

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НА УЧАСТКАХ НЕФТЯНЫХ РАЗЛИВОВ САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

SOIL CONTAMINATION ASSESSMENT ON OIL SPILL SITES OF THE SAMOTLOR OIL FIELD

**A. Ryabukha
T. Storchak**

Summary. Today oil contamination is the one of main problem of the Middle Ob Area for specialists in the field of environmental management. The research provides quantitative assessment of the objects and processes under study. Primary field investigations were carried out on the experimental sites with various differentiation of oil spills. The soils are characterized by a low content of heavy metals, the content of petroleum products in the soils corresponds to permissible contamination. The presented data indicate the ambiguity of the chemical composition of the contaminated and reclaimed soils. Such results require further research.

Keywords: Middle Ob Area, soil contamination, oil contamination, reclamation.

Рябуха Анатолий Васильевич

Аспирант, ФГБОУ ВПО «Нижевартовский
государственный университет»
anatoly.ryabukha@gmail.com

Сторчак Татьяна Викторовна

К.б.н., доцент, ФГБОУ ВПО «Нижевартовский
государственный университет»
tatyastorchak@yandex.ru

Аннотация. На сегодняшний день нефтяное загрязнение является основной проблемой Среднего Приобья, с которой сталкиваются специалисты занимающиеся вопросами природопользования и охраны окружающей среды. Исследования, проводимые в рамках данной работы, ориентированы на количественную оценку изучаемых объектов и процессов. На опытных площадках с различной дифференциацией нефтяных разливов разработана и обоснована наблюдательная сеть, на которой проведены первичные полевые исследования. Изученные почвы характеризуются низким содержанием тяжелых металлов, содержание нефтепродуктов в почвах участка соответствует допустимому загрязнению. Представленные данные свидетельствуют о неоднозначности химического состава почв нефтезагрязненных и рекультивированных участков месторождения, требуется продолжение исследования.

Ключевые слова: Среднее Приобье, загрязнение почв, нефтяное загрязнение, рекультивация.

Экосистемы Среднего Приобья подвергаются значительному техногенному и антропогенному воздействию в результате влияния постоянно растущей инфраструктуры нефтегазового комплекса. Неблагоприятное влияние на окружающую среду проявляется абсолютно на всех этапах геологоразведки и добычи углеводородов. К одним из самых опасных загрязнений экосистем можно отнести разливы нефти, буровых растворов и пластовых вод. Поступающие в окружающую среду нефтепродукты приводят к угнетению экосистем и ухудшению состояния природно-ресурсной базы всего региона. Острой проблемой в регионе, среди вопросов охраны окружающей среды, была и остается загрязнение нефтепродуктами водных и земельных ресурсов.

Процессы восстановления природной среды довольно длительные и требуют проведение рекультивационных работ. В свою очередь часто рекультивационные работы не достигают своих целей и загрязнители продолжают оставаться в почвах, попадают в поверхностные и подземные воды, трансформируются, мигрируют.

Решить проблему улучшения состояния экосистем Среднего Приобья пытается уже не одно поколение

ученных. На сегодняшний день аккумулировалась довольно объемная база знаний по геологии, географии, биологии, геохимии и экологии районов Среднего Приобья активно вовлеченных в процесс освоения нефтегазовых месторождений.

Комплекс экологических исследований на территории региона детально иллюстрирует состояние основных компонентов экосистем и характеризует решающие факторы антропогенной нагрузки [3, 4]. Хорошо исследованы ресурсы растительного и животного мира территории [6]. В то же время, современная экологическая обстановка на территории Среднего Приобья остается напряженной [1].

