

УДК 542.06

М.Д. Плотникова, М.Г. Щербань, Н.А. Медведева
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ
ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ
ГРУНТОВ

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь

В работе исследована способность анионоактивных и неионогенных поверхностно-активных веществ в качестве реагентов очистки почвы от нефти. Определено, что процессы образования смешанных мицелл в водных растворах при совместной адсорбции поверхностно-активных веществ приводят к синергетическому усилению поверхностно-активных свойств композиций по сравнению с индивидуальными анионными поверхностно-активными веществами. Изученные поверхностно-активные вещества и их композиции могут быть эффективно использованы для очистки грунтов от нефтяных загрязнений. Наибольшие степени очистки достигаются при концентрациях моющих растворов, отвечающих области существования цилиндрических мицелл.

Ключевые слова: нефтепродукты, загрязнение, поверхностно-активные вещества, адсорбция, очистка почв, поверхностное натяжение.

M.D. Plotnikova, M.G. Shcherban, N.A. Medvedeva
PROSPECTS FOR THE USE OF WATER COMPOSITIONS OF SURFACTANTS FOR
PURIFICATION OF OIL-CONTAMINATED SOIL

Perm State University, Perm

The ability of anionic and non-ionic surfactants to serve as reagents for soil purification from oil has been studied. It has been found that under the condition of joint adsorption of surfactants, the processes of formation of mixed micelles in water solutions lead to synergetic intensification of surface active properties of the compounds, compared to the individual anionic surfactants. The surfactants investigated and their mixtures can be effectively used for soil purification from oil contamination. The maximal degrees of purification are achieved when concentration of washing solutions corresponds to the region of cylindrical micelles.

Key words: oil product, contamination, surfactants, adsorption, soil cleanup, surface tension.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-114-121

Введение

Нефть и продукты ее переработки оказывают отрицательное воздействие на воздух, воду и почву. Так, при одном прорыве нефтепровода выбрасывается в среднем 2 т нефти, что выводит из строя 1000 м³ земли [10]. В условиях загрязнения происходит трансформация природной среды, что впоследствии приводит к образованию техногенных биогеохимических аномалий со специфическими условиями развития [2]. Таким образом, возникает необходимость мониторинга процессов трансформации экосистем и разработки научно обоснованных методов решения этих проблем.

К основным техногенным факторам, ответственным за трансформацию природной среды при разработке и эксплуатации нефтяных месторождений, относятся механические нарушения биогеоценотического покрова, перераспределение стока воды, загрязнение атмосферы и, безусловно, поступление нефтепродуктов и соляных вод в почву [3–7]. В настоящее время разработан ряд методов ликвидации нефтяных загрязнений почвы, включающих механические, физико-химические, биологические методы [1; 11; 13; 14]. Одним из наиболее эффективных способов очистки почв считается метод промывания их поверхностно-активными веществами (ПАВ). Этим способом можно удалить до 86% нефти и нефтепродуктов. Преимуществом данного метода является отсутствие переосаждения загрязнений на грунт, недостатком – необходимость дополнительной очистки почвы от поверхностно-активных веществ.

Целью работы являются изучение поверхностной активности индивидуальных ПАВ и их смесей, а также подбор оптимальных концентраций ПАВ для очистки нефтезагрязнённых грунтов.

Материалы и методика исследования

Величину адсорбции исследуемых веществ на границе раствор-воздух определяли с помощью анализатора DSA-25, KRÜSS (Германия).

Очистка нефтезагрязнённых грунтов водными растворами неионогенных ПАВ осуществлялась следующим образом. В коническую колбу вносили предварительно высушенную и просеянную навеску грунта (~5 г), затем – определённое количество нефтепродуктов. Пробу выдерживали в течение суток, после чего приливали 50 мл промывной жидкости, содержащей водный раствор ПАВ и фосфатный буферный раствор с pH 6,86. Соотношение вода – буферный раствор составляло 1:3. Концентрация ПАВ приведена в расчёте на объём промывной жидкости.

