



## МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методы экологических исследований / Methods of environmental studies

Оригинальная статья / Original article

УДК 504.054

DOI: 10.18470/1992-1098-2018-2-184-195

### ИЗМЕНЕНИЕ СОЛЕВОГО СОСТАВА ПОЧВ ЧЕРНЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ НЕФТЯНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ

**Алексей А. Булуктаев**

*Калмыцкий научный центр Российской академии наук,  
Элиста, Россия, buluktaev89@mail.ru*

**Резюме. Цель.** Республика Калмыкия богата полезными ископаемыми, главными из которых являются нефть, газ, конденсат и др. Республика включает в себя три основные морфоструктуры: Прикаспийскую низменность, Ергенинскую возвышенность и Кумо-Манычскую впадину. Прикаспийская низменность в свою очередь делится на Сарпинскую низменность и Черные земли. На территории Черных земель сосредоточены практически все месторождения по добыче углеводородов. В связи с этим наиболее остро для этой территории стоят вопросы рационального природопользования и проблемы связанные с попаданием нефтепродуктов в окружающую среду. В настоящей работе исследовалась проблема загрязнения почв, находящихся под влиянием Надеждинского, Северо-Камышанского, Тенгутинского, Баирского и Состинского месторождений. **Методы.** Почвенный состав месторождений обусловлен комплексностью и характеризуется легким гранулометрическим составом и в большинстве случаев засолением. Почвы анализировались на содержание катионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Na}^+$ , анионов  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  а также pH. **Результаты.** Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами приводит к ухудшению ее физико-химических свойств, усиливается засоление, происходит подщелачивание почвенного раствора, почвы, насыщенные нефтепродуктами, теряют способность удерживать влагу, для них характерны более низкие значения гигроскопической влажности, водопроницаемости и влагоемкости. **Заключение.** В ходе исследования было установлено, что нефтяное загрязнение Черных земель приводит к изменению типа засоления, в нефтезагрязненных почвах увеличивается содержание ионов натрия и хлора.

**Ключевые слова:** нефтяное месторождение, Калмыкия, Черные земли, загрязнение почв, химический анализ, солевой состав.

**Формат цитирования:** Булуктаев А.А. Изменение солевого состава почв Черных земель при нефтяном загрязнении // Юг России: экология, развитие. 2018. Т.13, N2. С.184-195. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-2-184-195

### CHANGES IN SALT COMPOSITION OF OIL CONTAMINATED BLACK SOILS

**Aleksey A. Buluktaev**

*Kalmyk Scientific Center of the RAS,  
Elista, Russian Federation, buluktaev89@mail.ru*



**Abstract. Aim.** The Republic of Kalmykia is rich in fossils minerals, the main of which are oil, gas, condensate, etc. The republic includes three main morphostructures: the Caspian lowland, the Ergeninskaya Upland and the Kuma-Manych depression. The Caspian lowland, in turn, is divided into the Sarpinskaya lowland and the Black Lands. Practically all hydrocarbon production fields are concentrated in the territory of the Black Lands. In this regard, the most acute for this area are issues of environmental management and problems associated with the seepage of petroleum products into the environment. In the present work, was investigated the problem of soil contamination within the Nadezhdinsky, North-Kamyshansky, Tengutinsky, Bairskoye and Sostinsky oil deposits. **Methods.** The soil composition of the deposits is due to the complexity and is characterized by a light granulometric composition and, in most cases, salinity. The soils were analyzed for the content of  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  and  $\text{Na}^{+}$  cations,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  and  $\text{SO}_4^{2-}$  anions as well as their pH values. **Results.** Contamination of soils with oil and petroleum products leads to deterioration of its physical and chemical properties, salinity increase, soil alkalinization; soils saturated with oil products, lose the ability to retain moisture, they are characterized by lower values of hygroscopic moisture, water permeability and moisture capacity. **Conclusions.** The study revealed that the oil pollution of the Black Lands leads to a change in the quality of salinity; the content of sodium and chlorine ions increases in the oil-contaminated soils.