Так же остается много нерешенных вопросов в зоне влияния инфраструктурных объектов топливно-энергетического комплекса и природных компонентов, в частности вопрос переноса и аккумуляции опасных загрязнителей (нефтепродуктов, тяжелых металлов) в почвах и донных отложениях, накопление загрязнителей в живой биомассе растений. Наблюдается дефицит научных подходов к вопросу системного анализа и комплексной оценке уровня загрязнения экосистем Среднего При-

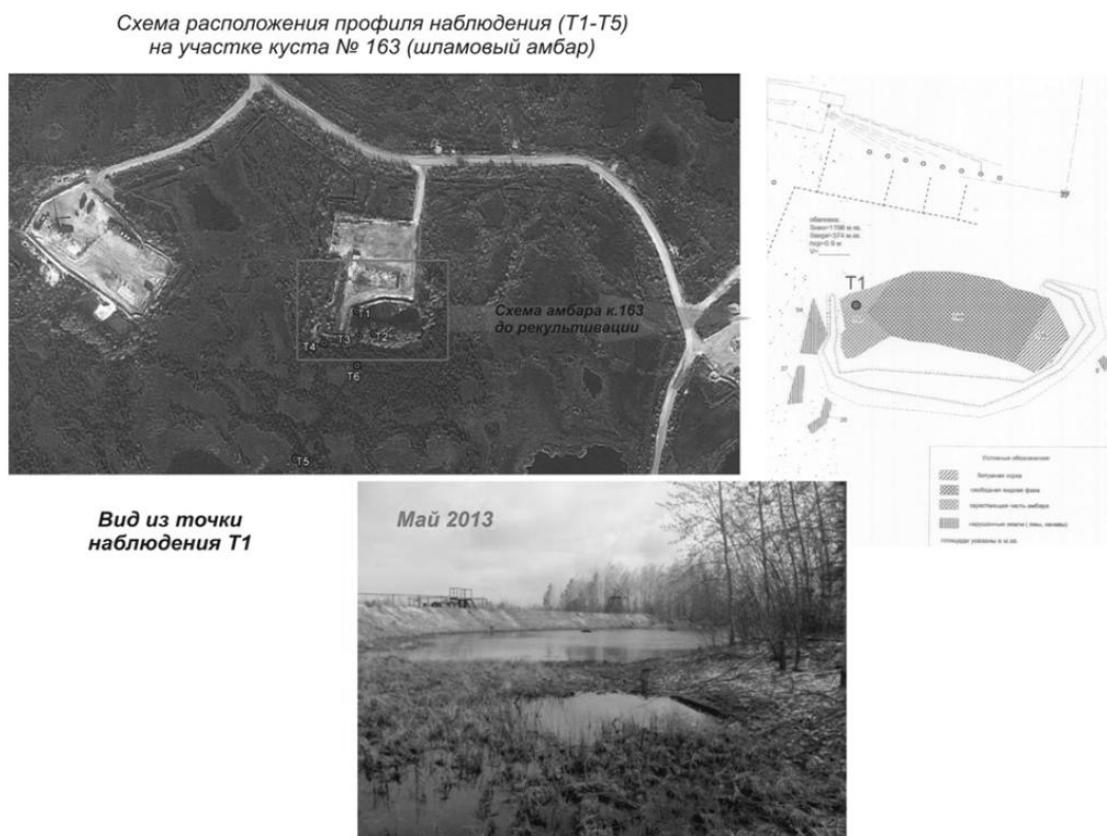


Рис. 1. Наблюдательный полигон (куст 163 Самотлорского месторождения) до рекультивации шламового амбара

обья. Необходимо установить критерии разобщения природных фоновых концентраций от антропогенного загрязнения.

Перечисленные факторы подтверждают необходимость выполнения комплексных исследований, для получения реальной картины движения и трансформации загрязнителей в условиях территории с интенсивной добычей углеводородов, разработка ряда мероприятий, направленных на снижение антропогенной нагрузки, а также поиск прогнозных признаков для моделирования процесса изменения экосистем.

Вопросом перемещения загрязнителей в пределах Среднего Приобья под влиянием антропогенной нагрузки и адаптации экосистем занимался коллектив авторов в рамках гранта РФФИ № проекта: 15–44–00028, «Адаптация экосистем Среднего Приобья к антропогенным воздействиям нефтедобывающего комплекса» под руководством профессора, доктора биологических наук Усманова Искандера Юсуфовича [5].

