

УДК. 631.453 (575.1)

Изменение свойств нефтезагрязненных почв пустынных территорий

Жаббаров З.А.¹, Абдрахманов Т.¹, Околелова А.А.², Хаитмухамедова З.Л.¹,
Вилкомирский Б.³

¹Национальный университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан,
zafarjonjabbarov@gmail.com

²Волгоградский государственный технический университет, Волгоград,
Россия, allaokol@mail.ru

³Университет Яна Кохановского в Кельце, Кельце, Польша,
bowi@biol.uw.edu.pl

Аннотация:

Изучено состояние загрязнения почвенного покрова в различной удаленности от источника загрязнения и в профиле почв в результате деятельности пяти нефтяных месторождений и одного нефтегазового предприятия. При этом было отмечено загрязнение двумя источниками загрязнителей почв вокруг нефтяных месторождений и нефтегазового предприятия. По полученным результатам было отмечено, что степень загрязнения почв относительно фона в серо-бурых почвах, распространенных вокруг нефтяных месторождений Кукдумалок, составляла 10,3 г/кг; в лугово-аллювиальных почвах, распространенных вокруг нефтяных месторождений Северный Окназар, – 6,4; в такырно-луговых почвах, распространенных вокруг УДП «Муборакнефтваз», – 2,80; в серо-бурых почвах, распространенных вокруг нефтяных месторождений Учкызыл, – 11,2; в такырных почвах, распространенных вокруг нефтяных месторождений Какайди, – 2,4; и в пустынно-песчаных почвах, распространенных вокруг нефтяных месторождений Ховдак, – 82,7 г/кг.

Ключевые слова. Почва, нефть, нефтепродукты, физические свойства, микроагрегаты, загрязнение, трансформация, микроорганизмы.

Changes in the properties of oil-contaminated soils in the desert zone

Jabbarov Z.A.¹, Abdrakhmanov T.¹, Xaidmuxamedova Z.L., Wilkomirsky B.²

¹National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan,
zafarjonjabbarov@gmail.com

²Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia, allaokol@mail.ru

³Jan Kochanowski University in Kielce, Kielce, Poland, bowi@biol.uw.edu.pl

Abstract: The studies examined the state of soil pollution by remoteness from the source of pollution and the soil profile as a result of the activity of five oil fields and one oil and gas enterprise. At the same time, pollution was noted with two types of soil pollutants around oil fields and an oil and gas enterprise. According to the obtained results, it was noted that the degree of soil pollution by sources relative to the background in the gray-brown soils spread around the Kukdmalok oil fields was 10.3 g / kg; in meadow-alluvial soils common around the North Oknazar oil fields - 6.4; in takyr-meadow soils common around UDP “Muborakneftgaz” - 2.80; in gray-brown soils spread around the Uchkyzyl oil fields - 11.2; in takyr soils common around Kakaidi-2.4 oil fields; and in desert sandy soils around the Khovdak oil fields - 82.7 g / kg.

Keywords. Soil, oil, oil products, physical properties, pollution, fertility, transformation, microorganisms, desert zone.

Введение. На сегодняшний день во всем мире в результате деятельности промышленных предприятий, добычи полезных ископаемых, их использования, а также других антропогенных факторов, наблюдается химическое загрязнение почвенного покрова, изменение свойств и плодородия почв. Загрязнение почв различных типов приводит к формированию таких проблем, как деградация почвы, снижение качественного и количественного уровня плодородия, а также других проблем, связанных с экосистемой.

Загрязнение нефтью влияет на весь комплекс морфологических, физических и физико-химических свойств почвы, определяющих ее плодородные и экологические функции [2, 12, 13, 14].

Нефтехимические предприятия являются постоянными источниками антропогенного воздействия на почвы [9]. Последствиями воздействия нефтяных загрязнений на почвы являются изменение их физико-химических свойств, снижение плодородия, деградация или полная гибель педобионтов, отрицательное воздействие на экологическое состояние сопредельных сред и территорий [5, 6, 7]. Меньшее количество работ посвящено исследованию динамики токсикологических характеристик почв при длительном воздействии поллютантов и комплексном использовании тест-объектов разного организационного уровня [1, 10]. Нефтедобывающая отрасль входит в число самых экологически потенциально опасных отраслей народного хозяйства, так как на всех этапах нефтедобычи периодически возникают аварийные ситуации, при которых происходит загрязнение окружающей среды [8].

