

тканях растительного и животного происхождения, а также в нефтепродуктах.

– внедрение метода ИВА при проведении экологического мониторинга в значительной степени удешевляет стоимостной спектр аналитических затрат в сравнении с традиционными методами, как по стоимости самого оборудования, так и по финансовым затратам на аналитическую апробацию с учетом расходных материалов и энергоресурсов.

В тоже время необходимо отметить, что на современном этапе метод инверсионной вольтамперометрии ограничен перечнем определяемых элементов в сравнении с традиционной эмиссионной спектроскопией, хотя реестровый перечень металлов по методу ВПА практически в полном объеме перекрывает требования в рамках норм экологического законодательства.

Литература:

1. Мониторинг окружающей природной среды Северо-Восточного Каспия при освоении нефтяных месторождений (Результаты исследований Аджип ККО, 1993-2006 гг.). Сборник научных статей, под редакцией Огарь Н.П., Алматы, 2014. – 263 с.

2. С.И. Паршаков, Л.В. Алешина, Н.Ю. Стожко, А.З. Брайнина, Г.Н. Липунова Вольтамперометрическое определение тяжелых металлов с использованием методологии «распознавания образов» (ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет-УПИ») Аналитика и контроль Т.10, № 3-4, Екатеринбург, 2006. – 6 с.

3. СТ РК ГОСТ Р 52180-2010 Вода питьевая. Определение содержания токсичных элементов методом инверсионной вольтамперометрии, 2010. – 26 с

4. РЭ Р/Н. 210-057-3 Руководство по эксплуатации портативного анализатора тяжелых металлов PDV6000 plus. Компания «Cogent Environmental», Великобритания, 2008. – 53 с.

5. ПНД Ф 14.1:2:4.69-96 Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов кадмия, свинца, меди и цинка в питьевых, природных, морских и очищенных сточных водах методом инверсионной вольтамперометрии

/«НПКФ АКВИЛОН»//, 2008. – 8 с.

6. Власов Ю.Г. Мультисенсорные системы типа электронный язык - новые возможности создания и применения химических сенсоров / Ю.Г.Власов, А.В.Легин, А.М.Рудницкая // Успехи химии. Т.75, №2, 2006. – С. 141-150.

7. Krantz-Rulcker Ch. Электронные языки для мониторинга окружающей среды на основе матрицы чувствительных элементов и распознавания образа: обзор/Ch. Krantz-Rulcker, M.Stenberg, F.Winquist Ingemar Lundstrom // Аналит. Химия. Acta. Т.426, 2001. – С. 217-226.

8. Cladera A. Разрешение высоко перекрывающихся дифференциально-импульсных вольтамперометрических сигналов для анодного снятия покрытия с использованием мультикомпонентного анализа и нейросети / A.Cladera, J.AIpizar, J.M.Estela V.Cerda, M.Catasus, E.Lastres, L. Garcia//Аналит. Химия. Acta. Т. 350, 1997. – С. 163-169.

9. Результаты межлабораторных сравнительных испытаний за 2017-2019 гг. Провайдер проверки квалификации ТОО «Экогидроконтроль», аттестат аккредитации № KZ.C.02.1612 от 10.06.2015 г., 2017-2019.

10. Аверяскина Е.О., Ермаков С. С., Москвин Л. Н. Определение ртути в воздухе методом инверсионной вольтамперометрии с электрогенерированием йода / Тезисы VII конференции "Аналитика Сибири и Дальнего Востока - 2004", Т.2, Новосибирск, 2004. – 380 с.

11. Брайнина Х.З, Стенина Л.Э, Малахова Н.А. Инверсионная вольтамперометрия в анализе объектов окружающей среды и пищевых продуктов / Тезисы VII конференции "Аналитика Сибири и Дальнего Востока - 2004", Т.2, Новосибирск, 2004. – 380 с.

12. Карбаинов Ю.А., Гиндуллина Т.М., Сутягина Г.Н. Определение меди, свинца, висмута в нефтях и нефтепродуктах методом инверсионной вольтамперометрии / Тезисы VII конференции "Аналитика Сибири и Дальнего Востока - 2004", Т.2, Новосибирск, 2004. – 380 с.