Накоплен достаточный объем разнопланового материала по изучению экосистем Среднего Приобья, который

требует дальнейшего рассмотрения, используя системный и комплексный подходы. Комбинация различных факторов, влияющих на миграцию и перераспределение различных компонентов в природных средах, может помочь установить особенности трансформации загрязнителей при антропогенных воздействиях нефтегазодобывающего комплекса на территории Среднего Приобья.

Выполняемые исследования были направлены на количественную оценку изучаемых объектов и процессов. Были выбраны опытные площадки (участки Самотлорского месторождения) с различной дифференциацией нефтяных разливов — во времени, по площади, а также по степени рекультивации (рис. 1, 2). На выбранных опытных площадках разработана и обоснована наблюдательная сеть, на которой проведены первичные полевые исследования (отобраны пробы почвы, поверхностной и подземной воды; описаны основные особенности изучаемых объектов на местности).

В теплый период 2015 года (июль-сентябрь) выполнены исследования почв на семи участках Самотлорского месторождения. Всего было отобрано 30 проб почв, с различных глубин (0,0–0,25 м).

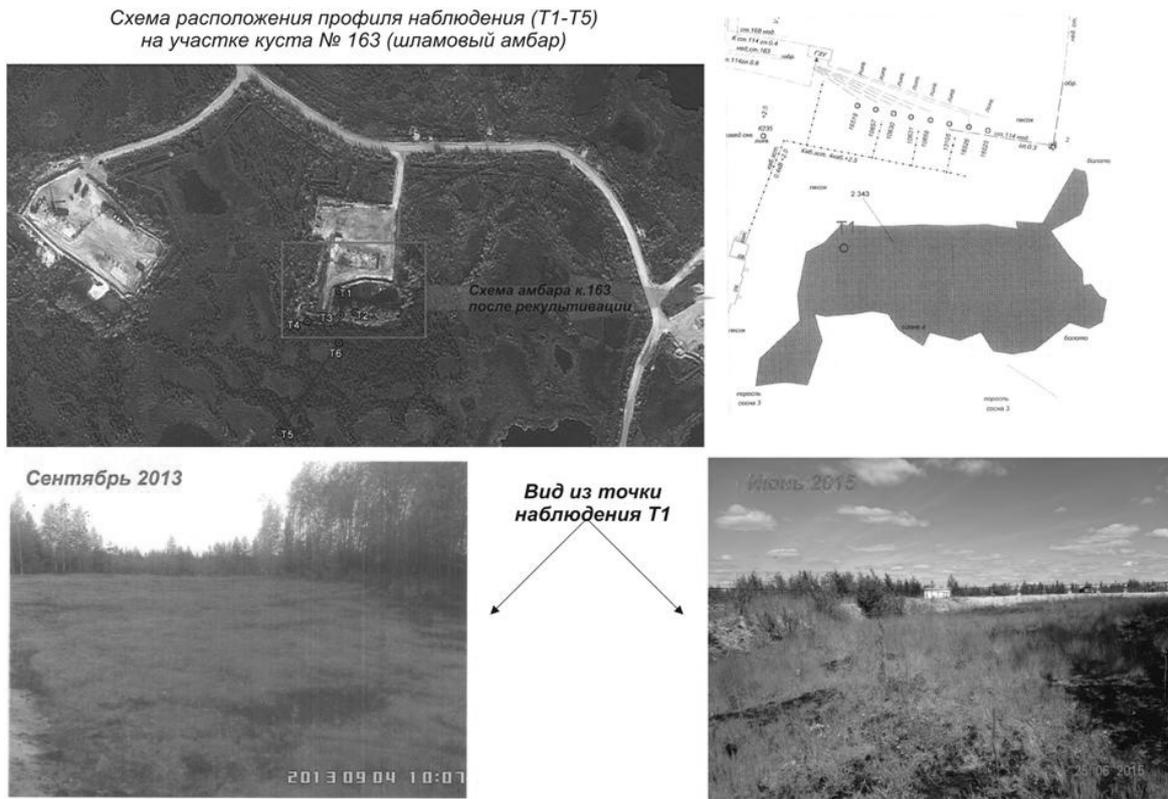


Рис. 2. Наблюдательный полигон (куст 163 Самотлорского месторождения) после рекультивации шламового амбара