Для увеличения интенсивности отмывки почвы от нефтепродуктов в течение 25 мин раствор взбалтывали на встряхивателе TF-Ш; жидкость отфильтровывали. Промывку производили дважды при комнатной температуре; фильтрат собирали.

Пробу фильтрата объёмом 15 мл помещали в делительную воронку. Далее проводили экстракцию с хлороформом в соотношении 3:1; действие повторяли дважды. В доведенный до постоянной массы бюкс из делительной воронки сливали хлороформ с извлеченной нефтью. По мере испарения хлороформа определяли массу извлеченной нефти и эффективность отмывки почвы (%) индивидуальными неионогенными ПАВ и их смесями.

Результаты и их обсуждение

Ранее нами была изучена адсорбция неионных ПАВ синтанол-7 и словасол-255 [16] и получены поверхностно-активные характеристики их композиций. В настоящей работе исследована адсорбция индивидуальных анионных ПАВ Ultrazine и ПЭГ, а также изучена их совместная адсорбция с неионными ПАВ синтанол-7 и словасол-255.

Согласно литературным данным [12; 15–17] при смешении ПАВ разных классов можно ожидать проявление синергетического эффекта улучшения функциональных свойств.

Зависимости поверхностного натяжения (σ) от концентрации ПАВ представлены на рис.1. Эти зависимости характеризуют способность ПАВ адсорбироваться на межфазной границе: чем ниже значение σ , тем лучше оно адсорбируется и тем больше углеводородов может извлечь из грунта.

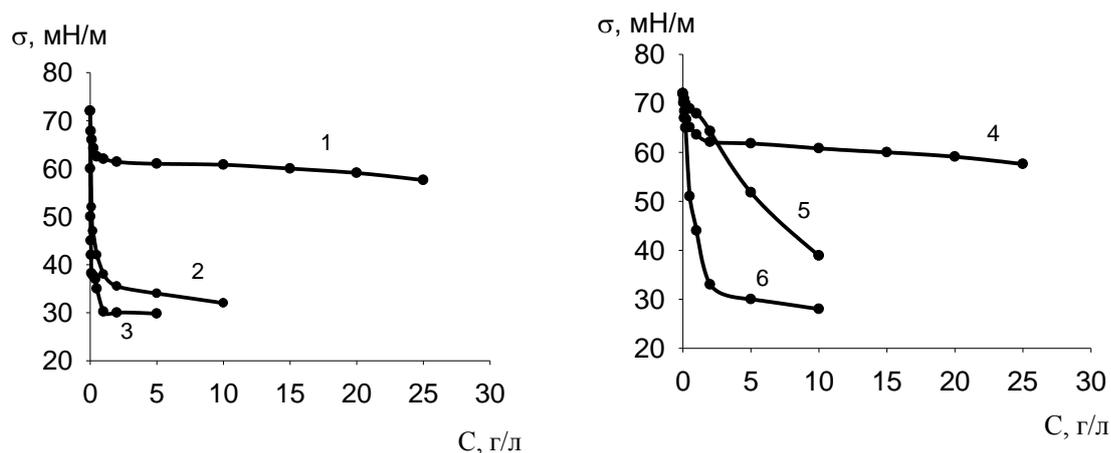


Рис. 1. Изотермы поверхностного натяжения индивидуальных неионогенных ПАВ и модельных смесей: 1 – Ultrazine; 2 – синтанол; 3 – словасол; 4 – ПЭГ; 5 – синтанол:словасол:ПЭГ 1:1:3; 6 – синтанол:словасол: Ultrazine 1:1:3

Из анализа полученных результатов следует, что, в отличие от неионных ПАВ, снижающих поверхностное натяжение растворителя более чем в два раза, исследованные анионные ПАВ принадлежат к поверхностно-активным веществам средней силы. Синергетический эффект усиления совместной адсорбции анионоактивных ПАВ Ultrazine и неионогенных ПАВ проявляется во всей исследованной области концентраций: значения поверхностных натяжений данной смеси близки к значениям поверхностного натяжения наиболее поверхностно-активного компонента – словасола-

