальность пагубного антропогенного воздействия на экосистемы

Абшеронского полуострова диктует необходимость безотлагательного восстановления экологической обстановки. Целью настоящей статьи является изложение результатов исследований, направленной на оценку экологической обстановки в нефтедобывающих территориях Абшеронского полуострова, на выбор оптимальных методов для проведения рекультивации нарушенных почв и грунтов.

Площадь полуострова Абшерон составляет 200 тыс. га. Из этой площади 30 тыс. га находится на балансе нефтяных промыслов.

Абшеронский полуостров является наиболее социально развитым регионом Азерб. Республики. На долю доходности полуострова приходится до 60 % внутреннего валового продукта республики. С учетом большого пополнения населения за последние 20 лет на Абшеронском полуострове люди расселяются и на загрязненных нефтью территориях, не осознавая угрозы их здоровью строят дома, обрабатывают почву и выращивают сельскохозяйственные растения для собственного пропитания и на продажу.

Первые сведения о почвах Абшеронского полуострова встречаются в [1-3]. Абшеронский полуостров сложен комплексом осадочных отложений: пески, песчаники, глины, известняки [4-6].

В западной части широко распространены глинистые породы, а восточная равнинная часть покрыта песками и ракушечным известняком. Исходя из этого, на территории Абшеронского полуострова направление почвообразования отвечает режиму, характерному для полупустынного фрагментарно пустынного ландшафта. Полуостров относится к Большой Кавказской почвенно-биоклиматической области. На Абшеронском полуострове регулярно дуют очень сильные ветры (25 м/с) и в среднем в год насчитывается около 114 дней с ветром, скорость которого превышает 15 м/с [7].

Природные экосистемы полуострова отличаются большим потенциалом к самоочищению [8], в них активно действуют

физико-химические (выветривание легких фракций, вымывание и рассеивание водой) и микробиологические процессы, способствующие снижению содержания пролившей в почву нефти. Решающая роль в разложении углеводов в почве принадлежит системам почвенных микроорганизмов, приводящие к минерализации нефти с участием свободного кислорода.

Абшеронский экономический район включает в себя многочисленные месторождения нефти и газа на суше и прилегающей акватории Каспийского моря. В пределы Абшеронского полуострова входят месторождения, запасы которых за предшествующий период разработки либо истощены, либо находятся в стадии истощения. Поверхностные проявления нефти и газа на Абшеронском полуострове известны очень давно. Еще в средние века на площади Балаханы добывалась нефть из колодцев, а также кир из выходов нефтеносных пластов. В широких масштабах добыча нефти на Абшеронском полуострове началась в 70-х годах XIX века. До установления Советской власти в Азербайджане на Абшеронском полуострове нефть добывалась на шести площадях: Балаханы–Сабунчи–Раманы, Бибиэйбат, Бинагады, Сулутепе, Сураханы и на острове Пираллахы. В дальнейшем, при Советской власти, были открыты новые залежи нефти и газа, такие как Кала, Карачухур, Зых, Шабандаг, Пуа, Коргез и др, а тридцатые годы характеризуются открытиями в западной части Абшеронского полуострова – Локбатан, Шонгар, Карайбат, Кызылтепе и др. В 1940 г было открыто Бузовны–Маштагинское месторождение, которое вступило в разработку в 1945 г.

В подавляющем большинстве месторождения являются многопластовыми; нефтегазонасыщение в них связано со значительным интервалом разреза продуктивной толщи. Количество нефти по месторождениям Абшеронской нефтегазонасыщенной области распределено также неравномерно. В основном оно размещено (в убывающем порядке) в месторождениях Балаханы–Сабунчи–Раманы, Сураханы,

Карачухур–Зых, Бибиэйбат, Грязевая сопка. Среди перечисленных месторождений по своим начальным ресурсам на первом месте стоит месторождение Балаханы–Сабунчи–Раманы, где за более чем столетний период добыто около 300 млн. тонн нефти.

Расположение нефтегазовых месторождений прослеживает и зоны нарушенных земель (рис. 1), образованию которых обязаны несовершенная технология добычи нефти, потребительское отношение человека к природе, экологическая безграмотность нефтедобытчиков и правительственных структур. В современных же условиях проблема восстановления загрязненных земель наполняется реальным содержанием, т. к. она становится приоритетной задачей Мирового сообщества и Правительства Азербайджанской Республики, решение которой намечено в Государственной Экологической Программе Президента Азербайджанской Республики Ильхама Алиева от 28. 09. 2006 г.

В то же время посильный вклад в улучшение экологической ситуации на полуострове может внести научная общественность Азербайджана. Ликвидация последствий разливов нефти, утилизация и обезвреживание загрязненных нефтью почв и грунтов, ликвидация земляных амбаров – шламонакопителей, восстановление загрязненных почв – всё это является повседневной и насущной темой исследований научных коллективов Национальной Академии Наук Азербайджана (НАНА). Особое внимание в проводимых научно-исследовательских работах уделяется изучению нефтезагрязненных почв, как объектов исследований, разработке и внедрению безотходных технологий их утилизации и обезвреживанию.

Так Институт почвоведения и агрохимии НАНА с 1969 г. проводит исследования по рекультивации земель Абшеронского полуострова, а с 1979 г - инвентаризацию нефтезагрязненных земель. Сырая нефть, отличаясь высокой токсичностью, пагубно влияет на рост и развитие растений. В связи с этим в Институте почвоведения и агрохимии НАНА было

исследовано влияние токсичности сырой нефти в зависимости от механического состава почв на накопление сухого вещества в растениях ячменя [9], и влияние давнего нефтезагрязнения на всхожесть семян и развитие растений кукурузы на почвах с различным механическим составом [10].