На сегодняшний день актуальной задачей является, создание рекультивационных мероприятий для загрязненных в различной степени нефтью и нефтепродуктами почв, соответствующих климатическим

условиям территории. Актуальными проблемами являются: изучение состояния загрязнения по источникам, для рекультивации загрязненных нефтью и нефтепродуктами почв в условиях пустынной зоны, их отличие, определение физико-химических, агрохимических, микробиологических, биологических свойств почв, разделение факторов, алгоритмов, этапов рекультивации, выбор мероприятий с учетом свойств почв и характера загрязнения, разделение на периоды процессов рекультивации, разработка первичных показателей и коэффициентов восстановления почвенного плодородия, анализ современного состояния загрязненных почв, создание картограмм прогнозирования будущего состояния загрязнения почв, назначение мероприятий рационального использования земельных ресурсов на основе полученных данных.

Методы и объекты исследования. В полевых и лабораторных исследованиях использованы современные методы, применяемые в почвоведении: определение тяжелых металлов в почве проводили в вытяжке Aquaregia [15], микроэлементы определяли атомно-адсорбционной спектроскопией (AAS), количество нефти и нефтепродуктов в соответствии с методическими указаниями [11], разделение регионов по дистанции по Х.А. Джувеликян [3], математическая обработка по Б.А. Доспехову [4] в программе «Statgraphics CenturionXVII».

Климат Кашкадарьинской области формируется в результате взаимосвязи климатических процессов пустыни, расположенной на западе и горной области на востоке Узбекистана. Годовая норма осадков в 2010—2017 годах на исследуемой территории составляла 57,5—104,2 мм, абсолютный максимум температуры воздуха в июле месяце был равен +45,4—46,8°C, абсолютный минимум температуры воздуха в январе был равен -12,7—16,3°C. Средняя скорость ветра около 1,3—1,5 м/с.

Сурхандарьинская область – солнечный регион со свойственными сухому субтропическому климату республики особенностями: теплая зима, знойное, сухое и продолжительное лето, и, приносящий очень много пыли, афганский ветер, дующий со скоростью 2,9—3,1 м/с. Количество осадков в 2010—2017 годах составляло 110—149,3 мм, абсолютный максимум температуры воздуха в июле составлял +44,4—44,6°C, абсолютный минимум температуры воздуха в январе составлял -5,3—16,8°C.

Для проведения исследований были выбраны 6 опорных (ключевых) точек вокруг источников загрязнения в 5 административных районах, богатых нефтью и нефтегазом областях Узбекистана – Кашкадарьинской и Сурхандарьинской. Были выбраны следующие почвы: I точка – серо-бурые почвы, распространенные вокруг нефтяных месторождений Кукдумалок Миришкарского района (КК); II точка – лугово-аллювиальные почвы,

распространенные вокруг нефтяных месторождений Северный Окназар Нишанского района (КШО); III точка – такырно-луговые почвы, распространенные вокруг УДП «Муборакнефтьгаз» Мубарекского района (КМ); IV точка – серо-бурые почвы, распространенные вокруг нефтяных месторождений Учкызыл Термезского района (КУ); V точка – орошаемые такырные почвы, распространенные вокруг нефтяных месторождений Какайди Джаркурганского района (ККд); VI точка – пустынно-песчаные почвы, распространенные вокруг нефтяных месторождений Ховдак Джаркурганского района (КХ).

Результаты исследования и обсуждение. В исследованиях было изучено состояние загрязнения почвенного покрова в различной удаленности от источника загрязнения и в профиле почв в результате деятельности пяти нефтяных месторождений и одного нефтегазового предприятия. При этом было отмечено загрязнение двумя видами загрязнителей почв вокруг нефтяных месторождений и нефтегазового предприятия (рис. 1). По полученным результатам было отмечено, что степень загрязнения почв по источникам относительно фона в серо-бурых почвах, распространенных вокруг нефтяных месторождений Кукдумалок, составляла 10,3 г/кг; в лугово-аллювиальных почвах, распространенных вокруг нефтяных месторождений Северный Окназар, – 6,4; в такырно-луговых почвах, распространенных вокруг УДП «Муборакнефтьгаз» – 2,80; в серо-бурых почвах, распространенных вокруг нефтяных месторождений Учкызыл, – 11,2; в такырных почвах, распространенных вокруг нефтяных месторождений Какайди, – 2,4; и в пустынно-песчаных почвах, распространенных вокруг нефтяных месторождений Ховдак, – 82,7 г/кг.