По стандартным методикам в пробах почв определены 15 показателей: рН (солевой вытяжки), органическое вещество, нитраты, сульфаты, хлориды, нефтепродукты, обменный аммоний, соединений фосфора, железо (подвижная форма), свинец (подвижная форма), цинк (подвижная форма), марганец (подвижная форма), никель (подвижная форма), хром (подвижная форма), медь (подвижная форма).

Результаты химических исследований выявили процесс деградации химических свойств почв, установлено уменьшение ресурсов питательных элементов, изменение кислотности и загрязнение токсикантами.

Содержание органического вещества в пробах почвы варьирует значительно — от менее 1% до 6,2%. Почвы с очень низким содержанием органики (менее 2%) составляют около половины выборки. Техногенное вмешательство приводит к нарушению поверхностного горизонта почв, и далее к сокращению запасов органического вещества (таблица 1).

Органическое вещество почвы составляет небольшую часть твердой фазы. Органическое вещество почвы представлено в основном (на 85–90%) гуминовыми веще-

ствами (гуминовыми и фульвокислотами) и небольшая часть негумифицированными остатками растительного, микробного и животного происхождения. Гумусовые вещества наряду с мелкодисперсными минеральными частицами почвы участвуют в адсорбционных процессах, определяют поглощательную способность почвы и ее буферность. Гумусовые вещества почвы труднее подвергаются минерализации, чем органические соединения растительных остатков и негумифицированных веществ.

Водородный показатель (рН) водной вытяжки характеризует актуальную кислотность почвы. Повышенная кислотность почвы негативно сказывается на росте большинства растений за счёт уменьшения доступности ряда макро- и микроэлементов, и способствует подвижности соединений марганца, алюминия, железа, бора и др.

Значения водородного показателя отобранных проб почв изменяется в диапазоне от 2,3 до 6,8 ед. рН. Почвы кислые и слабо-кислые (таблица 1).

Содержанием азота аммонийного во всех пробах, отобранных в июле, и восьми пробах, отобранных в сентябре, ниже предела обнаружения (менее 5 мг/кг), что

Таблица 1. Содержание загрязняющих веществ в почвах на участках исследования (июль, сентябрь 2015 г.)

Показатель	Единицы измерения	Фон*	Концентрации веществ в пробах, отобранных в июле			Концентрации веществ в пробах, отобранных в сентябре		
			min	max	среднее	min	max	среднее
pH	ед. pH	4,27	2,3	6,8	4,72	2,6	6,3	4,52
Органическое вещество	%	16,5	1,68	4,73	3,39	1,27	6,2	3,46
Обменный аммоний	мг/кг	10,3	<5			2,64	23,71	11,04
Сульфаты	мг/кг	77,6	<48			65,76	141,12	103,49
Хлориды	мг/кг	84,2	35,5	301,8	88,1	67,5	777,5	146,05
Нефтепродукты	мг/кг	396,2	92,0	3593,0	925,8	102,0	5537,0	1585,47
Нитраты	мг/кг	2,65	<1			<2,5		
Железо подв.	мг/кг	1276,8	4,0	300	134,67	30,0	468,0	199,73
Свинец подв.	мг/кг	1,6	0,09	0,95	0,39	0,05	0,54	0,274
Цинк подв.	мг/кг	4,9	0,2	7,05	1,95	0,32	5,18	1,99
Марганец подв.	мг/кг	54,1	2,3	82,77	19,1	1,52	70,76	11,18
Никель подв.	мг/кг	1,3	0,18	1,48	0,55	0,01	0,86	0,154
Хром подв.	мг/кг	1,2	0,11	0,71	0,32	0,07	0,67	0,18
Медь подв.	мг/кг	0,9	0,12	0,89	0,42	0,29	0,66	0,44

*Содержание загрязняющих веществ в пробах почв 2014 год (среднее значение по ХМАО-Югре)

говорит о низком содержании аммонийного азота в почвах исследованных территорий. В остальных пробах данный показатель варьирует в широком диапазоне — от 5,6 до 23,7 мг/кг.