В экспериментах по биологической рекультивации изучали влияние степени и характера нефтезагрязнения на активность микробиологических процессов в почве, а также на рост и развитие люцерны, гороха, маслины и других культур. Установлено, что при повышении в почве содержания нефтеорганического вещества уменьшается количество бактерий и грибов, погибает травянистая и древесная растительность [11].

В результате почвенных исследований составлена карта нарушенных нефтепромысловых земель, подлежащих рекультивации [12-13]. Для нарушенных земель характерна различная степень загрязнения, как поверхностная, так и глубинная. Земли, слабо загрязненные

нефтью, занимают площадь около 900 га; они находятся преимущественно в районах Бузовны и Баладжарской дуги, загрязнены поверхностно (на глубину до 10 см). Земли со средним загрязнением площадью около 2000 га распространены более широко. Они преимущественно загрязнены нефтью до глубины 25 см. Остальные группы земель – сильнозагрязненные (3300 га), залитые нефтью (4690), со сплошным битумным покровом (около 900 га), выработанные каменные и песчаные карьеры, местами наполненные буровыми водами и заболоченные (1394 га). На землях с близким залеганием к поверхности ракушечников и песчаников загрязнение доходит только до глубины 15–20 см. Для остальных земель глубина загрязнения составляет в среднем 25–30 см, иногда 50 см (например, в районах Бина, Бузовны и др.). Как правило, вокруг вышек глубина загрязнения больше – в среднем 50–60 см. Наибольшая глубина – до 1.0–1.2 м наблюдается в районе Бинагады, а также в пониженных элементах рельефа районов Бина, Бузовны, Зых, Ясамала.

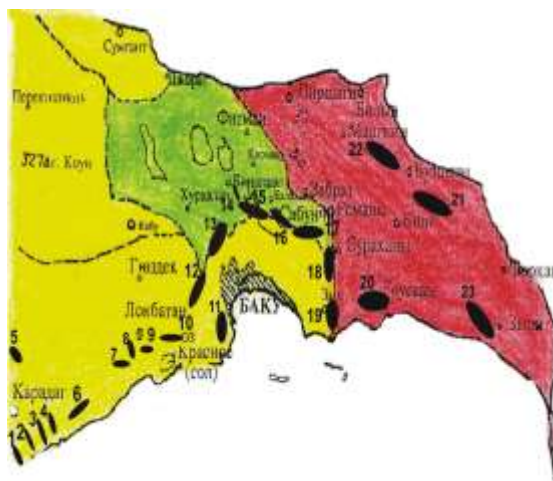


Рис. 1. Карта границ геоморфологических районов и подрайонов Абшеронского полуострова.

- 1– Пирсаат; 2– Дашгиль; 3– Дуваный; 4– Кяниздаг; 5– Умбаки; 6– Карадаг;  
 7– Кергез–Кызылтепе; 8– Шонгар; 9– Пута–Кушхана (новая); 10– Локбатан;  
 11– Бибиэйбат; 12– Аташкя– Шубаны; 13– Сулутепе; 14– Кечелдаг–Зигиль-пире;  
 15– Бинагады; 16– Кирмаку; 17– (Балаханы–Сабунчи–Раманы); 18– Сураханы;  
 19– Карачухур–Зых; 20– Говсаны; 21– Кала; 22– Бузовна–Маштаги; 23– Зыра.

Институтом Микробиологии НАНА уделяется большое внимание проблемам рекультивации и восстановления плодородия нарушенных земель полуострова Абшерон [14-16]. Рассмотрены вопросы устойчивости почв полуострова Абшерон к нефтезагрязнению и раскрыт механизм мобилизации внутренних ресурсов экосистемы. Интенсивность процессов снижения содержания нефти в почве определяется в основном климатическими условиями, физическими свойствами почвы, физико-химическими свойствами нефтезагрязнителя и уровнем загрязнения. Минерализация нефти становится эффективным механизмом самоочищения почвы, когда уровень загрязнения не превышает определенного порогового значения для данного типа почвы. В противном случае микробное окисление углеводов при концентрации нефти, превышающей этот уровень, ведет к снижению в почве содержания свободного кислорода. При этом кислород не восполняется со скоростью сравнимой с потребностями аэробных микроорганизмов (закированность, заасфальтированность и замазученность почвы), окисляющих нефть. Окислительный потенциал микросистемы снижается, а активность микроорганизмов уменьшается. Процесс минерализации замедляется или становится невозможным. В этих условиях реализуется процесс гумификации нефти, а в почве накапливаются продукты её деградации, токсичные для почвенной биоты и тем самым обеспечивается долговременность загрязнения. Таким образом, мероприятия по рекультивации загрязненных почв должны быть направлены на регулирование процессов минерализации и гумификации нефти. Для этого при высокой концентрации нефти в почве уже на первом этапе свежего нефтяного загрязнения необходимо использовать интенсивные технологии, чтобы интенсивность минерализации на несколько порядков превышала гумификацию загрязнений. Устойчивость почв к загрязнению будет различной в зависимости от их механического состава. Серо-бурые и сероземно-бурые разновидности почв, в случае загряз-

нения, в отличие от песчаных, будут более длительное время удерживать в себе нефть и продукты её разложения. Результаты исследований нефтезагрязненных почв и путей их рекультивации, согласующиеся с теорией биоочистки, легли в основу разработки одноэтапной технологии биоремедиации нефтезагрязненных почв с использованием способности природных микроорганизмов разлагать нефтяные углеводороды.