При изучении почв, распространенных вокруг источников по буферной зоне (0,5—0,75 км), I зоне (0,75—1,5 км), II зоне (2—8 км), III зоне (4—15 км), IV зоне (8—20 км), фоновой зоне (20—50 км), было отмечено, что серо-бурые и орошаемые лугово-аллювиальные почвы, распространенные вокруг нефтяных месторождений Кукдумалок и Северный Окназар, загрязнены только в I и II зонах, такырно-луговые почвы распространенные вокруг УДП «Муборакнефтьгаз», загрязнены во II и III зонах, такырные почвы, распространенные вокруг нефтяных месторождений Какайди, загрязнены только в I зоне, а пустынно-песчаные почвы, распространенные вокруг нефтяных месторождений Ховдак, загрязнены в I, II, III зонах. Также было установлено, что в 0—5 см слое всех изученных почв концентрация нефти и нефтепродуктов была выше в 4,7 раз, чем в слое 5—20 см.

Обосновано, что основным источником загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами в пустынной зоне являются нефтяные месторождения и нефтегазовая отрасль (рис. 2).

Загрязнение почв по нефтяным месторождениям постепенно снижалось по мере удаления от источника, В нефтяных месторождениях загрязнение нефтью отмечается только вблизи от источника, и имеет закономерность постепенного снижения, а в нефтегазовой промышленности, вблизи с источников количество загрязнителей уменьшалось, и имеет закономерность повышения-снижения концентрации. Это объясняется тем, что в нефтегазовой промышленности отходы от предприятий рассеиваются через трубы, из которых они улетучиваются в виде дыма, и при помощи ветра распространяются по радиусу, из-за этого вблизи предприятий их количество более низкое. Также определены факторы, влияющие на расширение границ загрязнения по этим источникам в пустынной зоне, согласно им в зоне расположения предприятий нефтегазовой промышленности основными условиями, оказывающими отрицательное воздействие, являются: высокие температуры региона, скорость ветра, а по нефтяным месторождениям – технические неполадки, аварийные ситуации.