Среднее содержание хлоридов, которые являются индикаторами разливов минерализованных пластовых вод, за исследуемый период изменялся в пределах от 88,1 мг/кг до 146,5 мг/кг, достигая на некоторых участках концентрации 777,5 мг/кг (куст 1573). Высокие концентрации хлоридов отрицательно влияют на растительность, появляются симптомы продолжительного токсического эффекта — пережжённые или коричневые листья. Воздействие хлоридов нарушает нормальные процессы дыхания и фотосинтеза растений.

Фосфор является невозобновляемым ресурсом, он аккумулируется в верхних слоях почвы в результате микробиологических процессов. Органическое вещество почвы содержит 20–60% от общего фосфора в почве, он обладает способностью переходить в фиксированное состояние, имеющее постоянную стабильность. Фосфор переходит в недоступную для растений форму благодаря адсорбции на глинистых частицах в результате химических реакций при наличии извести и высоком pH или реагируя с железом и алюминием при низком pH.

В среднем почвы исследуемой территории характеризуются низким содержанием P_2O_5 . Неоднородностью почв объясняется широкий предел варьирования дан-

ного показателя от 8 до 134 мг/кг. Среднее содержание соединений фосфора — 43,6 мг/кг (июль) и 67,8 мг/кг (сентябрь). В остальных пробах почвы содержание P_2O_5 меньше 30 мг/кг (очень низкое).

Нефть и нефтепродукты — основные загрязнители почв. Средние концентрации нефтепродуктов варьируют в пределах — от 925,8 мг/кг до 1585,47 мг/кг (таблица 2).

В соответствии с «Методическими рекомендациями по выявлению деградированных и загрязнённых земель», утвержденных Минприроды РФ, Роскомземом и Минсельхозпродом РФ содержание нефтепродуктов в почвах до 1000 мг/кг относится к 1-му (допустимому) уровню загрязнения; от 1000 до 2000 мг/кг — ко 2-му (низкому) уровню загрязнения; от 2000 до 3000 мг/кг — к 3-му (среднему); от 3000 до 5000 мг/кг — к 4 (высокому); более 5000 мг/кг — к 5-му (очень высокому) уровню загрязнения.

Распределение концентраций нефтепродуктов по указанным градациям свидетельствует, что около 61% проб почв в границах участков исследования относятся к категории «допустимого загрязнения» нефтепродуктами (концентрация <1000 мг/кг) (таблица 2).

Изученные почвы имеют низкую обеспеченность азотом. Нитратов — менее 2,5 мг/кг. Содержание обменного аммония в почвах на опытных участках соответствует «низкому» и «очень низкому» уровню обеспеченности (исключение куст 1573).

Таблица 2. Распределение уровня нефтяного загрязнения на участках исследования

Место отбора проб	№ точки/ глубина отбора	Уровень загрязнения (концентрация нефтепродуктов*, мг/кг)				
		допустимый (<1000 мг/кг)	низкий (1000–2000 мг/кг)	средний (2000–3000 мг/кг)	высокий (3000–5000 мг/кг)	очень высокий (>5000 мг/кг)
куст 163	1 / 0,0 м			2110	3593	
	1 / 0,25 м			2311	3366	
	2 / 0,0 м	258 / 622				
	2 / 0,25 м	998 / 684				
	3 / 0,0 м	377	1224			
	3 / 0,25 м	376 / 357				
	5 / 0,0 м	392		2323		
	куст 1573	7 / 0,0 м	1711	2945		
	8 / 0,0 м	440		2989		
куст 1528	9 / 0,0 м	392				5537
куст 1174	10 / 0,0 м	508 / 259				
МОСТ рядом с куст 1077	12 / 0,0 м	887	1738			
куст 1905	13 / 0,0 м	92 / 647				
куст 22	14 / 0,0 м	198 / 113				