В научной деятельности и производственной практике СКТЬ КПМС с ОП НАНА на протяжении многих лет находятся под пристальным вниманием проблемы экологии в экологически неблагополучных регионах. При этом производится мониторинг окружающей среды, разрабатываются мероприятия по утилизации нефтешламов, по оздоровлению почвенной экологии и восстановлению нарушенных почвогрунтов в рамках выполнения хоздоговоров с Производственным объединением по добыче нефти и газа на суше ГНКАР и участия в международных проектах по программам INTAS, TACIS, Украинского научно-технологического центра (УНТЦ).

Восстановление плодородия земель Абшеронского полуострова имеет важное экономическое (с учетом стоимости Абшеронской земли), социальное и экологическое значение. Приемы и методы, используемые для восстановления нарушенных земель, напрямую зависят от их физико-химических свойств, степени их загрязнения, периодичности наложения нефтяной нагрузки. При небольшом уровне загрязнения почвы нефтью будет происходить её самоочищение в процессах минерализации и гумификации с участием системы почвенных микроорганизмов и кислорода за счет внутренних ресурсов экосистемы. При сравнительно большом уровне загрязнения почвы нефтью, препятствующем процессу самоочищения, процесс минерализации замедлится или станет невозможным, тогда в почве будут усиливаться процессы битумизации и гумификации. В этом случае для восстановления нарушенных земель потребуются восстановление утраченных функций эко-

системы с использованием специальных методов двухэтапной рекультивации, включающей санацию, очистку почвы, с последующим использованием методов интенсивных биотехнологий и агроприемов.

Специальные методы рекультивации нашли свое воплощение в разработанной в СКТБ КПМС с ОП НАНА эффективной промывной технологии утилизации нефтешламов, нефтезагрязненных грунтов, основанная на их отмыве водным моющим раствором поверхностно-активных веществ (ПАВ) с использованием органического растворителя. В технологии отмыва нефтезагрязненных пород водным моющим раствором используются биологически разлагаемые ПАВ и деэмульгаторы. Кроме того, при обезвреживании донных осадков амбаров-шламонакопителей была разработана и внедрена в практику НГДУ технология обезвреживания нефтешламов с использованием гидрофобизованной негашеной извести [17].

Для разработки реабилитационных мероприятий с целью восстановления утраченных функций экосистемы полуострова в СКТБ КПМС с ОП НАНА совместно с Институтом почвоведения и агрохимии и Институтом Микробиологии НАНА было изучено состояние нефтезагрязненной почвы полуострова Абшерон. Исследовано взаимовлияние нефти и минеральных частиц нефтезагрязненного почвенного профиля при их длительном контакте в климатических условиях Абшеронского полуострова [18-24]. При этом установлено, что в почвенном теле осуществляются процессы превращения неорганических и органических веществ, в которых реализуются физико-химические, химические и микробиологические воздействия на состав нефти, органическую и минеральную частей нефтезагрязненной почвы. В начальный период времени после загрязнения почвы нефтью её содержание в почве снижается за счёт выветривания легких фракций, просачивание в нижележащие горизонты и рассеивания при наличии поверхностного стока. Скорость процессов начального периода будет определяться с учетом сезонности и климатических условий региона. Последующие

периоды долговременного пребывания нефти в почвенном теле характеризуются неравномерным по составу ее распределения по глубине почвенного профиля с образованием зон адсорбции. При этом тяжелая часть разлитой нефти (смолы, асфальтены) аккумулируется в верхнем гумусовом горизонте, она прочно его цементирует, образуя кыры. Такой сценарий характерен при однократном наложении нефтяной нагрузки на почву, когда пролитая нефть с поверхности земли проникает на глубины до 1 м и более в песчаной почве и на 0.5-0.6 м в суглинках, насыщая их в объеме 1-15 л/м<sup>3</sup>. При многократном наложении нефтяной нагрузки на почву, характерной при добыче нефти на Абшеронском полуострове промысловых районов, она проникает в глубь почвы до 2-3 м и более с нефтесодержанием последней до 30 %. Почва с таким содержанием нефти консервируется в своей безжизненности на долгие годы. По этой причине тысячи гектаров некогда плодородных земель в настоящее время представляют собой техногенную пустыню с подавленной флорой и фауной.

За время продолжительного пребывания в контакте с нефтью **мелкозем** **загрязненного** почвенного профиля в условиях долговременного загрязнения теряет способность воспроизводства биомассы даже после очистки почвы от нефтезагрязнителя с использованием различных методов физико-химического воздействия. Поэтому, для восстановления плодородия нарушенных земель после их очистки от нефтезагрязнителя необходимо проведение специальных мероприятий. С целью улучшения физических свойств почвы и обогащения её элементами питания растений в СКТБ КПМС с ОП НАНА совместно с Институтом почвоведения и агрохимии и Институтом Микробиологии НАНА было апробировано проведение восстановительных мероприятий в два этапа [25-26]. На первом этапе предусматривается очистка почвы извлечением остаточных нефтепродуктов из нефтезагрязненной почвы с использованием разработанной промывной технологии, а на втором либо применение методов интен-

сивных биотехнологий в биоварианте, либо комплекса приемов агротехники и достижений агрохимии в его агроварианте. В биоварианте на первом этапе в процессе очистки нефтезагрязненной почвы из нее извлекается 90–93 % нефтезагрязнителя, а на втором этапе происходит ее полная доочистка в процессе микробного разложения остаточной нефти бактериальными культурами, сохранившимися после техногенного воздействия первого этапа. В агроварианте на первом этапе в процессе очистки из нефтезагрязненной почвы почти полностью извлекаются нефтепродукты. Выбор одного из двух вариантов очистки почвы должен происходить с учетом рационального подхода к проблеме в целом и зависит от многих факторов: срока загрязнения, природы загрязнителя, степени загрязнения, глубины проникновения нефти в почвенный профиль, механического состава почвы, доступности участка с загрязненной почвой и обеспеченности его водой, электроэнергией и др.