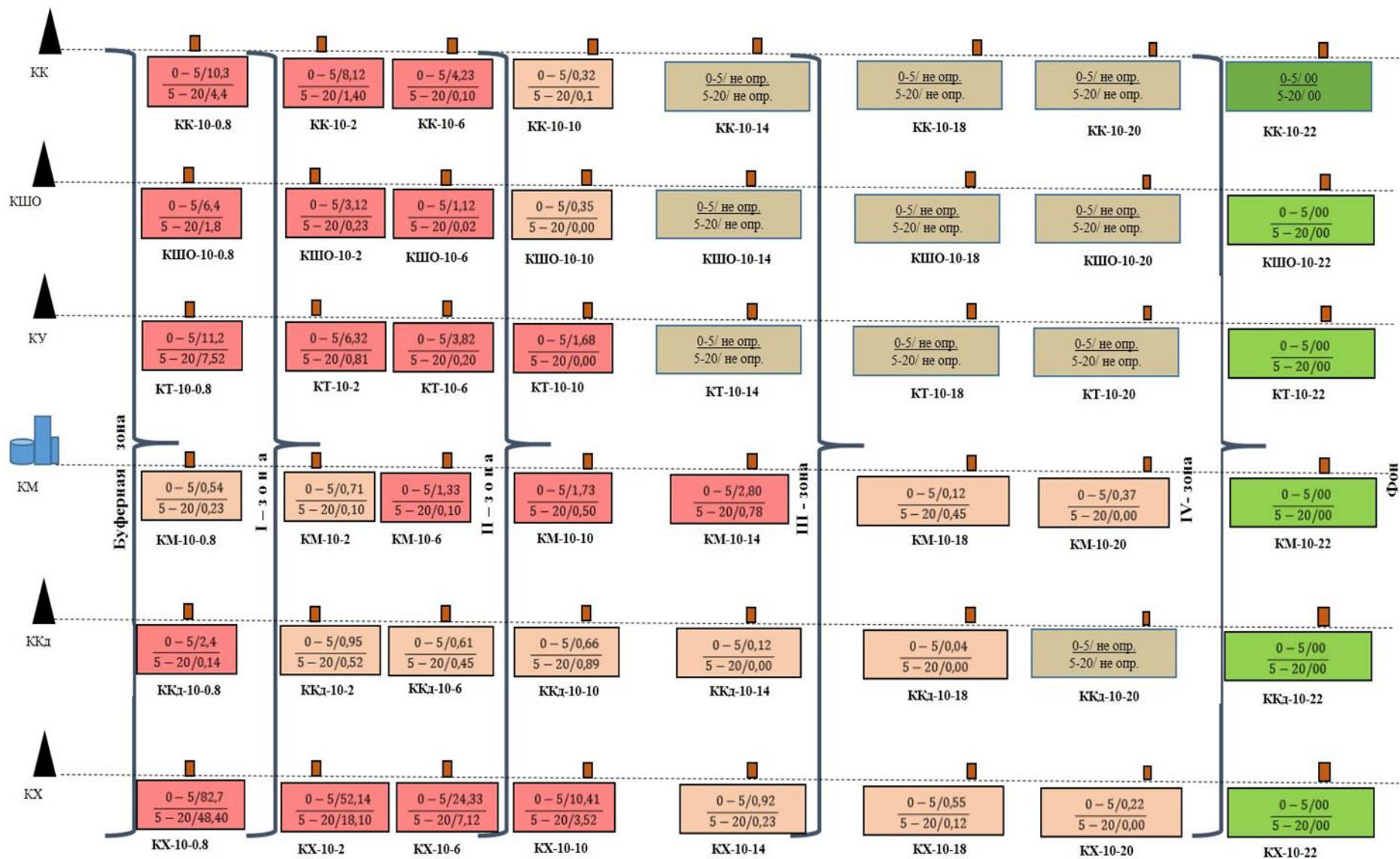


Рисунок 1 – Состояние загрязнения почв пустынной зоны нефтью и нефтепродуктами (0-5 см, 5-20 см. г/кг)