13. Прохорова Г.В., Иванов В.М., Бондарь Д.А. Адсорбционная инверсионная вольтамперометрия: Анализ природных и биологических объектов // Вестн. МГУ. Сер. 2, Химия. Т. 39, № 4, 1998. – С. 219-231

УДК 57.013/550.72

ГНТРИ (МРНТИ) 34.35.51/34.27.23

ЛИКВИДАЦИЯ СКРЫТОГО НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЯ МЕТОДОМ СТИМУЛЯЦИИ ЕСТЕСТВЕННОЙ БИОРЕМЕДИАЦИИ

Зеленин Антон Александрович

Старший менеджер департамента экологического проектирования и разработки

ОВОС ТОО «SED»,

Алматы, Казахстан

Садомский Владислав Владимирович

Ведущий специалист,

лаборатория экологических исследований ТОО «SED»,

HIDDEN OIL CONTAMINATION RESPONSE USING METHOD OF NATURAL BIOREMEDIATION STIMULATION

Zelenin Anton

*Senior manager of the environmental design
and EIA development department,*

“SED” LLP,

Almaty, Kazakhstan

Sadomskiy Vladislav

Leading specialist,

“SED” LLP environmental surveys test laboratory,

Almaty, Kazakhstan

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2020.1.55.216](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2020.1.55.216)

Аннотация

В статье представлены описание причин возникновения и последствий, связанных с поздним обнаружением скрытого техногенного загрязнения, а также материалы экспериментальных работ в Атырауской области по реабилитации исторически загрязненной территории, которые в период с 2016 по 2019 г. позволили значительно снизить концентрации загрязняющих веществ (нефтепродуктов) в почвенно-водоносном горизонте. В рамках намеченных мероприятий по реабилитации территории проведена биоремедиация загрязнённых грунтовых вод и почвенного слоя с применением метода стимуляции естественных процессов биологического восстановления на основе принудительной кислородной аэрации загрязнённого почвенного слоя с целью ускоренного развития сообщества нефтеокисляющих бактерий.

Приведенный в статье метод является инновационным пилотным проектом на территории Казахстана основанном на технологическом опыте, почерпнутом из международной практики, в которой для решения схожих задач применялась замкнутая система скважин для нагнетания биостимулирующих реагентов. При этом опробованный метод, с учетом адаптации его к местным природным условиям, имеет присущие ему отличия от аналогов как по технологической системе свободного дренажа и контролю за эффективностью процесса биоремедиации, так и по применяемым для биостимуляции реагентам.

Abstract

A description of causes of occurrence and consequences associated with late detection of a hidden man-induced contamination as well as materials of the experimental works on rehabilitation of a historically contaminated area located in the Atyrau region allowing to considerably reduce concentrations of contaminants (petroleum products) in soil-water bearing horizon in 2016-2019 is provided in this article. In the framework of anticipated activities on the area rehabilitation, a bioremediation of the contaminated ground water and soil layer has been undertaken using a method stimulating natural processes of the biological remediation based on a compulsory oxygen aeration of the contaminated soil layer with the purpose of the accelerated development of oil oxidizing bacteria community.

The method provided in this article is an innovating pilot project implemented in the area of the Republic of Kazakhstan. It is based on the technological experience from the international practice, where a closed wells network was applied for injection of biostimulating reactants to solve similar tasks. At the same time, considering its adaptation to the local natural conditions, the tested method has appropriate distinctions from the alternatives both in terms of technological system of free drainage and bioremediation process efficiency control, and in terms the reactants applied for biostimulation.

Ключевые слова: нефтепродукт, загрязнение, грунтовые воды, почвы, биоремедиация.

Key words: petroleum product, contamination, ground water, soil, bioremediation.