Необходимость проведения рекультивации нефтезагрязненных почв и грунтов и выбор для этого эффективного метода воздействия на них напрямую связаны с оценкой экологической обстановки района загрязнения, характеризующей состояние внутренних ресурсов экосистемы, с оценкой способности её к самоочищению, к восстановлению утраченных функций – жизнеспособности и плодородия. Рекультивационные же работы, включающие в себя санацию нефтезагрязненных почв (очистку) и их биодegradацию с использованием методов интенсивных биотехнологий должны служить ускорению естественных процессов самоочищения почв, мобилизации внутренних ресурсов экосистемы на восстановление своих первоначальных функций. Санация сильно загрязненной почвы нефтью и нефтепродуктами должна обеспечить минимизировать содержание нефтезагрязнителя до экологически безопасного уровня, обеспечивающего условия устойчивости экологической системы её саморегуляцию.

Для оценки экологической обстановки района загрязнения необходима научнообоснованная система экологи-

ческих нормативов, устанавливающая уровень концентрации нефти в почвах и грунтах, выше которого она не может сама справиться с загрязнением, когда её потенциал самоочищения резко снижен либо не работает. От потенциала самоочищения почв зависит нормирование допустимых концентраций загрязняющих веществ, выбор способа рекультивации загрязненных земель, организация наблюдения за состоянием почв.

В Азербайджанской Республике деятельность землепользователей регулируется Законом об экологической безопасности (1999 г), согласно которому недропользователь несёт ответственность за сохранность недр и за их возврат в надлежащем виде и отражены основные принципы и ответственность по охране окружающей среды. В законе отражены качественные нормативные показатели окружающей среды – ПДК вредных веществ в окружающей среде и ПДК твердых и жидких вредных выбросов в окружающую среду. Кроме того, в Азербайджанской Республике действует Закон о плодородии Земли (2000 г). По этому закону землепользователь (собственник, арендатор и т. д.) обязан защищать плодородный слой земли, а восстановительные работы с выбором оптимального метода воздействия для рекультивации нарушенной почвы должны быть завершены в течение не более пяти лет. Таким образом, нормативная база допустимых концентраций загрязняющих веществ, связанная с нарушением почв и грунтов загрязнением их нефтью и нефтепродуктами, должна служить как для регулирования деятельности землепользователя, вооружая его знанием нормативов для ответственного и бережливого отношения к окружающей среде, так и для принятия квалифицированного решения о рекультивации нарушенных почв и грунтов и выбора оптимального метода воздействия для их восстановления.

Мировое сообщество проявляет озабоченность в связи с возможными нарушениями экологической обстановки техногенными загрязнениями почвы нефтью и нефтепродуктами. Для этого

разрабатываются нормы уровня нефтезагрязнения, регламентирующие проведение обязательных мероприятий для восстановления утраченных функций почвы. В разных странах эти нормированные уровни, являющиеся руководством к проведению одних и тех же рекультивационных мероприятий, различны, т.к. градация загрязнения почв нефтью в большой степени зависит от многих факторов и физико-географических условий, таких как характеристика климатических зон, тип и механический состав почв, способность почв к самоочищению и т. д. Уровень нефтезагрязнения почвы значительно влияет на её плодородие и качество окружающей среды. Токсичность нефти определяется её концентрацией в почве. В небольших концентрациях, вызванных загрязнением почвы нефтью рассеиванием её водой или расчетливым загрязнением путем внесения её в почву, она стимулирует рост растений, обладает лечебными свойствами, может служить питательной средой для определенных культур микроорганизмов, а при разложении в почве дополнительным источником питания растений и оказывать положительное воздействие на почву. Однако при больших и многократных нагрузках на почву, связанных с залповыми аварийными разливами нефти (разрыв нефтепровода, транспорт нефти и нарушение ее добычи), происходит массовая гибель растений, биоты а почва утрачивает плодородие. В первом случае происходит восстановление жизнеспособности почвы после расчетливого нефтезагрязнения с помощью мобилизации внутренних ресурсов экосистемы к самоочищению или через ускорение естественных процессов самоочищения почвы специальными приемами и методами интенсивной агрохимии, и биотехнологий. Во втором случае, при большой нагрузке нефти на почву и пагубного воздействия нефтезагрязнения на экологию почвы и экосистемы в целом, почва сама справиться с загрязнениями не может, её потенциал самоочищения полностью подавлен и наступает опасность длительного загрязнения, что характерно для нефтезагрязненных почв полуострова Абшерон.