255. Для композиции, содержащей ПЭГ, на начальном участке изотермы наблюдался незначительный антагонизм адсорбционного взаимодействия, сопровождающийся ростом поверхностного натяжения смеси по сравнению с индивидуальными веществами. При достижении критической концентрации мицеллообразования (ККМ), т.е. концентрации, когда в растворе образуются агрегаты молекул ПАВ, способные к извлечению углеводов, поверхностная активность смеси значительно возрастает (рис. 1).

Синергетический эффект увеличения поверхностной активности смесей по сравнению с индивидуальными компонентами связан с процессами смешанного мицеллообразования – способностью гидрофильных групп неионогенного ПАВ включаться между гидрофильными группами анионного ПАВ и таким образом снижать не только электростатическое отталкивание между заряженными анионными группами, но и плотность заряда и электрический потенциал на поверхности мицеллы.

Величину ККМ ПАВ и композиций на их основе определяли в точках излома зависимости относительного поверхностного натяжения от концентрации. Типичные кривые, полученные в результате обработки экспериментальных данных (табл. 1), приведены на рис.2 (а, б).

Состояние ПАВ в растворе зависит от его концентрации. При небольших концентрациях образуются истинные растворы, а ионы ПАВ проявляют свойства электролитов. Образование мицелл в растворе начинается при достижении критической концентрации мицеллообразования (ККМ) и выше неё. Второй линейный участок зависимости $\sigma/\sigma_0 - \lg C$ связан с увеличением размеров мицелл, а последующий излом – переходом сферических мицелл к более крупным мицеллам цилиндрической формы, обладающим более высокой солюбилизующей способностью – способностью растворять в водном растворе органические соединения, не растворимые в воде, к примеру нефть. Образование цилиндрических мицелл должно благоприятно сказываться на функциональных свойствах растворов ПАВ.

Таблица 1

Поверхностно-активные характеристики анионных, неионогенных ПАВ и их композиций

Состав композиций ПАВ, % масс. Синтанол:словасол: ПЭГ: Ultrasine	Величина			
	$G, \text{ м}^3/\text{с}^2$	$\text{ККМ}_1, \text{ г/л}$	$\text{ККМ}_2, \text{ г/л}$	$\sigma_{\text{min}}, \text{ мН/м}$
0:100:0:0	0,108	0,4	1,00	29
20:80:0:0	0,392	0,12	0,25	25
80:20:0:0	0,383	0,12	0,50	26
100:0:0:0	0,307	0,13	1,50	32
0:0:100:0	0,007	–	2,20	57
0:0:0:100	0,038	0,40	10,0	57
20:20:0:60	0,176	0,25	2,23	28
20:20:60:0	0,015	–	2,23	39

Величину поверхностной активности исследуемых неионогенных ПАВ и композиций оценивали по падающей ветви изотермы в области низких концентраций [13], рассчитывая её по уравнению

$$G = \lim_{c \rightarrow 0} - \left(\frac{\partial \sigma}{\partial c} \right) = \frac{\sigma - \sigma_{\text{min}}}{\text{ККМ}}. \quad (1)$$

Таким образом, введение незначительных количеств неионогенных ПАВ и образование смешанных мицелл в растворе приводят к улучшению поверхностно-активных характеристик ПЭГ и ультразвуна, что обуславливает создание моющих композиций на их основе.

Антропогенное загрязнение почвенного покрова нефтепродуктами показало, что растения и почвенная биота положительно или нейтрально реагируют только на незначительные концентрации нефти, что, в свою очередь, требует разработки методов его очистки. Превышение количества поллютанта вызывает не только изменение водно-воздушных условий почвенного субстрата, но и снижение жизнедеятельности автотрофов-продуцентов, увеличение численности нефтеокисляющих микроорганизмов и сапрофитов. Их присутствие в больших количествах способствует развитию анаэробных условий, которые угнетают растения, что может привести к смене экосистем. Для увеличения скорости утилизации нефтепродуктов почва должна содержать оптимальное количество

влаги и воздуха. Основной причиной попадания нефти и нефтепродуктов в почву являются аварийные сбросы [3, 9, 12].