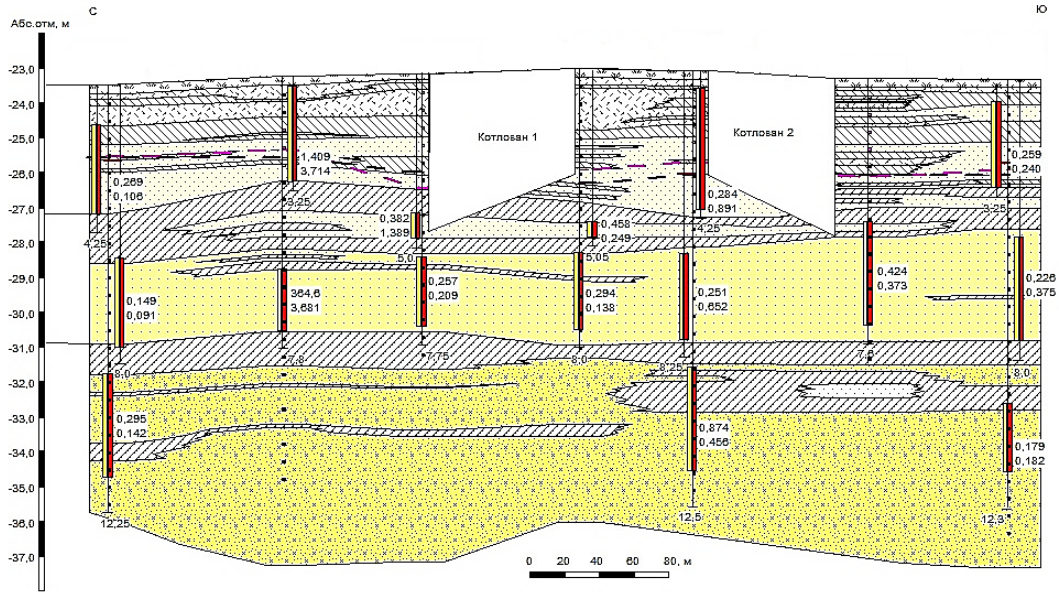
С учетом динамичного роста спроса на нефтепроизводные энергоносители и как следствие ввода в эксплуатацию дополнительных стационарных сооружений для их хранения, реализации и потребления с каждым годом возрастает вероятность проявления аварийных ситуаций, связанных со скрытыми разливами и утечками нефтепродуктов [1]. Важным недостатком в прогнозировании развития подобных аварийных ситуаций остается временной фактор, как в выявлении самого факта скрытой утечки, так и в оценке негативных последствий от подобного воздействия.

Техногенное загрязнение объекта, на котором внедрен метод стимуляции биоремедиации,

относится к скрытому типу продолжительной протечки дизельного топлива, в почвенные горизонты произошедшей в результате коррозии подземного топливопровода. По результатам мониторинга на участке рекультивации (рисунок 1) в почвенном слое скопился значительный объем дизельного топлива, который в следствии слабой инфильтрационной проницаемости грунтов замкнут в постоянных границах ареала загрязнения [2] и саккумулирован на поверхности грунтовых вод в виде диссиметричной линзы с неоднородными ответвлениями и останцами. Не мало важно, что при позитивном эффекте инфильтрационных свойств грунтов по сдерживанию распространения загрязнения, они

создали существенное препятствие в ликвидации разлива с применением традиционного гидродинамического метода, неэффективность

которого в последствии была выявлена на практике.



Условные обозначения



Рисунок 1. Схема разреза участка рекультивации

Основываясь на свойствах слабой инфильтрации грунтов в зоне скрытого загрязнения, было принято решение отработать пробную технологию с принудительной кислородной аэрацией почвы для стимуляции интенсивного развития сообщества нефтеокисляющих бактерий (бактерий-деструкторов). Принятый за основу метод, основанный на зарубежном опыте по ликвидации скрытых разливов нефтепродуктов [3-5], внедрялся с применением имеющихся в наличии подручных технических средств и биостимуляторов.

Учитывая, что аналогичные работы на территории РК ранее не проводились, а также отсутствие объективной информации о биологической активности реагентов в отношении к местным составам грунтов и грунтовых вод – на первом этапе было решено произвести опытные испытания с подачей в дренажные скважины растворы с различными концентрациями реагентов.

Основным окислительным реагентом для опытной закачки был принят раствор перекиси

водорода (H_2O_2), как наиболее экологически безопасный. Для экспериментального участка опытным путем с учетом фактических условий установлена оптимальная концентрация перекиси водорода в 5-7% при которой процессы идут, без значимых побочных эффектов.