*Примечание: жирным — концентрация нефтепродуктов (июль); полужирным — концентрация нефтепродуктов (сентябрь)

Высокие концентрации марганца, общего железа, меди и цинка в объектах окружающей среды обусловлены следствием процессов происходящих в почвообразующих породах, богатых данными химическими элементами, они закономерны для Западной Сибири и контролируются многими факторами, в частности, биологической продуктивностью ландшафта, характером геохимической среды, направленностью преобразования органического вещества [2].

Для исследуемых почв характерно низкое содержание тяжелых металлов. Содержание в почвах тяжелых металлов (цинка, свинца, никеля, марганца, меди, хрома) в подвижных формах незначительно, составляет десятые и сотые доли ОДК (рисунок 3 и 4).

Концентрация меди в пробах почв изменяется в пределах от 0,120 мг/кг до 0,890 мг/кг. Среднее значение содержания ионов меди — 0,440 мг/кг меньше ОДК (33 мг/кг) и почвенного кларка (таблица 1, рис. 3, 4).

Концентрации цинка, железа и марганца (характерных элементов таежной зоны) изменяется в большом диапазоне, это типично для исследуемой территории с повсеместным развитием процессов подзолообразования и заболачивания.

Комплексное изучение дифференциации тяжелых металлов и других микроэлементов в почвах исследуемых территорий дают возможность сделать следующие заключения:

Для исследованных почвы характерно низкое содержание тяжелых металлов. Сопоставление концентраций микроэлементов почв с ОДК и кларком почв демонстрирует, что исследуемые почвы отличаются допустимыми концентрациями всех химических элементов. Кларк концентрации металлов в почвах $K_k < 0,7$ — ниже кларкового уровня.

Согласно показателям уровня загрязнения содержание нефтепродуктов в почвах участка соответствует допустимому загрязнению.

Оценка уровня химического загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье производится по показателю суммарного загрязнения (Z_c), который рассчитывается по формуле (1)

$$Z_c = \sum_{i=1}^n \frac{C_{i,опр}}{C_{i,рф}} (n - 1) \quad (1)$$

где C_i — определяемое содержание i -го токсиканта в почве; $C_{i,рф}$ — регионально-фоновое содержание в почве i -го токсиканта, n — число токсикантов.

В соответствии с оценочной шкалой опасности загрязнения почв по суммарному загрязнению определяется категория загрязнения почв. Значение Z_c — менее 16 во всех точках исследований говорит о низком уровне химического загрязнения почв.