В случае применения метода очистки нефтезагрязненного грунта поверхностно-активными веществами грунт увлажняется, а раствор реагента обволакивает частицы нефти, отделяя их от почвы и образуя нефтяные эмульсии в воде. Образовавшаяся эмульсия под действием реагента в течение нескольких часов расслаивается на несколько фракций: нефть, водный раствор ПАВ и почву.

Основной задачей на данном этапе исследования было изучение возможности извлечения остаточной нефти из нефтезагрязненных грунтов растворами индивидуальных неионогенных ПАВ, анионоактивных ПАВ, а также их смесями в зависимости от концентрации моющих растворов и степени загрязнения грунта. Результаты расчета степени извлечения остаточной нефти из нефтезагрязненных грунтов растворами ПАВ представлены в табл. 2.

Таблица 2

Извлечение остаточной нефти из нефтезагрязненных грунтов растворами индивидуальных ПАВ, АПАВ, а также их композициями в зависимости от концентрации моющих растворов и степени загрязнения грунта

ПАВ	Степень загрязнения грунта, г/кг	Концентрация ПАВ, г/л		
		0,2	0,5	1,0
СЛОВАСОЛ	5	45	97	60
	10	42	48	58
	15	40	42	53
	20–25	32	41	50
	30	14	16	22
СИНТАНОЛ	5	49	90	67
	10	48	48	58
	15	35	46	53
	20–25	21	49	50
	30	18	10	22
СИНТАНОЛ: СЛОВАСОЛ (1:4)	5	100	100	80
	10	100	100	90
	15	79	81	85
	20–25	61	55	79
	30	38	29	42
СИНТАНОЛ: СЛОВАСОЛ (4:1)	5	100	100	100
	10	100	100	100
	15	90	98	89
	20–25	69	83	63
	30	36	31	49
ULTRAZINE	5	–	69	89
	10	–	65	82
	15	–	58	74
	20–25	–	43	20
	30	–	29	21
ПЭГ	5	–	51	40
	10	–	36	32
	15	–	34	30
	20–25	–	30	26
	30	–	26	25
СИНТАНОЛ:СЛОВАСОЛ: ULTRAZINE (1:1:3)	5	–	79	80
	10	–	77	74
	15	–	42	53
	20–25	–	39	38
	30	–	31	30
СИНТАНОЛ: СЛОВАСОЛ: ПЭГ (1:1:3)	5	–	65	52
	10	–	60	49
	15	–	51	45
	20–25	–	36	34
	30	–	29	40

Общей тенденцией для всех изученных нами систем является снижение степени извлечения нефтепродуктов с ростом степени загрязнения грунта и рост моющей способности с увеличением концентрации растворов ПАВ. Все изученные ПАВ обладали достаточно высокой способностью к экстракции загрязнений; значения степени отмытки грунта составляли ~70÷80% для низких степеней загрязнений и ~40 % для высоких. Самая высокая степень очистки грунта была достигнута при использовании композиций, содержащих только неионогенные ПАВ. Данный результат может быть объяснен на основе полученных закономерностей адсорбции ПАВ на границе жидкость – газ.

При содержании в системе поверхностно-активных веществ в концентрации выше ККМ ПАВ находится в растворе в виде мицелл, способных солюбилизировать жидкости, по составу родственные их внутреннему ядру.

Как известно [15], солюбилизующая способность раствора зависит от типа мицелл: для цилиндрических она существенно выше, чем для сферических. Переход от одного типа мицелл к другому зависит от природы ПАВ и происходит по мере роста концентрации раствора. Таким образом, эффективность извлечения нефтепродуктов определяется попаданием концентрации моющего раствора в область существования цилиндрических либо пластинчатых мицелл.