**Keywords:** oil deposit, Kalmykia, Black lands, soil contamination, chemical analysis, salt composition.

**For citation:** Buluktaev A.A. Changes in salt composition of oil contaminated Black soils. *South of Russia: ecology, development*. 2018, vol. 13, no. 2, pp. 184-195. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2018-2-184-195

## ВВЕДЕНИЕ

На территории Республики Калмыкия функционируют 42 месторождения нефти и газа, в том числе 19 нефтяных, 12 газовых, 6 нефтегазовых и 5 нефтегазоконденсатных. Практически все перечисленные месторождения расположены в Прикаспийской низменности Республики Калмыкия на Черных землях. Черные земли расположены на юго-востоке республики и характеризуются в основном засоленными и одновременно легкими по гранулометрическому составу супесчаными и песчаными бурыми полупустынными почвами, которые образуют комплексы и сочетания с солонцами, лугово-бурыми почвами западин, солончаками и массивами незакрепленных и слабо закрепленных растительностью песков. Климат этой территории резкоконтинентальный с жарким и продолжительным летом, и холодной и малоснежной зимой [1; 2].

В последние десятилетия степные ландшафты Республики Калмыкия испытывают все возрастающее антропогенное воздействие. Нефтяные промыслы, ведущие свою деятельность на территории республики, негативно влияют на состояние окружающей среды. Экологическая ситуация, сло-

жившаяся в настоящее время в Калмыкии свидетельствует о том, что существующая концепция охраны окружающей среды не решает двух основных проблем: во-первых, не предотвращает попадание поллютанта в окружающую среду и, во-вторых, не избавляет от угрозы деградации и истощения природных ресурсов [3]. Процесс добычи и транспортировки нефтепродуктов в Калмыкии еще далек от совершенства. Аварийные ситуации, изношенность оборудования, халатность работников приводят к попаданию нефтепродуктов в окружающую среду.

Исследованиями многих авторов установлено, что месторождения по добыче углеводородов негативно влияют на окружающую среду [4-9]. При нефтяном загрязнении почвенного покрова происходят кардинальные и необратимые изменения в физико-химическом составе почв, нарушается водопроницаемость, увеличивается засоление, происходит подщелачивание почвенного раствора [10-13].

**Цель** настоящего исследования заключается в изучении влияния нефтяного загрязнения на изменение солевого состава почв Черных земель. Для выполнения поставленной цели были поставлены следующие



щие задачи: 1. Отобрать образцы почв исследуемых и фоновых территорий нефтепромыслов; 2. Провести химический анализ образцов; 3. Установить влияние нефтепро-

мыслов на изменение солевого состава исследуемых почв на территории Черных земель.

### ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования были использованы образцы фоновых и загрязненных почвогрунтов Надеждинского, Северо-Камышанского, Тенгутинского, Бирского и Состинского месторождений Республики Калмыкия. Пробы почв отбирались непосредственно у скважин, резервуаров, факела, нефтепровода и нефтяных разливов. Фоновые образцы были отобраны на расстоянии 150-200 м от нефтепромыслов. Почвы отбирались с поверхностного слоя 0-10 см без нарушения и перемешивания почвенных горизонтов.

Для химической характеристики почв проводились следующие анализы: ка-

тионы  $\text{Ca}^{+2}$  и  $\text{Mg}^{+2}$  определяли по ГОСТ 26487-85 трилонометрически; катионы  $\text{Na}^{+}$  определяли потенциметрически по ГОСТ 26207-91; анионы  $\text{Cl}^{-}$  аргенометрически в присутствии индикатора хромата калия; анионы  $\text{HCO}_3^{-}$  определяли по ГОСТ 26427-85 ацидиметрически с индикатором метиловым оранжевым; анионы  $\text{SO}_4^{2-}$  турбидиметрическим методом по образованию осадка сульфата бария; сумма солей определялась по сухому остатку в процентах; рН водной вытяжки определяли потенциметрически по ГОСТ 26483-85.

### ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Надеждинское и Северо-Камышанское нефтяные месторождения расположены в Черноземельском районе Республики Калмыкия. Часть скважин Надеждинского и Северо-Камышанского месторождений находятся на территории заказника федерального значения «Меклетинский». Почвы бурые полупустынные в комплексе с солончаками луговыми средне-суглинистыми [5]. Образцы почв Надеждинского нефтяного месторождения были отобраны у скважин № 37, 146, 135 и под нефтяным разливом. Фоновые образцы были отобраны на расстоянии 200 м от нефтепромысла, на целине, вдали от линий электропередач и дорог. Результаты солевого состава почв Надеждинского месторождения представлены в таблице 1.

Тип засоления контрольного участка хлоридно-сульфатный, степень засоления – слабозасоленная, водородный показатель 8,40. По результатам химического анализа водной вытяжки из почв Надеждинского месторождения, установлено, что изменяется степень засоления, исследуемые образцы в отличие от контроля – средне и сильнозасоленные, а также тип засоления – хлоридно-натриевый и хлоридно-сульфатно-натриевый. Характер засоления находится в

прямой зависимости от накопления ионов натрия и хлора [7].

По анионному составу в исследуемых почвах нефтепромысла преобладают ионы хлора, в почвах под нефтяным разливом и у скважины №146 содержание хлорид-ионов в 14 и 10 раз превышает содержание хлора в контрольном образце. Не столь значительное увеличение содержания хлора зафиксировано в образцах почв у скважин №37 и 135 (рис. 1). Во всех отобранных образцах почв нефтепромысла прослеживается незначительное увеличение сульфат и гидроксид-ионов.

По катионному составу в водной вытяжке из почв нефтепромысла выделяется натрий (вследствие солонцеватости почв и высокой концентрации его в буровых растворах). Содержание катионов натрия в почвах под нефтяным разливом в 21 раз превышает содержание натрия в контрольном образце, а у скважин №146, 135, 37 в 13, 6, 4 раза соответственно (рис. 1). В отличие от резкого увеличения содержания натрия, содержание катионов кальция и магния в исследуемых почвах снижается, вследствие вытеснения их ионами натрия.



Таблица 1

Солевой состав почв Надеждинского месторождения

Table 1

Salt composition of soils of the Nadezhdinsky deposit

№	Место отбора Sampling area	рН	В числителе – мэкв/100 г почвы, в знаменателе – % In the numerator – mEq / 100 g of soil, in the denominator – %						Сумма ионов, % The total number of ions, %
			HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	
1	Контроль Control specimen	8,4	<u>0,45</u>	<u>2,55</u>	<u>2,11</u>	<u>1,00</u>	<u>0,86</u>	<u>2,71</u>	0,314
		0	0,028	0,092	0,102	0,020	0,010	0,062	
2	У скв. № 37 At the well No. 37	8,7	<u>0,52</u>	<u>5,04</u>	<u>2,53</u>	<u>0,50</u>	<u>0,86</u>	<u>14,24</u>	0,682
		5	0,032	0,182	0,122	0,010	0,010	0,326	
3	У скв. № 146 At the well No. 146	8,9	<u>0,72</u>	<u>26,70</u>	<u>3,73</u>	<u>0,25</u>	<u>0,43</u>	<u>49,37</u>	2,328
		2	0,044	0,964	0,180	0,005	0,005	1,130	
4	У скв. № 135 At the well No. 135	8,6	<u>0,47</u>	<u>4,60</u>	<u>2,34</u>	<u>0,50</u>	<u>0,43</u>	<u>21,32</u>	0,811
		9	0,029	0,166	0,113	0,010	0,005	0,488	
5	Под нефт. разл. Soils underlying the oil spills	9,1	<u>0,90</u>	<u>37,36</u>	<u>4,24</u>	<u>0,25</u>	<u>0,17</u>	<u>77,29</u>	3,338
		3	0,055	1,302	0,205	0,005	0,002	1,769	