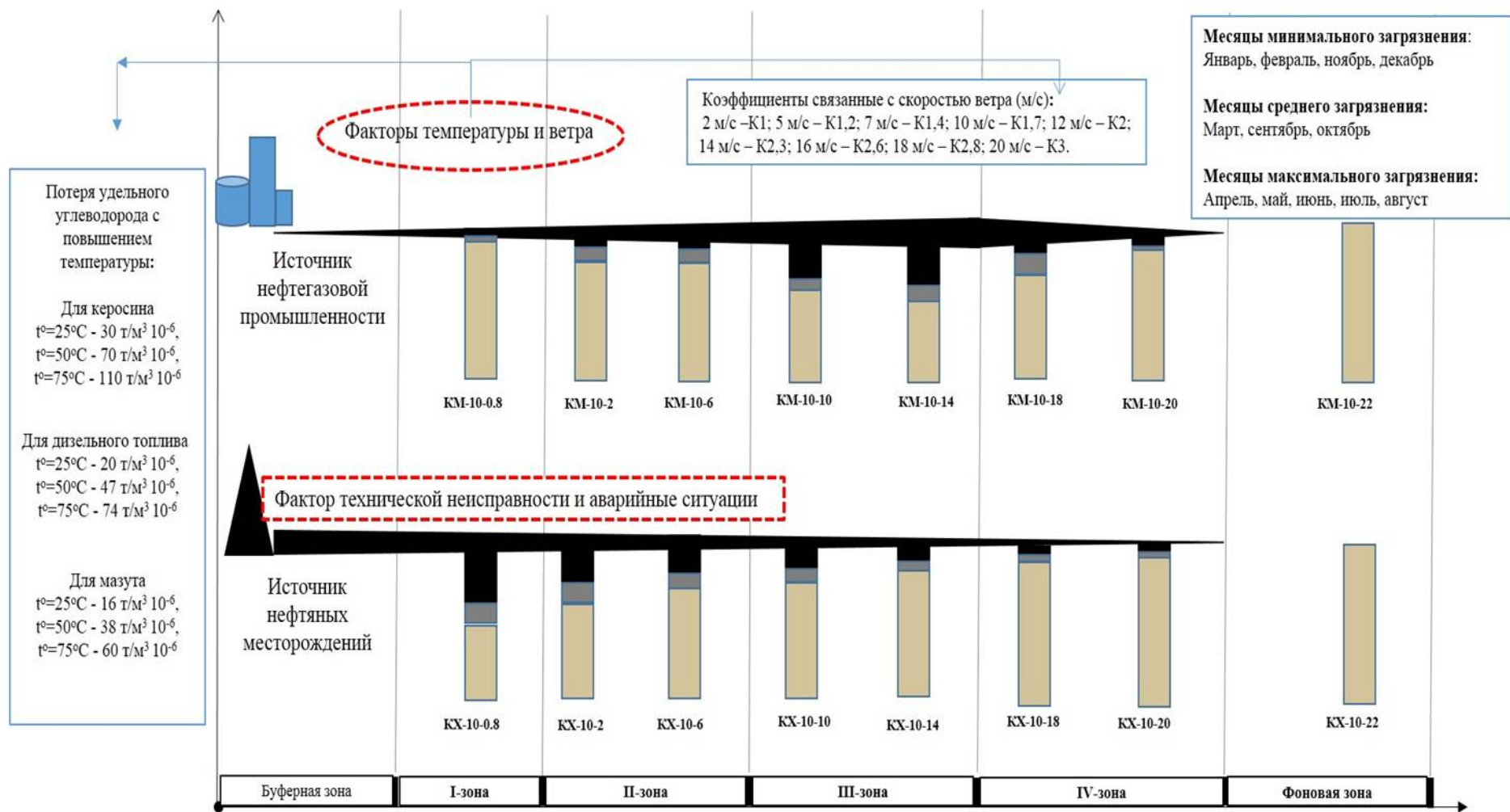


Рисунок 2 – Различия в загрязнении почв пустынной зоны по областям загрязнения и генетическим горизонтам

С повышением температуры воздуха увеличивалась потеря загрязнителей из системы нефтегазовой промышленности, с этой точки зрения сезоны года разделены на следующие 3 группы:

- месяцы минимального загрязнения – январь, февраль, ноябрь, декабрь;
- месяцы среднего загрязнения – март, сентябрь, октябрь;
- месяцы максимального загрязнения – апрель, май, июнь, июль, август.

Увеличение скорости ветра влияло на увеличение радиуса распространения выбросов загрязняющих веществ нефтегазовой промышленности, в частности, с увеличением скорости ветра концентрация выбросов увеличивается в соответствии с коэффициентами, приведенными на рисунке 2. Если скорость ветра составляет 2м/сек, то коэффициент равен единице, а если скорость составляет 20м/сек, то коэффициент равен трем.

Количества микроорганизмов-деструкторов (MFD-100 *Pseudomonas stutzeri*, MFD-200 *Pseudomonas caryophyllis*, MFD-5000 *Bacillus subtilis*) нефти, встречающихся в естественном виде в такырно-луговых почвах, распространенных вокруг «Муборакнефтваз» УДП, не достаточно для расщепления нефтепродуктов (углеводороды, бензапирен) ежегодно попадающих в почву.

В деятельности нефтяных месторождений и УДП «Муборакнефтваз» наблюдается оседание в почвенном покрове различных углеводородных, серных и других соединений, и отрицательное их воздействие на почвенные свойства в течение более 40 лет.

В результате загрязнения нефтью и нефтепродуктами почвы загрязнены и тяжелыми металлами и мышьяком, входящими в их состав (рис.3).