Сопутствующим реагентом избран окислитель персульфат натрия, который при добавлении двухвалентного железа создаёт эффект Фёнтонна нацеленного на разрушение органических веществ. Также для усиления окислительных процессов в дренажный период в аэрационном растворе поддерживалась кислая среда $pH=2$ за счет 14% раствора соляной кислоты, которая добавлялась одновременно с окислителями. В зимний период, когда исключалась возможность проведения работ с жидкостными реагентами, в качестве пассивного окислителя с замедленным выделением кислорода, применялся гранулированный пероксид кальция.

Основываясь на литологических и инфильтрационных свойствах почв, минерализации грунтовых вод (таблица 1), а также

результатах натуральных исследований по степени и глубине загрязненности почвенных горизонтов и грунтовых вод [6] было принято решение разбить участок на сеть дренажных скважин однотипной конструкции (рисунок 2) [7-8] с раздельным

назначением, отдельно для аэрации грунтов и для аэрации грунтовых вод. Фактическая глубина обсадки скважин была обусловлена уровнем проникновения загрязнения и залеганием водоносного горизонта на участке [9-11].

Таблица 1

Литологические свойства почв и степень минерализации грунтовых вод участка

Свойства	Показатели
Почвенный слой с залеганием от 1.0 до 5.75 м	
Гранулометрический состав почв	суглинок/супесь
Естественная влажность почв, %	15.6 – 28.8
Естественная пористость почв, %	32.7 - 45
Средняя плотность почв, г/см ³	2.0
Средний коэффициент инфильтрации почв, м/сут	0.04
Полная влагоемкость, %	18.1 % - 30.4
Грунтовые воды	
Тип	соленым и рассолам
Сухой остаток, г/дм ³	33 - 244
Хозяйственно-питьевая значимость	отсутствует

Дополнительно на площадке экспериментальных работ была обустроена сеть скважин по мониторингу эффективности и стабильности процесса биоремедиации грунтовых вод и почвенного слоя, с учётом гидрофизических и гидрохимических показателей, которые являются

индикаторами позитивного процесса реакций по аэрации почвы, также на их основе оценивалась степень закольматированности фильтров скважин, происходит ли гидратация с выпадением в осадок неорганических или органических соединений [12].

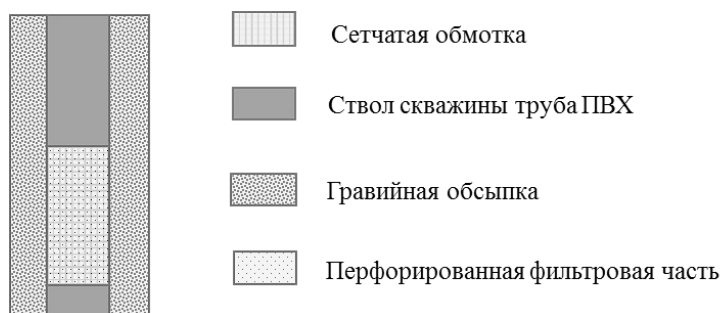


Рисунок 2. Типовая конструкция дренажных скважин

Наиболее важным показателем эффективности процесса аэрации является уровень содержания растворенного в воде кислорода, однако по ряду объективных технических причин – оценка по условиям замеров была определена «как сомнительная» для принятия объективности данного показателя. Исходя из этого результативность проводимых работ и степень очистки, с учетом мощности и гидродинамического состояния линзы нефтепродукта на поверхности залегающих грунтовых вод в годовой динамике (таблица 2, рисунок 3), оценивалась по изменению общей концентраций углеводов (ОКУ) в грунтовых водах и почвенном слое (таблицы 3-4,

рисунок 4-5).

В приведенных данных по реабилитации исторического загрязнения с применением экспериментального метода биоремедиации наблюдается, что объем линзы внутри границ во временных рамках имеет относительную синусоидальную динамику распространения, которая находится в зависимости от сезонного количества осадков, что исключает её из представительных показателей эффективности процесса биоремедиации. В тоже время наиболее объективным остается фактор снижения концентрации ОКУ в грунтовых водах и в почвенном слое с учетом годовой динамики.