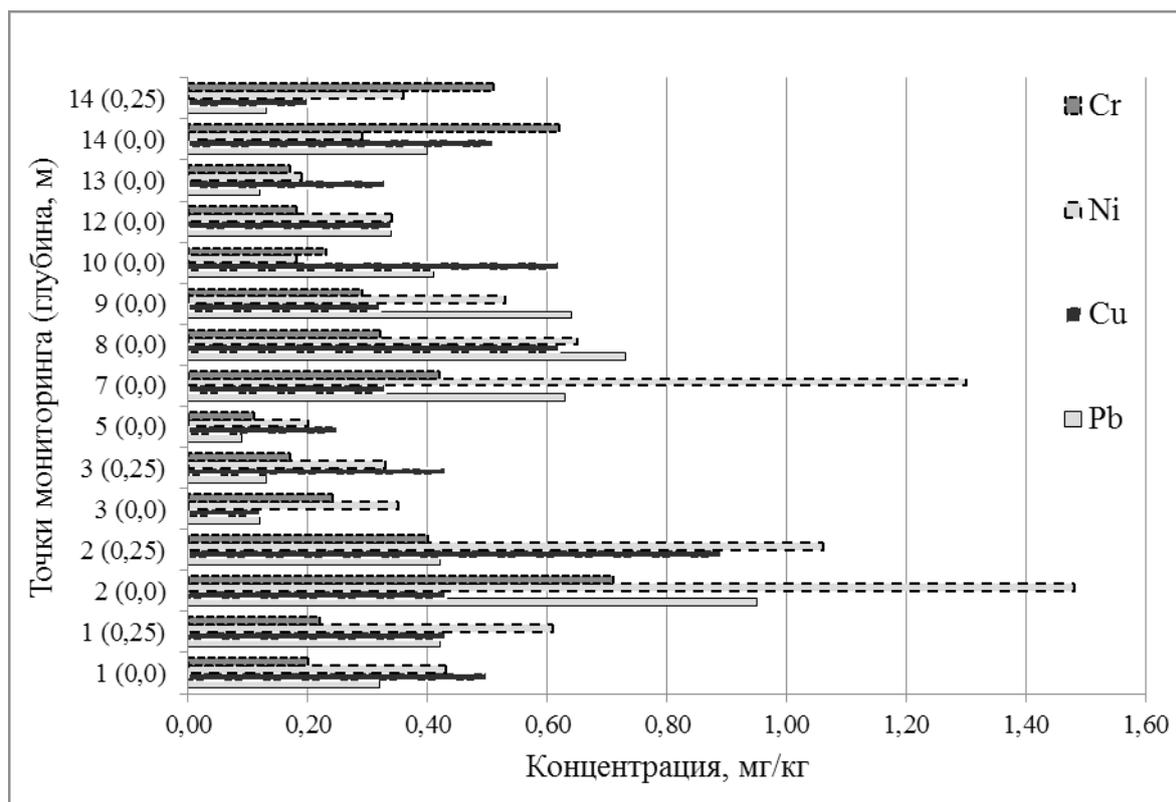


Рис. 3. Содержание тяжелых металлов в почвах (июль 2015 г.)