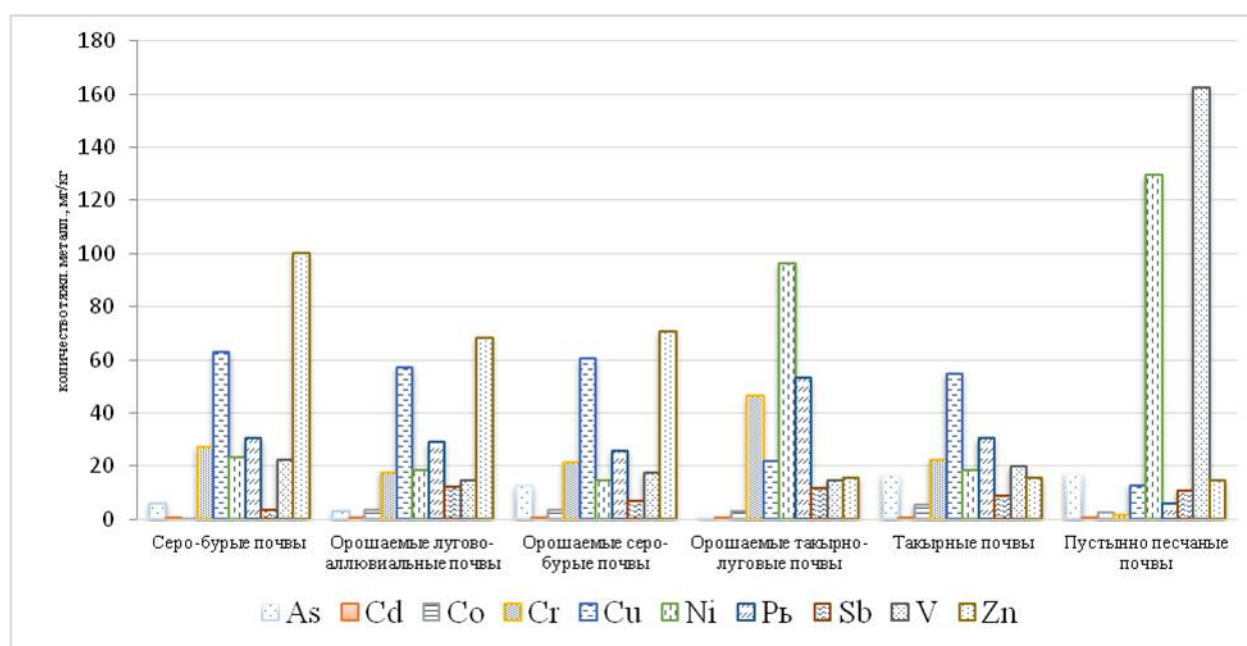


Рисунок 3 – Состояние загрязнения почв тяжелыми металлами под влиянием нефти и нефтепродуктов

По результатам исследований количество As в серо-бурых почвах увеличилось в 2,94 раза; Cd – 3,2; Cu – 1,14 раза, количество Co, Cr, Pb, Sb, V не превышало ПДК, в орошаемых лугово-аллювиальных почвах количество

As увеличилось в 1,59 раза; Cd – 3,4; Cu – 1,04; Sb – 2,75 раза, количество Co, Cr, Ni, Pb, V, Zn не увеличилось. В орошаемых серо-бурых почвах количество As увеличилось в 6,26 раз; а количество Cd увеличилось в 9,0 раз; Cu – 1,09; Sb – 1,57 раза; количество Co, Cr, Ni, Pb, V, Zn – не увеличилось. В орошаемых такырно-луговых почвах количество Cr увеличилось в 1,3 раза; Pb – 1,66; Ni – 1,12 раза, количество As, Co, Cd, Cu, Sb, V, Zn не превышало ПДК.

В такырных почвах количество As увеличилось в 8,24 раза; Cd – 7,4; Cu – 1,28; Sb – 1,90, количество Co, Cr, Ni, Pb, V, Zn – не увеличилось. В пустынно-песчаных почвах количество As увеличилось в 8,6 раза; Cd – 9,8; Ni – 1,51; Cu – 4,30; Sb – 2,38; V – 1,06, Co, Cr, Pb, Zn не превышало ПДК. Имеется систематическая разница в загрязнении почв тяжелыми металлами по источнику загрязнения вокруг нефтяных месторождений и предприятий нефтегазовой промышленности (рис. 4).

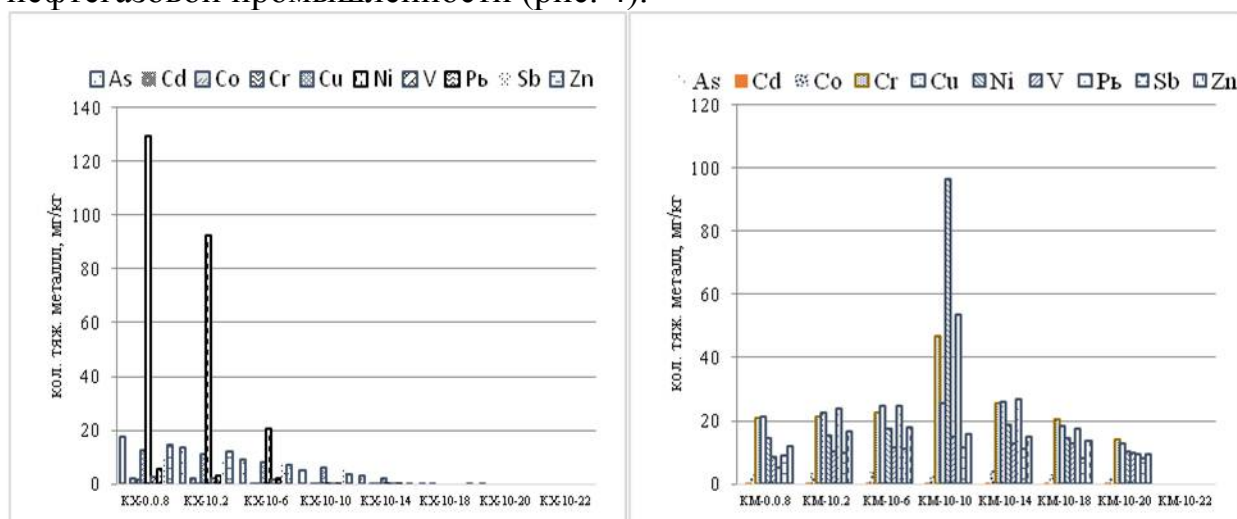


Рисунок 4 – Загрязнение тяжелыми металлами почв вокруг месторождения нефти Ховдак (слева) и предприятия «Муборакнефтваз» УДП (справа)