Было изучено моющее действие растворов с концентрациями ПАВ 0,2, 0,5 и 1,0 г/л. Последние концентрации попадают в область существования цилиндрических мицелл неионных ПАВ и их смесей, превышающих значения ККМ₂ (табл. 1), что и объясняет высокую эффективность, тогда как для ПЭГ не достигалась величина ККМ образования сферических мицелл.

Введение в смесь неионогенных ПАВ ультразвука не привело к ожидаемому росту степени извлечения нефтепродуктов, несмотря на высокие поверхностно-активные свойства данной композиции, поскольку интервал существования сферических мицелл этого моющего раствора оказался достаточно широким (образование цилиндрических мицелл происходит при концентрациях смеси, больших 2,2 г/л).

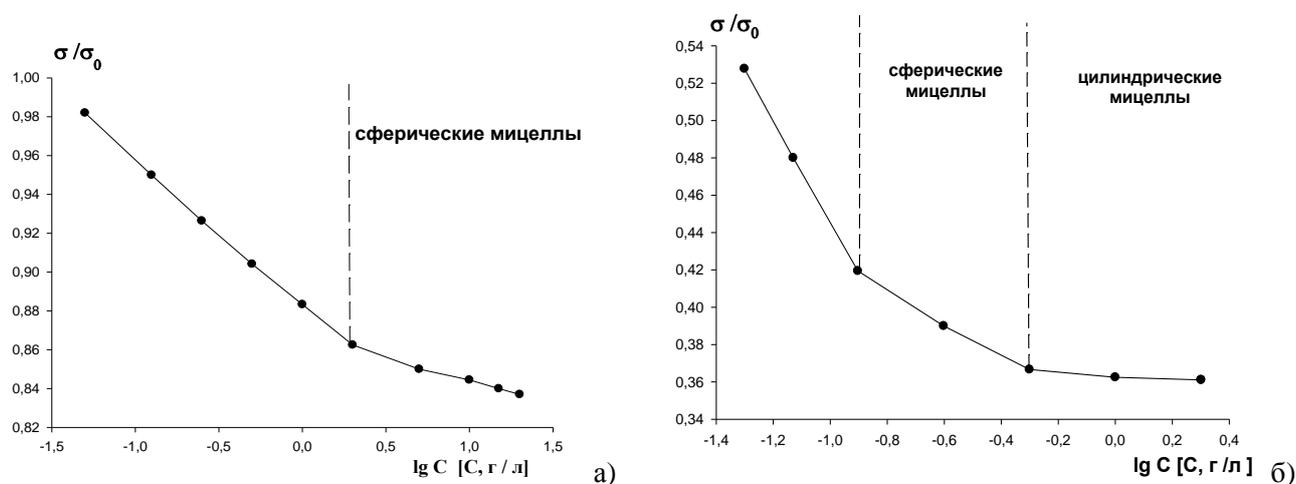


Рис. 2. Определение областей существования различных типов мицелл:

а – для ПЭГ; б – смеси синтанол:словасол 4:1

Тем не менее присутствие анионоактивного ПАВ, принадлежащего к IV классу опасности и синтезируемого на основе природного сырья, позволяет снизить концентрацию неионогенных ПАВ и сделать композицию более экологически мягкой. Помимо того, использование ПАВ разных типов способствует тому, что моющие композиции становятся более универсальными вследствие образования смешанных мицелл и роста солюбилизующей способности.

Выводы

Изучена адсорбция анионоактивных ПАВ ультразвука и ПЭГ на границе жидкость-газ, а также их совместная адсорбция с неионогенными ПАВ синтанол-7 и словасол-255. Процессы образования смешанных мицелл в водных растворах при совместной адсорбции анионных и неионогенных ПАВ приводят к синергетическому усилению поверхностно-активных свойств композиций по сравнению с индивидуальными анионными поверхностно-активными веществами. Все изученные ПАВ могут быть использованы для создания композиций для очистки грунтов от нефтяных загрязнений.