Таблица 2

Гидродинамические показатели состояния линзы нефтепродукта

Параметры	2016 год		2017 год			2018 год		2019 год		% сокращения на 2019 г.
	исходные значения	после 1 заливки через 1 месяц	после 1 заливки через 11 месяцев	после 2 заливки через 20 дней	после 3 заливки через 20 дней	после 4 заливки через 6 месяцев	после 5 заливки через 6 месяцев	после 5 заливки через 10 месяцев	после 13 заливки	
Площадь линзы, м ²	6510,8	2338,0	5745,2	2026,4	4058,3	7959,7	8971,4	7079	5343	18%
Объем линзы, м ³	1627,7	126,3	1556,9	68,9	158,3	2714,3	2162,1	3185,6	480,87	70%
Средняя мощность линзы, м	0,25	0,054	0,271	0,034	0,039	0,341	0,241	0,45	0,09	64%

Таблица 3

Показатели концентрации ОКУ в грунтовых водах по годам

Концентрации, мг/дм ³	Исходные значения, 2016 г.	2019 г.	
		после 5 заливки	после 13 заливки
мин	1,39	0,10	0,27
макс	2077,78	178,12	74,75
средняя	307,91	35,75	20,55

Таблица 4

Показатели концентраций ОКУ в почвенном слое по годам

Концентрации, мг/кг	исходные значения	после 1 заливки через 1 месяц	после 1 заливки через 11 месяцев	после 5 заливки	после 13 заливки	% сокращения концентраций
мин	5,1	5	5	9,35	5	2
макс	10000	11055	11796,63	5500,63	5168,13	48
средняя	1799,7	3036,9	4157,0	2108,2	1749,2	3