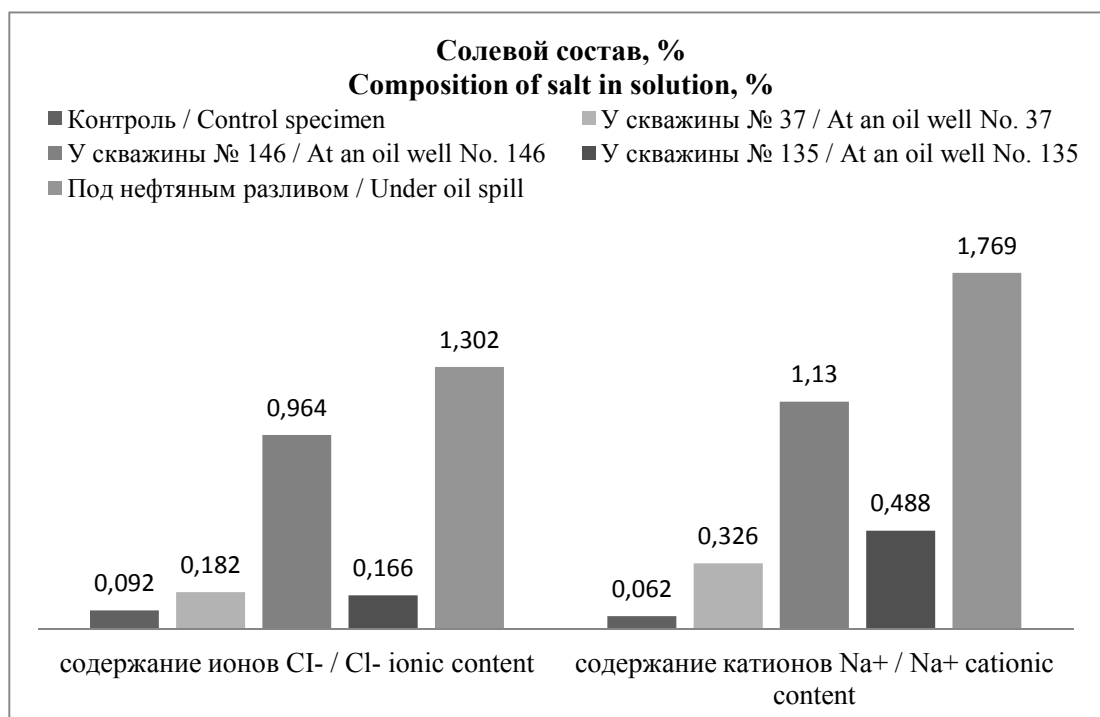


Рис.1. Изменение содержания ионов хлора и натрия (%) в почвах  
Надеждинского месторождения

Fig.1. Change in the content of chlorine and sodium ions (%) in the soils  
of the Nadezhdinsky deposit



Значения pH исследуемых образцов находятся в пределах 8,69-9,13. В отличие от контрольного образца реакция почвенного раствора исследуемых почв – щелочная.

Почвенные образцы Северо-Камышанского нефтяного месторождения

были отобраны у скважин №17, 20 и у нефтепровода, контрольные образцы отбирались за пределами месторождения. Результаты водной вытяжки из почв месторождения представлены в таблице 2.