Наибольшие степени очистки достигались при концентрациях моющих растворов, отвечающих области существования цилиндрических мицелл.

Библиографический список

1. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем / под ред. М.Ю. Долматова, Э.Г. Теляшева. М.: Химия, 2002. 608 с.
2. Бузмаков С.А. Методы геоэкологических исследований нефтепромысловой трансформации наземных экосистем // Географический вестник. 2005. №1-2. С. 138–148.
3. Бузмаков С.А. Антропогенная трансформация природной среды // Географический вестник. 2012. №4(23). С. 46–50.
4. Бузмаков С.А., Костарев С.М. Техногенные изменения компонентов природной среды в нефтедобывающих районах Пермской области / Пер. унт-т. Пермь, 2003. 171с.
5. Бузмаков С.А., Башин Г.П. Предельно допустимое содержание нефтепродуктов в почвенных экосистемах Пермской области // Изв. вузов. Нефть и газ. 2004. №2. С. 91–96.
6. Бузмаков С.А., Костарев С.М., Чайкин С.А. Научное обоснование проектирования и эксплуатации нефтяных месторождений в границах особо охраняемых природных территорий (на примере районов нефтедобычи Пермской области) // Изв. вузов. Нефть и газ. 2004. №3. С.14–23.
7. Бузмаков С.А., Костарев С.М. Трансформация геосистем в районах нефтедобычи // Изв. вузов. Нефть и газ. 2004. №5. С.124–131.
8. Бузмаков С.А., Башин Г.П. Метод оценки воздействия остаточных нефтепродуктов на почвы // География и природные ресурсы. 2004. №2. С. 119–122.
9. Бузмаков С.А., Кулакова С.А. Оценка состояния почвенного покрова на территории нефтяных месторождений // Географический вестник. 2010. №4(15). С. 36–40.
10. Гриценко А.И., Акопов Г.С., Максимов В.М. Экология. Нефть и газ. М.: Наука, 1997. 598 с.
11. Колесниченко А.В. Процессы биодegradации в нефтезагрязненных почвах. М.: Промэкобезопасность, 2004. 194 с.
12. Королев В.А. Очистка грунтов от загрязнений. М.: МАИК Наука/Интерпериодика, 2001. 365 с.
13. Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Чернянский С.С., Сахаров Г.Н. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами // Почвоведение. 2003. № 9. С. 1132–1140.
14. Саксонов М.А., Абалаков А.Д., Данько Л.В. и др. Физико-химические и биологические методы. Иркутск, 2005. 114 с.
15. Холмберг К., Йёнссон Б., Кронберг Б., Линдман Б. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах / пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 528 с.
16. Щербань М., Радушев А.В., Насртдинова Т.Ю., Тетерина Н., Бубякина Т.В. Коллоидно-химические свойства в ряду 1,1-диметил-1-алкилгидразиний хлоридов // ЖПХ. 2004. Т.77. Вып.11. С. 1861–1864.
17. Щербань М.Г., Плотникова М.Д., Медведева Н.А., Котелев М.С. Исследование поверхностно-активных и функциональных свойств неионогенных ПАВ // Вестник Пермского университета. Сер. Химия. 2011. С. 66–76.