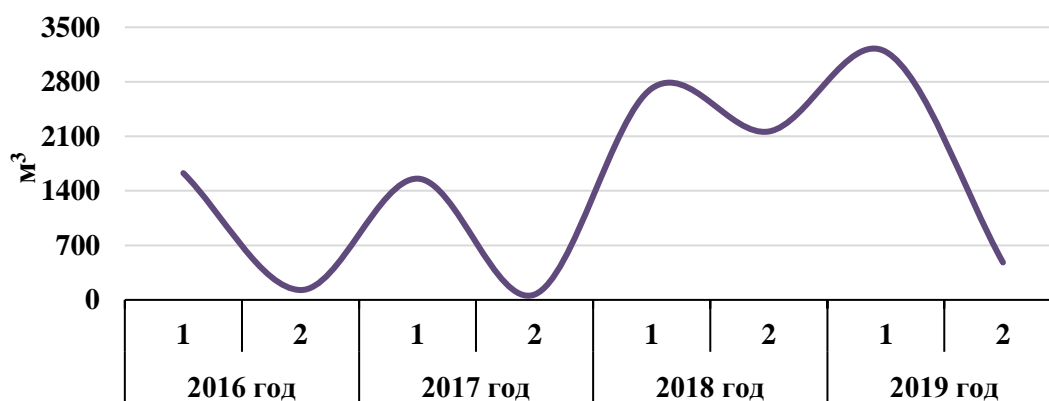


Рисунок 3. Динамика изменения объема линзы по годам

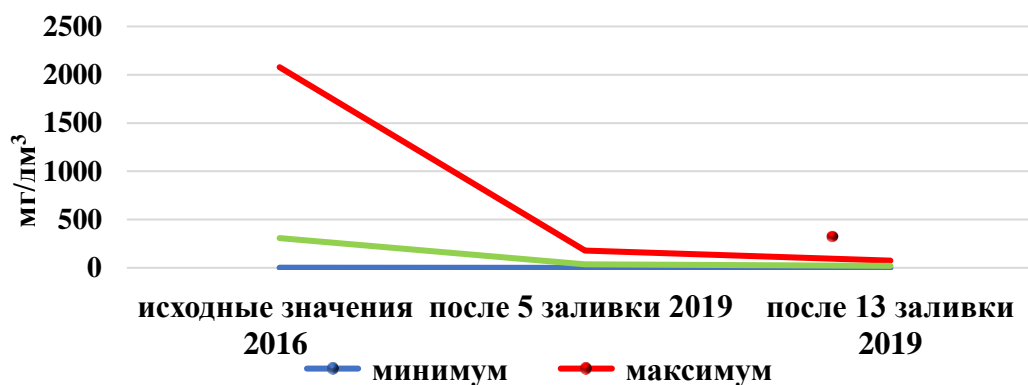


Рисунок 4. Изменение концентраций ОКУ в грунтовых водах

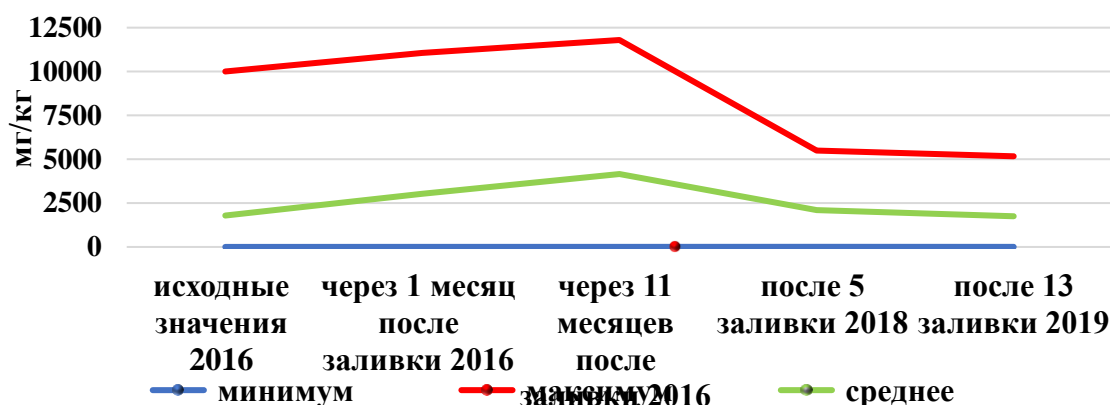


Рисунок 5. Изменение концентраций ОКУ в почвенном слое

При этом необходимо учитывать, что процессы аэрации и как следствие биоремедиации в грунтовых водах проходят интенсивнее из-за однородной жидкой консистенции, в отличие от аналогичных процессов, медленно протекающих в почвенных горизонтах из-за их гетерогенности.

На основании полученных предварительных результатов при внедрении подобного рода дренажной системы для принудительной аэрации грунтовых вод и почв в условиях локальной отчужденности территории и её непригодности для какой-либо хозяйственной деятельности можно сделать вывод, что в качестве мелиоративного приёма по рекультивации почвенного слоя при скрытых исторических загрязнениях не требующего значительных затрат и ресурсов – инновационный метод стимуляции естественной биоремедиации показал себя наиболее приемлемым решением при реабилитации исторически загрязненной территории.

С технической стороны пилотный проект проявил себя не ресурсоёмким при применении в рамках решения экологических проблем не требующих оперативных действий и получения скорого по эффективности результата, а также в случаях, когда применение иных способов при ликвидации скрытых разливов исключено. Не мало важно, что подобранный состав реагентов также проявил стабильную совместимость с грунтовыми водами, за время заливок не происходило

кольматации фильтров, прифильтровой зоны и выпадения осадка, что могло значительно снизить эффективность отработки скважин при заданных режимах.

Литература:

- [1] Временное методическое руководство по оценке экологического риска деятельности нефтебаз и автозаправочных станций // М.: Госкомэкология РФ, 1999. – 20 с.
- [2] Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения // М.: Недра, 1984. – 262 с.
- [3] Н. Г. Максимович, В. Т. Хмурчик, О. Ю. Мещерякова, А.В. Денисов. Комбинированные методы очистки подземных вод от нефтяного загрязнения // Материалы Международной конференции, М.: РУДН, 2009. – С. 264-267.
- [4] Н. Г. Максимович, В. Т. Хмурчик, О. Ю. Мещерякова. Опыт очистки подземных вод от нефтяного загрязнения биологическими методами // М.: Промышленная безопасность и экология, 2009. – С.34-36.
- [5] О.Н. Логинов, Н.Н. Силищев, Т.Ф. Бойко, Н.Ф. Галимзянова. Биотехнологические методы очистки окружающей среды от техногенных загрязнений // Уфа: Реактив, 2000. — 99 с.
- [6] Гидрогеология СССР. Том XXXV. Западный Казахстан. // М.: Недра, 1971. – 522 с.