Почвы и грунты считаются загрязненными, когда концентрация нефтепродуктов в них достигает такой величины, при которой начинаются негативные экологические изменения в окружающей среде: нарушается экологическое равновесие в почвенной экосистеме, гибнет почвенная биота, падает продуктивность или наступает гибель растений, создается опасность загрязнения подземных и поверхностных вод [27]. Целесообразность проведения специальных работ по санации почвы согласуется с уровнем концентрации нефтепродуктов, выше которого почва не может сама справиться с загрязнением, когда ее потенциал самоочищения не работает. Этот уровень загрязнения почвы является верхним пределом потенциала самоочищения почв (ВППС). Почвы, содержащие нефтепродукты выше ВППС, подлежат санации и биоремедиации, так как без этих мероприятий они не выйдут из стадии деградации и будут оказывать устойчивое негативное влияние на окружающую среду. Потенциал самоочищения почв зависит от свойств самих почв, физико-географических условий окружающей природной среды, климатических факторов. Чем выше потенциал самоочищения почв, тем скорее пройдет процесс их восстановления при одинаковой нагрузке и составе загрязненных веществ. Авторы [17] внесли понятие ориентировочного допустимого уровня загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами (ОДК), при котором в данных природных условиях почва в течение одного года восстановит свою продуктивность, а негативные последствия для почвенного биоценоза могут быть самопроизвольно ликвидированы. ОДК нефти и нефтепродуктов в почве не может быть единым для всех типов почв и природных зон. В тоже время ОДК для тяжелых нефтепродуктов должен быть ниже, чем для легких.

Исходя из дифференциации нефтезагрязненных почв по степени их загрязнения и способности их к самоочищению, в некоторых странах принят уровень дельно допустимой концентрации (ПДК), прекогда нефтезагрязненные почвы подлежат рекультивации, т. к. самостоятельно они не



смогут выйти из стадии деградации. Для Татарстана ПДК нефтепродуктов в почве составляет 1.5 г/кг [28].

В странах ближнего зарубежья предельно допустимые концентрации нефтепродуктов в почве не разработаны. По данным Российских исследователей специальные мероприятия по санации и восстановлению нефтезагрязненных почв следует начинать с уровня загрязнения 10.0 г/кг [17].

Степень градации загрязнения почв и грунтов нефтью и нефтепродуктами для Украины следующие [8]:

незагрязненные почвы – до 1.5 г/кг,  
слабое загрязнение – от 1.5 до 5.0 г/кг,  
среднее загрязнение – от 5.0 до 13.0 г/кг,  
сильное загрязнение – от 13.0 до 25.0 г/кг,  
очень сильное загрязнение – более 25.0 г/кг,

Слабое загрязнение может быть ликвидировано в процессе самоочищения почвы в ближайшие 2-3 года, среднее – в течение 4-5 лет. При сильном загрязнении начинается миграция нефти и нефтепродуктов в подпочвенные воды, существенно нарушается экологическое равновесие в почвенном биоценозе.

Для черноземной зоны Украины предлагается [29], следующие градации загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами (таблице № 1).

В Нидерландах для оценки загрязнения почв приняты три уровня, в зависимости от которых необходимо проведение специальных мероприятий для оздоровления окружающей среды [30]. В качестве исходного уровня оценки загрязненности почв принята система фоновых уровней, представляющая собой

**Таб.1.** Оценка загрязненности почв нефтью и нефтепродуктами для черноземной зоны Украины.

| Степень загрязнения  | Содержание нефти, г/кг |
|----------------------|------------------------|
| незагрязненные почвы | менее 0.4              |
| слабое               | 3.0 – 6.0              |
| среднее              | 6.0 – 12.0             |
| сильное              | 12.0 – 25.0            |
| очень сильное        | свыше 25.0             |

региональный фон содержания токсичных элементов и веществ, характерный для территории страны (сигнальный уровень 1). Сигнальный уровень 2 – это повышенное загрязнение, которое требует наблюдение

за динамикой загрязнения и устранения причины загрязнения. Сигнальный уровень 3 – высокое загрязнение, при котором необходимо срочная чистка почв (таблица № 2).

**Таб. 2.** Сигнальные уровни содержания нефти, нефтепродуктов в почвах Нидерландов.

| Сигнальный уровень | Содержание нефти, нефтепродуктов, г/кг |
|--------------------|--|
| 1                  | 0.05                                   |
| 2                  | 1.0                                    |
| 3                  | 5.0                                    |

В обзоре Мак Джилла [31] приводятся обобщенные пределы безопасного содержания нефти и нефтепродуктов для разных стран. Эти пределы существенно расходятся в связи с различиями в климатических и почвенных условиях рассматриваемых регионов этих стран. В качестве среднего верхнего безопасного уровня содержания нефти в почве здесь приводят-

ся 1.0 г/кг. Начало серьезного ущерба усматривается при содержании нефти в почве на уровне 2.0 г/кг. Прекращение роста растений отмечается при загрязнении 3.5 г нефти на 1.0 кг почвы. На основе обобщения мирового опыта и результатов экспериментальной работы Мак Джилла представлены ориентировочные нормативы содержания нефти и нефтепродуктов в поч-

вах, подлежащих рекультивации (табл. 3).

Для территории полуострова Абшерон отсутствует градация уровня загрязнения почв и грунтов нефтью и нефтепродуктами, регламентирующая проведение рекультивационных работ для восстановления первичных свойств нефтезагрязненных почв. Проведение одноэтапных мероприятий для мобилизации внутренних ресурсов загрязненной почвы к самоочищению или их ускорение, а также проведение

двухэтапной рекультивации, включающей в себя методы очистки почвы от нефтезагрязнителя (санацию) с последующей её биоремедиаций – всё это должно регулироваться нормами уровня загрязнения почвы с учетом условий районов загрязнения: физико-географические условия полуострова Абшерон, климатические условия, механического состава почв, химической природы и свойства загрязнителя.