References

1. Abrosimov, A.A. (2002), *Ekologiya pererabotki uglevodorodnyh sistem* [Ecology of hydrocarbon processing systems], in Dolmatov M.Yu., Tlyashev E.G. (ed.), *Khimiya*, Moscow, Russia.
2. Buzmakov, S.A. (2005), “Methods of geo-ecological research on oilfield transformation of terrestrial ecosystems”, *Geographicheskii Vestnik* [Geophysical Bulletin], no. 1, pp. 138–148.
3. Buzmakov, S.A. (2012), “Antropogenic transformation of the environment”, *Geographicheskii Vestnik* [Geophysical Bulletin], no. 4, pp. 46–50.
4. Buzmakov, S.A., Kostarev S.M. (2003), “*Tehnogennye izmeneniya komponentov prirodnoi sredy neftedobyvayushchikh rayonov Permskoy oblasti*” [Man-made changes of the environment components in the oil-producing areas of the Perm region], Perm State University, Perm, Russia.
5. Buzmakov, S.A., Bashin, G.P. (2004), “The maximum permissible oil content in soil ecosystems of the Perm region”, *Higher Educational Institutions News. Oil and Gas*, no. 2, pp. 91–96.
6. Buzmakov, S.A., Kostarev, S.M., Chaykin, S.A. (2004), “Scientific substantiation of the design and operation of oil fields within the boundaries of protected areas (a case study of oil-producing areas of the Perm region)”, *Higher Educational Institutions News. Oil and Gas*, no. 3, pp. 14–23.

7. Buzmakov, S.A., Kostarev, S.M. (2004), "Transformation of geosystems in the areas of oil production", *Higher Educational Institutions News. Oil and Gas*, no. 5, pp. 124–131.
8. Buzmakov, S.A., Bashin, G.P. (2004), "The method for estimating influence of residual mineral oil on soils", *Geographia i prirodnye resursy* [Geography and natural resources], no. 2, pp. 119–122.
9. Buzmakov, S.A., Kulakova, S.A. (2010), "Estimation of the soil cover condition in the territory of oil deposits", *Geographicheskii Vestnik* [Geophysical Bulletin], no. 4, pp. 36–40.
10. Gritsenko, A.I., Akopov, G.S., Maksimov, V.M. (1997), "Ecologiya. Neft' i gaz" [Ecology. Oil and gas], Nauka, Moscow, Russia.
11. Kolesnischenko, A.V. (2004), "Protsessy biodegradatsii v neftezagryaznennykh pochvakh" [The processes of biodegradation in oil-contaminated soils], *Promekobezopasnost'*, Moscow, Russia.
12. Korolev, V.A. (2001), "Ochistka gruntov ot zagryazneniy" [Soil remediation from contamination], МАИК Наука / Interperiodika, Moscow, Russia.
13. Pikovskiy, Yu.I., Gennadiev, A.N., Chernyanskiy, S.S. Sakharov, G.N. (2003), "The problem of diagnostics and standardization of soil contamination with oil and oil products", *Pochvovedenie* [Eurasian soil science], no. 9, pp.1010–1017.
14. Saksonov, M.A., Abalakov, A.D., Dan'ko, L.V., et al. (2005), *Fiziko-khimicheskie i biologicheskie metody* [Physico-chemical and biological methods], Irkutsk, Russia.
15. Holmberg, K., Jönsson, B., Kronberg, B., Lindman, B. (2007), "Poverkhnostno-aktivnye veshchestva i polimery v vodnykh rastvorakh" [Surfactants and polymers in aqueous solutions], BINOM Knowledge Laboratory, Moscow, Russia.
16. Scherban', M.G., Radushev, A.V., Nasrtdinova, T.Yu., Teterina, N.A., Bubyakina T.V. (2004), "Colloidal properties in a series of 1,1-dimethyl-1-alkyl hydrazine chloride", *Russian journal of applied chemistry*, vol. 77, no. 11, pp. 1861–1864.
17. Scherban', M.G., Plotnikova, M.D., Medvedeva, N.A., Kotelev M.S. (2011), "Investigation of surface-active and functional properties of nonionic surfactants", *Bulletin of Perm University. Series «Chemistry»*, pp. 66–76.