Загрязнение почв тяжелыми металлами вокруг двух источников загрязнения подчиняется вышеприведенной закономерности, а именно: в зависимости от степени загрязнения содержание тяжелых металлов высокое и их количество постепенно уменьшается с удалением от источника. Вокруг предприятий нефтепромышленности, вблизи с источником, количество загрязнителей уменьшалось на расстоянии до 6 км, а по удалению от источника – увеличивалось на расстоянии до 18 км, после чего их содержание снова уменьшалось. Почвы окрестностей нефтяных месторождений в основном загрязнены As, Cd, Ni, Cu, Sb, V, а окрестности «Муборакнефтваз» УДП загрязнены Cr, Pb, Ni. Также загрязнение тяжелыми металлами вблизи нефтяных месторождений относительно опасней по сравнению с нефтегазовой промышленностью, также высока здесь и концентрация загрязнения.

Концентрация тяжелых металлов в почвах вблизи нефтяных месторождений выше, чем в окрестностях объектов нефтегазовой промышленности.

Опасность заключается в том что, очищение почвы от тяжелых металлов составляет несколько столетий.

Заключение. Установлено, что в загрязненных нефтью и нефтепродуктами почвах южных регионов Узбекистана основным источником загрязнения являются нефтяные месторождения и нефтегазовые предприятия, степень загрязнения уменьшается в зависимости от удаления от нефтяных месторождений. В окрестностях нефтегазовых предприятий закономерность противоположная: загрязнение по мере удаления от источника вначале увеличивается, потом уменьшается из-за распространения их ветром. В профиле почв концентрация нефтепродуктов всюду уменьшается с глубиной. По гранулометрическому составу эти почвы неодинаковые (легкий, средний, тяжелый суглинок, песчаные). В песчаных почвах снижение концентрации нефтепродуктов с глубиной может быть более резким. Обосновано, что в проявлении и распространении загрязнения на нефтяных месторождениях основными факторами являются техническая неисправность и аварийные ситуации, а в нефтегазовых предприятиях – высокие температуры, а также скорость ветра. Вокруг нефтяных месторождений состояние загрязнения выше в I, II и III зонах, а вокруг предприятий нефтегазовой промышленности – во II, III и IV зонах.

В почвах, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, отмечено концентрирование таких элементов, как (As, Cd, Cu, Sb, Cr, Pb, Ni, V). В частности вокруг нефтяных месторождений преобладает загрязнение почв As, Cd, Ni, Cu, Sb, V, а вокруг предприятий нефтегазовой промышленности – Cr, Pb, Ni. По всем элементам зафиксировано превышение ПДК.

Список литературы

1. Акайкин Д.В., Петров А. М. Условия среды и динамика токсикологических характеристик нефтезагрязненных почв // Вестник технологического университета, 2016. №19. С. 123—126.
2. Габбасова И.М. Деградация и рекультивация почв Башкортостана. Уфа: Гилем, 2004. 284 с.
3. Джувеликян Х.А., Щеглов Д.И., Горбунова Н.С. Загрязнение почв тяжелыми металлами способы контроля и нормирования загрязненных почв. Воронеж: Изд-во Воронежского государственного университета, 2009. 22 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статической обработки). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Исмаилов Н.М. Микробиология и ферментативная активность нефтезагрязненных почв // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. С.42—56.