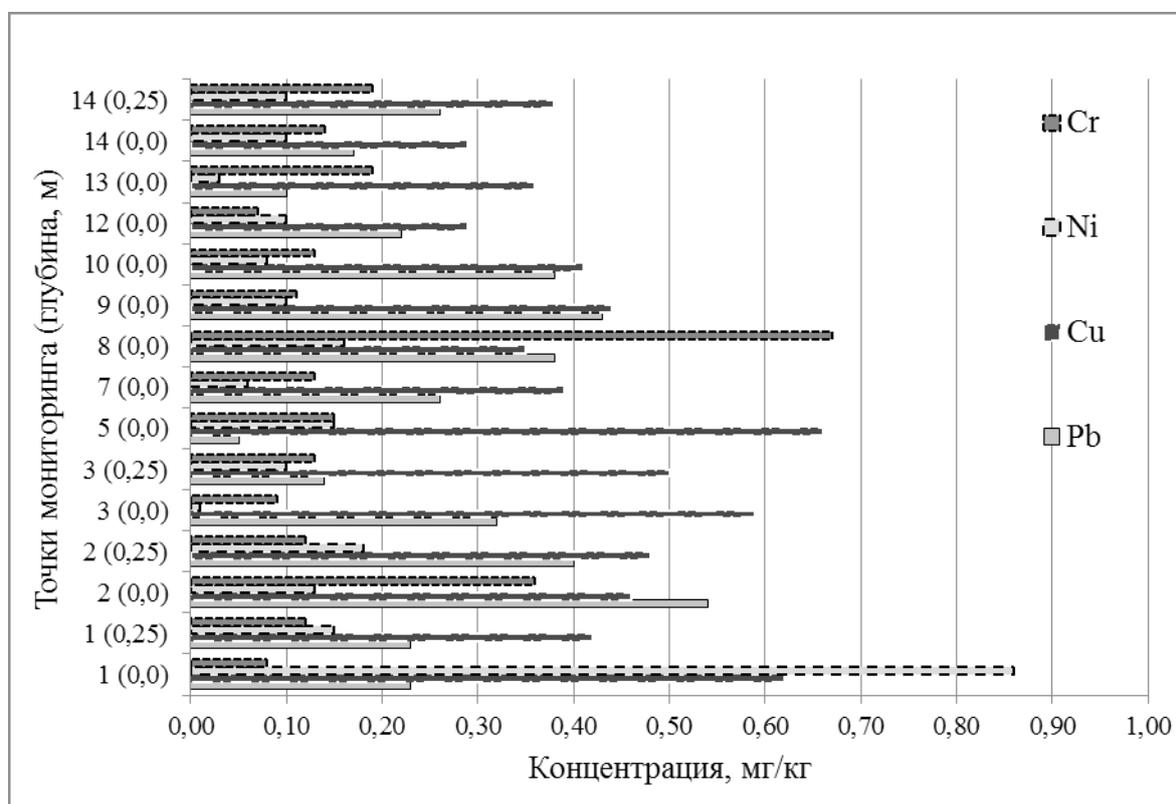


Рис. 4. Содержание тяжелых металлов в почвах (сентябрь 2015 г.)

Полученные данные констатируют о неоднозначности химического состава почв нефтезагрязненных и рекультивированных участков месторождения. Наибольшее содержание загрязняющих веществ сконцентрированы в верхних слоях. Содержание хлоридов, нефтепродуктов и фосфатов в пробах почв, отобранных в конце вегетационного периода (сентябрь 2015 года) значительно превышает аналогичные показатели, полученные в начале периода вегетации.

Представленные результаты не могут полностью продемонстрировать процесс миграции и превращения загрязнителей, по причине короткого периода наблюдений (одногодичный цикл от весенней межени до осенней межени). В связи с этим авторы видят необходимость продолжить натурные исследования на выбранных полигонах Самотлорского месторождения, данные 2015 года использовать в качестве начальных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимова М.В., Стрих Н. И., Курбанов В. Ш. Воздействие нефтегазового комплекса на экосистемы Ханты-Мансийского автономного округа — Югры // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2011. Т. 14. № 3–1 (98), 110–114.
2. Костерова О.Н., Романова Т. И. 2013. Эколого-геохимическое состояние поверхностных вод на территории Галяновского месторождения // В сборнике: «Проблемы геологии и освоения недр» XVII Международный симпозиум имени академика М. А. Усова студентов и молодых учёных, посвященный 150-летию со дня рождения академика В. А. Обручева и 130-летию академика М. А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Томск, 290–292.
3. Рябуха А. В. Актуальные вопросы экологических исследований на территории Ханты-Мансийского автономного округа // Национальная ассоциация ученых (НАУ). Ежемесячный научный журнал. Екатеринбург. 2014. № 3. Ч. 2, 121–124.
4. Рябуха А. В. Актуальные вопросы использования водных ресурсов Ханты-Мансийского автономного округа — Югра // Наука и образование в XXI веке: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 октября 2014 г.: в 17 частях. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2014, Ч. 6. 118–120.
5. Усманов И.Ю., Овечкина Е. С., Юмагулова Э. Р., Иванов В. Б., Щербаков А. В., Шаяхметова Р. И. Проблемы самовосстановления экосистем Среднего Приобья при антропогенных воздействиях нефтедобывающего комплекса / Вестник Нижневартовского государственного университета. 2015. № 1, 79–85.
6. Экология Ханты-Мансийского автономного округа // Под ред. В. В. Плотникова. — Тюмень: СофтДизайн, 1997, 288 с.

© Рябуха Анатолий Васильевич (anatoly.ryabukha@gmail.com), Сторчак Татьяна Викторовна (tatanastorchak@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Нижневартовский государственный университет