Поступила в редакцию: 07.04.2016

Сведения об авторах

Плотникова Мария Дмитриевна

кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры физической химии Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990.ю г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: plotnikova-md@mail.ru

Щербань Марина Григорьевна

кандидат химических наук, доцент кафедры физической химии Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: ma-she74@mail.ru

Медведева Наталья Александровна

кандидат химических наук, доцент кафедры физической химии Пермского государственного национального исследовательского университета; Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15; e-mail: nata-kladova@yandex.ru

About the authors

Mariia D. Plotnikova

Candidate of Chemical Sciences, Senior Lecturer, Department of Physical Chemistry, Perm State University; 15, Bukireva Str., Perm, 614990, Russia; e-mail: plotnikova-md@mail.ru

Marina G. Shcherban

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Department of Physical Chemistry, Perm State University; 15, Bukireva Str., Perm, 614990, Russia; e-mail: ma-she74@mail.ru

Nataliia A. Medvedeva

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Department of Physical Chemistry, Perm State University; 15, Bukireva Str., Perm, 614990, Russia; e-mail: nata-kladova@yandex.ru

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Плотникова М.Д., Щербань М.Г., Медведева Н.А. Перспективы использования водных композиций поверхностно-активных веществ для очистки нефтезагрязненных грунтов // Географический вестник = Geographical bulletin. 2016. №3(38). С. 114–121. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-114-121

Please cite this article in English as:

Plotnikova M.D., Shcherban M.G., Medvedeva N.A. Prospects for the use of water compositions of surfactants for purification of oil contaminated soil // Geographical bulletin. 2016. № 3(38). P. 114–121. doi 10.17072/2079-7877-2016-3-114-121

УДК 911.375: 28.088 (470.26)

В.П. Дедков, Г.В. Гришанов, С.И. Зотов, П.П. Чернышков
ОПЫТ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПЛАНИРУЕМОЙ
ОСОБО ОХРАНЯЕМОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ – ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «БАЛТИЙСКАЯ КОСА»

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, г. Калининград

В статье на основе многолетнего комплексного экологического обследования дана оценка значения уникальной трансграничной экосистемы для организации особо охраняемой природной территории регионального значения – государственного природного заказника «Балтийская коса». Отмечена уникальность Балтийской косы как геоморфологического объекта и наличие редких и исчезающих видов растений и животных, включенных в Красные книги Российской Федерации, Балтийского региона и Калининградской области. Территория предполагаемого заказника является экологически неблагоприятной, но резервы сохранения природных комплексов на ней не исчерпаны. Создание на части Балтийской косы особо охраняемой природной территории поможет минимизировать антропогенные воздействия и обеспечить долговременное функционирование природных комплексов.

Ключевые слова: Балтийская коса, трансграничная территория, охрана природы, Красная книга, ландшафты, растения, животные.

V.P. Dedkov, G.V. Grishanov, S.I. Zotov, P.P. Chernyshkov
AN ECOLOGICAL SURVEY OF THE PROSPECTIVE PROTECTED AREA: VISTULA SPIT
NATURAL RESERVE

I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad

Based on a long-term ecological survey, this article estimates the possibilities of creating a protected area – the Vistula Spit natural reserve – in the unique transboundary ecosystem. The Vistula Spit is a unique geomorphological object and home to rare and endangered plant and animal species which are included in the Red Books of the Russian Federation, the Baltic region, and the Kaliningrad region. It is concluded that the territory of the prospective reserve is not ecologically sustainable. However, its nature conservation potential has not been exhausted. The establishment of a protected area in the Vistula Spit will minimize the anthropogenic pressure and ensure the sustainable functioning of the natural complexes.

Keywords: Vistula Spit, transboundary territory, nature protection, Red Book, landscapes, plants, animals.

doi 10.17072/2079-7877-2016-3-121-126

В соответствии со Схемой планируемого развития и размещения особо охраняемых природных территорий (ООПТ) на период до 2030 г. постановлением Правительства Калининградской области от 23.12.2011 г. № 907 запланировано образование на территории Балтийского муниципального района Калининградской области государственного природного заказника комплексного (ландшафтного) профиля «Балтийская коса».

На территории Балтийской (Вислинской) косы ранее существовал старейший в области ООПТ – зоологический заказник «Вислинская коса», образованный распоряжением Калининградского