6. Каримуллин Л.К., Петров А.М., Вершинин А.А., Шурмина Н.В. Физиологическая активность почв при разных уровнях нефтяного загрязнения // Известия Самарского научного центра РАН, 2015. Вып. 17, 4. С. 797—803.
7. Киреева Н.А., Водопьянов В.В., Мифтахова А.М. Биологическая активность нефтезагрязненных почв. Уфа: Гилем, 2001. 376 с.
8. Леднев А.В., Скворцова И.А. Влияние нефтяного загрязнения на микробное сообщество торфяных почв среднего Предуралья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2017. № 1 (56). С.47—53.
9. Мерзлякова А.С., Околелова А.А., Заикина В.Н., Пасикова А.В. Изменение свойств нефтезагрязненных почв // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология, 2017. Том 7, № 2. С. 173—180.
10. Петров А.М., Вершинин А.А., Каримуллин Л.К., Акайкин Д.В., Тарасов О.Ю. Динамика эколого-биологических характеристик дерново-подзолистых почв в условиях длительного воздействия нефтяного загрязнения // Почвоведение, 2016. №7. С. 848—856.
11. РД 52.18.575-96 Методические указания. Определение валового содержания нефтепродуктов в пробах почвы методом инфракрасной спектроскопии. Методика выполнения измерений // <http://docs.cntd.ru/document/1200036911>
12. Dobrovolskii G.V., Nikitin E.D. Function soils in biosphere and ecosystem (ecological meaning (importance) soils). М.: Nauka, 1990. 261 p.
13. Gabbasova I.M. Degradation and recultivation soil of Bashkortostan. Ufa: Gilem, 2004. 284p.
14. Gennadiev A.N., Pikovskii U.I. Cards of stability soils to pollution by petroleum and polycyclic aromatic uglevodorods: a method and experience of drawing up // Pochvovedenie, 2007. №4. P. 80—92.
15. ISO, Soil quality, Extraction of trace elements soluble in aqua-regia, ISO 11466, 1995(E). <https://www.iso.org/ru/standard/19418.html>

Spisok literatury

1. Akajkin D.V., Petrov A. M. Uslovija sredy i dinamika toksikologicheskikh harakteristik neftezagrijaznennyh pochv // Vestnik tehnologicheskogo universiteta, #19, S. 123-126 (2016).
2. Gabbasova I.M. Degradacija i rekul'tivacija pochv Bashkortostana. Ufa.: Gilem, 2004.

3. Dzhavelikjan H.A., Shheglov D.I., Gorbunova N.S. Zagrjaznenie pochv tjazhelymi metallami sposoby kontrolja i normirovanija zagrjaznennyh pochv. - Voronezh: Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, 2009. - 22 s.
4. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyta (S osnovami staticheskoj obrabotki). - Moskva: Agropromizdat, 1985. - 351 s.
5. Ismailov N.M. Mikrobiologija i fermentativnaja aktivnost' neftezagrjaznennyh pochv // Vosstanovlenie neftezagrjaznennyh pochvennyh jekosistem. M.: Nauka, 1988.- S.42-56.
6. Karimullin L.K., Petrov A.M., Vershinin A.A., Shurmina N.V. Fiziologicheskaja aktivnost' pochv pri raznyh urovnjah نفتجانو زagrjaznenija // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN, 17, 4, 797-803 (2015).
7. Kireeva N.A. , Vodop'janov V.V. , Miftahova A.M. Biologicheskaja aktivnost' neftezagrjaznennyh pochv. - Ufa: Gilem, 2001.- 376s.
8. Lednev A.V., Skvorcova I.A. Vlijanie نفتجانو زagrjaznenija na mikrobnoe soobshhestvo torfjanyh pochv srednego Predural'ja / Agrarnaja nauka Evro-Severo-Vostoka, # 1 (56), 2017. S. 47-53.
9. Merzljakova A.S., Okolelova A.A., Zaikina V.N., Pasikova A.V. Izmenenie svojstv neftezagrjaznennyh pochv // Izvestija vuzov. Prikladnaja himija i biotehnologija. - Tom 7, # 2. – 2017. S. 173-180.
10. Petrov A.M., Vershinin A.A., Karimullin L.K., Akajkin D.V., Tarasov O.Ju. Dinamika jekologo-biologicheskikh harakteristik dernovo-podzolistyh pochv v uslovijah dlitel'nogo vozdejstvija نفتجانو زagrjaznenija // Pochvovedenie, 7, 848-856, (2016).
11. RD 52.18.575-96 Metodicheskie ukazaniya. Opredelenie valovogo sodержaniya nefteproduktov v probah pochvy metodom infrakrasnoj spektrometrii. Metodika vypolneniya izmereniy // <http://docs.cntd.ru/document/1200036911>
12. Dobrovolskii G.V., Nikitin E.D. Function soils in biosphere and ecosystem (ecological meaning(importance)soils) – M.:Nauka, 1990.– 261p.
13. Gabbasova I.M. Degradation and recultivation soil of Bashkortostan. Ufa: Gilem, 2004.284p.
14. Gennadiev A.N., Pikovskii U.I. Cards of stability soilsto pollution by petroleum and polycyclic aromatic uglevodorods: a method and experience of drawing up // Pochvovedenie, 2007. #4, P. 80-92.
15. ISO, Soil quality, Extraction of trace elements soluble in aqua-regia, ISO 11466, 1995(E). <https://www.iso.org/ru/standard/19418.html>