[7] Н.П. Лушникова. Принципы размещения цепи гидрогеологических наблюдательных пунктов в естественных и нарушенных условиях. //Министерство геологии СССР. «ВСЕГИНГЕО» М: Недра, 1974. – 87 с.

[8] Д.В. Коннов, И.С. Пашковский. Модель биологической очистки почвы и зоны аэрации от загрязнения нефтепродуктами. //Вторая конференция партнеров и пользователей компании "Геолинк Консалтинг", М., 2001.

[9] Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод СНиП 2.04.02.84. //М.: ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР, 1989. – 167 с.

[10] А.И. Арцев, Ф.М. Бочеввер, Н.Н. Лапшин. Проектирование водозаборов подземных вод. //М.: Стройиздат, 1976. – 292 с.

[11] В.А. Белов, В.В. Сорокин, Г.А. Копылов, В.А. Кузьмина, А.Л. Талалай, М.И. Смородинов. Методические рекомендации по организации возведения траншейных стен и противофильтрационных завес. М.: НИУ МГСУ им. В.В. Куйбышева, 1983. – 25 с.

[12] Санитарно-эпидемиологические требования по установлению санитарно-защитных и жилых зоны производственных объектов // Приказ МНЭ РК № 237от 20 марта 2015 года.

УДК 502.53/57.087.1

ГНТРИ (МРНТИ) 87.26.02/87.55.29

АКУСТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ОТ СУДОВ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ (СВП) НА ГИДРОБИОНТЫ И ОРНИТОФАУНУ В ДЕЛЬТЕ И ПРИУСТЬЕВОМ ВЗМОРЬЕ РЕКИ УРАЛ

Садомский Владислав Владимирович

*Ведущий специалист,
лаборатория экологических исследований ТОО «SED»,
Алматы, Казахстан*

Уланов Владислав Александрович

*Специалист-метролог,
лаборатория экологических исследований ТОО «SED»,
Алматы, Казахстан*

ACOUSTIC IMPACT OF AIR-CUSHION VESSELS (ACV) ON HYDROBIONTS AND AVIFAUNA IN THE URAL RIVER DELTA AND ESTUARINE COASTAL WATER

Sadomsky Vladislav

*Leading specialist,
“SED” LLP environmental surveys test laboratory,
Almaty, Kazakhstan*

Ulanov Vladislav

*Specialist-metrologist,
“SED” LLP environmental surveys test laboratory,
Almaty, Kazakhstan*

DOI: [10.31618/nas.2413-5291.2020.1.55.217](https://doi.org/10.31618/nas.2413-5291.2020.1.55.217)

Аннотация

В статье приведены результаты экспериментальных и натурных исследований акустического и гидроакустического воздействия от судов на воздушной подушке (СВП) на зоопланктон, зообентос, ихтиофауну и орнитофауну в дельте и приустьевом взморье реки Урал в летне-осенний период 2017 г.

Экспериментальные параметры распространения гидроакустического шума в воде рассчитаны на основе акустической модели волновода разработанной в институте океанологии им. П.П. Ширшова. Для оценки влияния акустического и гидроакустического воздействия на гидробионты и орнитофауну, проведены натурные исследования с построением изограмм по распространению звуковых волн в воздухе и в воде с их картографической привязкой, также применены сравнительные показатели замеров акустического и гидроакустического шума от судов с различными типами движителей. Результаты проведенных биологических исследований позволяют, с учетом критических пороговых уровней воздушного и подводного шума, сделать вывод, что акустическое и гидроакустическое воздействие от СВП на малых скоростях – находится ниже уровней акустического и гидроакустического воздействия от судов с традиционными типами движителей, и не отражается на условиях естественной жизнедеятельности гидробионтов и орнитофауны.

Abstract

Results of experimental and natural surveys of acoustic and hydroacoustic impact of air-cushion vessels (ACV) on hydrobionts and avifauna in the Ural River delta and estuarine coastal water in summer-autumn, 2017 are provided in this article.

Parameters of the experimental conditions of hydroacoustic noise propagation in water were calculated on the basis of the waveguide acoustic model developed in the P.P.Shirshov Institute of Oceanology. To assess an