**Таб. 3.** Зависимость степени нарушения почв от содержания нефти в почве.

| Степень нарушения почвы   | Содержание нефти в почве, г/кг сухой почвы |
|---|--|
| - От легкой до умеренной. В отсутствии специальных мер наблюдается некоторое временное ослабление роста растительности.   | 5.0 – 20.0                                 |
| - от умеренной до высокой. Нормально развиваться способны лишь некоторые виды растений. Восстановление почв возможно в течение трех лет с рекультивацией. Без рекультивации восстановление потребует от 6 до 9 лет. | 20.0-50.0                                  |
| - от высокой до очень высокой. Немногие растения выживают. С использованием рекультивации почва может быть восстановлена за 3-5 лет. Без рекультивации восстановление почвы займет 20 и более лет.                  | свыше 50.0                                 |

С учетом изложенного и согласуясь с международным опытом, нами разработаны и предложены для практики проведения работ по детоксикации нефти и нефтепродуктов в почве районов загрязнения полуострова Абшерон нормативные показатели, включающие в себя следующие степени загрязнения почв:

«незагрязненные» почвы – до 1.5 г/кг (0.15 %),

слабое загрязнение – от 1.5 до 4.0 г/кг (0.15 – 0.4 %),

среднее загрязнение – от 4.0 до 13.0 г/кг (0.4 – 1.3 %), – допустимые уровни,

высокое загрязнение – от 13.0 до 25.0 г/кг (1.3 – 2.5 %), – небезопасные уровни,

очень высокое загрязнение – более 25.0 г/кг (более 2.5 %) – очень опасные уровни.

Нормативные показатели уровней загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами и зависимость этих показателей от потенциала самоочищения экосистемы схематично представлены на рис. № 2.

Нормативными показателями охваче-

ны безопасные, допустимые, небезопасные и очень опасные уровни загрязнения. Интервал уровней загрязнения почвы нефтью до 4.0 г/кг (0.4%) соответствует безопасному уровню с верхним безопасным уровнем (ВБУК), равным 0.4 %. В промежутке этого интервала нефтесодержаний, начиная от чистой почвы до загрязненной почвы с нефтесодержанием 0.15 %, качество их не изменяется и они относятся к незагрязненным. В этом же интервале уровней загрязнений почва с нефтесодержанием от 0.15 % до 0.4 % относятся к слабо загрязненным, т. к. при таком её нарушении происходят негативные изменения в окружающей среде. Во всём интервале безопасных уровней нефтесодержания потенциал самоочищения экосистемы сравнительно высок и он работает на восстановление её функций. При этом ВБУК отвечает уровню ОДК, когда экосистема самостоятельно справляется с загрязнением в процессах самоочищения, а почва в течение одного года восстановит свои функции. Интервал уров-

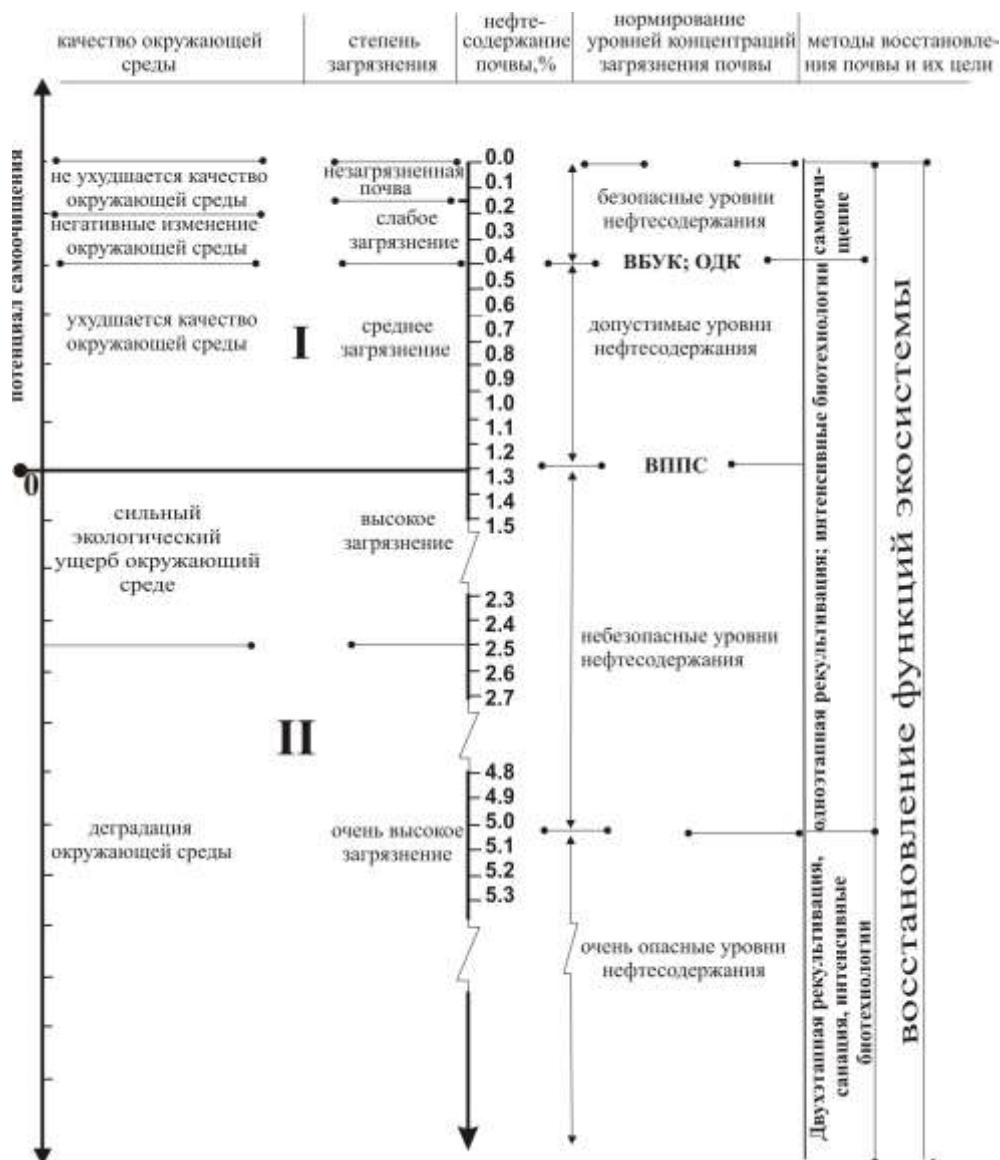


Рис. 2. Нормативные показатели уровней концентраций нефтезагрязнения для почв полуострова Абшерон.

ВБУК – верхний безопасный уровень концентраций; ОДК – ориентировочный допустимый уровень концентрации, при котором за 1 год экосистема самоочищением сама восстановится; I – область концентраций нефтезагрязненной почвы, где потенциал самоочищения системы работает; II – область концентраций нефтезагрязненной почвы, где потенциал самоочищения системы не работает.

ней загрязнения почвы нефтью от 4.0 г/кг (0.4 %) до 13.0 г/кг (1.3 %) соответствует допустимым уровням концентраций загрязнителя, в этом интервале уровней загрязнения почвы наступает ухудшение качества окружающей среды, потенциал самоочищения еще работает, внутренние ресурсы экосистемы ещё справляются с загрязнением в процессах самоочищения, однако экосистема вернется в исходное

состояние самостоятельно только через несколько лет. При этом с увеличением нефтяной нагрузки на почву потенциал самоочищения экосистемы стремительно приближается к нулю, к точке ВППС, выше которой по нефтесодержанию потенциал самоочищения не работает. Уровень концентраций 13.0 г/кг (1.3 %) загрязнителя в почве становится началом серьезного экологического ущерба, причиняемого

экосистеме. Выше уровня концентраций равным 13.0 г/кг (2.6 %) в интервале до 25.0 г/кг (2.5 %) становится возможным миграция нефти в подпочвенные воды. При этом экосистема сама справиться с загрязнением не может, её потенциал самоочищения полностью подавлен и наступает опасность долговременного загрязнения. Для восстановления функций экосистемы в этом случае необходимо проведение рекультивации почвы с использованием методов интенсивных биотехнологий. При этом до 50 г/кг (5.0 %) загрязнителя в почве достаточно использование одноэтапной рекультивации с использованием интенсивных технологий, а свыше этой величины необходимо провести двухэтапную рекультивацию: предварительно санацию (очистку с использованием промывной технологии) с последующей биоремедиацией. Кроме того, во втором варианте при повышенном содержании загрязнителей в почве возможно использование технологии капсулирования загрязнения негашеной известью.

Для использования экологических нормативов необходима единая методологическая основа количественной диагностики нефтезагрязненных почв. Такой основой может стать гравиметрический метод определения всех компонентов неф-

ти впитавшихся в почву и сорбированных её частицами, разработанной в СКТБ КПМС с ОП НАНА [32]. Количественная диагностика загрязненной почвы нефтью и нефтепродуктами проводится в специально разработанном приборе при максимально возможном извлечении из почвы органическим растворителем в совокупности всех компонентов нефтезагрязнителя полярных и неполярных, для достоверности расчетов и суждений о содержании нефтезагрязнителя в почве и нанесенном им вреде почвенной экологии.

Выводы:

1. Разработаны и предлагаются нормативные показатели градации уровней загрязнения в почве районов загрязнения полуострова Абшерон, основанные на дифференциации нефтезагрязненных почв по степени их загрязнения и способности к самоочищению.
2. Изложены результаты основных исследований научных и опытно-конструкторских подразделений НАНА и их вклад в решение экологических проблем полуострова Абшерон.
3. Решена количественная диагностика нефтезагрязненных почв на уровне изобретения и положительного решения Евразийской патентной организации о выдаче патента на изобретение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Преображенский А. С. Очерк почв Абшеронского полуострова. 1934.
2. Смирнов-Логинов В. П. Почвы Абшеронского полуострова. 1927.
3. Шульга И.А., Коробова З.П. Виленский Д.Г. Почвы и условия почвообразования равнины Богаз в Азербайджанской ССР. 1935.
4. Галандаров Ч.С. Дисс...кандидата сельскохозяйственных наук. 1989.
5. Морфогенетические профили почв Азербайджана. Под редакцией Ш.Г. Гасанова. Баку: Элм. 2004.
6. Ширинов Н.Ш. Геоморфология Абшеронской нефтеносной области. 1965.
7. Оценка воздействия на окружающую среду Западного маршрута экспортного трубопровода. Баку. АМОК. 1997. С. 469.
8. Исмаилов Н.М. Ремидация нефтезагрязненных почво-грунтов и буровых шламов. Баку: «Элм». 2006. С.7.
9. Кахраманова Т.В., Ахмедов В.А. //Azərbaycan Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi. Gənc alim və mütəxəssislərin «Kənd təsərrüfatı məhsulları istehsalının intensivləşdirilməsinin elmi əsasları» mövzusunda həsr olunmuş respublika elmi konfrans məruzələrinin tezisləri. Bakı. 1994. II hissə. S. 57.
10. Ахмедов В.А., Кахраманова Т.Б. Влияние нефтезагрязнений на всхожесть и развитие растений кукурузы. Там же. S. 56.

11. Ахмедов В.А., Кахраманова Т.Б. // Химия в сельском хозяйстве. Ежемесячный теоретический и научно-производственный журнал. 1986. № 8. С. 71.
12. Алиев Г.А., Будагов Б.А., Ширинов Н.Ш. Природные условия и ресурсы Абшерона. 1979. С. 146.
13. Babayev M.R. Abşeron yarımada sında neftlə çirklənmiş torpaqların aqromeliorativ üsullarla bərpası (rekultivasiyası). Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkəti Ekologiya İdarəsi. «Çirklənmiş torpaqların bərpası-təklif olunan üsullar» mövzusunda elmi-praktik konfrans. Məqalələr toplusu. 2008. s. 34
14. Исмаилов Н.М., Удовиченко Т.И., Мамедъяров М.А. // АХН. № 4. 1999. С.45.
15. « J. Oil and Gas ». 1979. 28/II. v. 77. № 9. P. 81.
16. Исмаилов Н.М. // Изв. АН. Азербайджана, сер. биол. наук. 1993. № 4-6. С.155.
17. Гасанов К.С., Абдуллаев Ф.З., Гасанов В.Г., Исмаилов Н.М. // Хим. проблемы. 2003. №1. С.80.
18. Гасанов К.С., Абдуллаев Ф.З. // Химические проблемы. 2003. № 2. С. 14.
19. Гасанов К.С. Абдуллаев Ф.З. // Химические проблемы. 2003. № 2. С. 14.
20. Гасанов К.С., Абдуллаев Ф.З., Гасанов В.Г. и др. // Химические проблемы. 2003. № 3. С. 21.
21. Гасанов К.С., Абдуллаев Ф.З., Исмаилов Н.М. // Химические проблемы. 2003. № 3. С.30.
22. Гасанов К.С., Абдуллаев Ф.З., Исмаилов Н.М. // Химические проблемы. 2004. № 1. С. 16.
23. Гасанов К.С. // Химические проблемы. 2004. № 2. С. 27.
24. Гасанов К.С., Абдуллаев Ф.З., Исмаилов Н.М. и др. // Экологическая и ресурсосбережение. 2005. № 6. С. 62.
25. Гасанов К.С., Абдуллаев Ф.З., Ахмедов В.А. и др. // Химические проблемы. 2005. № 2. С. 50.
26. Гасанов К.С. // Химические проблемы. 2005. № 3. С. 38.
27. Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Чернянский С.С., Сахаров Г.Н. // Почвоведение. 2003. № 9. С. 1132.
28. Смыков В.В., Смыков Ю.В., Ториков А.И. // Экологическая и промышленная безопасность. 2005. № 3. С. 32.
29. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. / Под ред. М.А.Глазовской. М.: Наука. 1988. С. 254.
30. VROM. Concept Leidraad Bodesanering Leischandam, afl. 4. P. 2.
31. Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистемы. М.: Наука. 1981. С. 78.
32. Положительное решение на выдачу Евразийского патента по заявке № 200700239/30 от 16. 01. 2009 г.

### **ABŞERONUN NEFTÇIXARMA ƏRAZİLƏRİNDƏ EKOLOJİ ŞƏRAİTİN TƏDQIQI. NEFTLƏÇİRLƏNMİŞ TORPAQSÜXURLARIN DİAQNOSTİKASI VƏ ÇİRLƏNMƏ SƏVİYYƏSİNİN DƏRƏCƏLƏNMƏSİ**

*Q.S.Həsənov, F.Z.Abdullayev, N.M.İsmayılov*

*İşdə Abşeron yarımadasının neftçixarma ərazilərində ekoloji şərait tədqiq edilmiş və Abşeron neft və qaz yataqları ətrafının torpaq ekologiyasının neftçixarma tullantıları ilə fəlakətli dərəcədə pozulması göstərilmişdir. AMEA-nın struktur bölmələrinin bu ekoloji problemlərin həllində iştirakı və ona verdiyi töhvə qeyd edilmişdir. Torpaq və süxuru çirkləndirən neft və neftməhsullarının, eləcə də onların tullantılarının detoksikasiyasında istifadə üçün normativ göstəricilər işlənmiş və təklif olunmuşdur. İxtira səviyyəsində neftləçirklənmiş torpaqların diaqnostikasının işlənməsinin nəticələri şərh olunmuşdur.*

**RESEARCH INTO ECOLOGICAL CONDITIONS IN OIL-EXTRACTING AREAS OF  
ABSHERON. GRADATION OF POLLUTION LEVELS AND DIAGNOSTICS OF  
OIL-POLLUTED SOILS**

***G.S.Hasanov, F.Z.Abdullaev, N.M.Ismailov, V.A.Akhmedov***

*The work examines the ecological conditions in oil-extracting areas of Absheron peninsula to show catastrophic disruption of soil ecology by waste products of oil extraction around Absheron oil fields and gas. Participation of structural divisions of NASA and their contribution to the decision of environmental problems retraced. Normative parameters are developed for the use in the detoxication of oil and waste products of the oil extraction, polluting ground and soil oil products as well. Results of the development of diagnostics of oil-polluted soil at the level of invention are provided.*