Таблица 2

Солевой состав почв Северо-Камышанского месторождения

Table 2

Salt composition of soils of the North Kamyshansky deposit

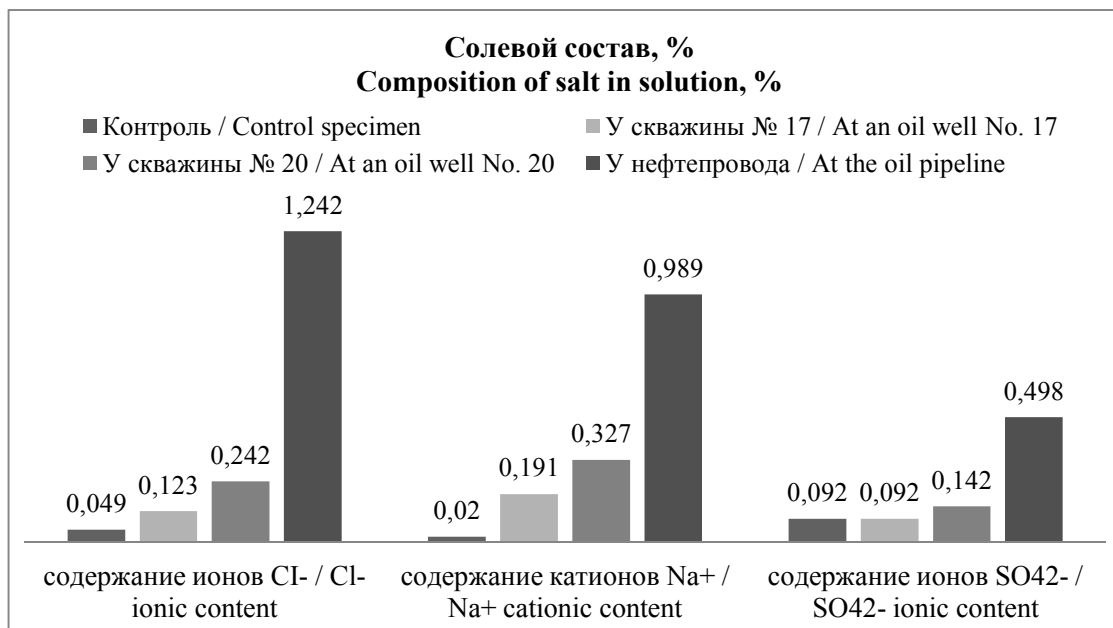
№	Место отбора Sampling area	pH	В числителе – мэкв/100 г почвы, в знаменателе – % In the numerator – mEq / 100 g of soil, in the denominator – %						Сумма ионов, % The total number of ions, %
			HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	
1	Контроль Control specimen	8,47	<u>0,49</u> 0,030	<u>1,36</u> 0,049	<u>1,90</u> 0,092	<u>1,00</u> 0,020	<u>0,94</u> 0,011	<u>0,87</u> 0,020	0,222
2	У скв. № 17 At the well No. 17	8,77	<u>0,54</u> 0,033	<u>3,41</u> 0,123	<u>1,90</u> 0,092	<u>1,00</u> 0,020	<u>0,51</u> 0,006	<u>8,34</u> 0,191	0,465
3	У скв. № 20 At the well No. 20	8,98	<u>0,65</u> 0,040	<u>6,70</u> 0,242	<u>2,94</u> 0,142	<u>0,50</u> 0,010	<u>0,34</u> 0,004	<u>14,29</u> 0,327	0,765
4	У нефтепровода At the oil pipeline	9,12	<u>1,11</u> 0,068	<u>34,41</u> 1,242	<u>10,31</u> 0,498	<u>0,25</u> 0,005	<u>0,08</u> 0,001	<u>43,21</u> 0,989	2,803

Тип засоления контрольного образца хлоридно-сульфатный, по степени засоления – слабозасоленная. Реакция почвенного раствора слабощелочная. Исследуемые почвы Северо-Камышанского месторождения по типу засоления хлоридно-натриевые, натриево-хлоридные и сульфатно-хлоридно-натриевые, по степени засоления – средне и сильнозасоленные.

Химический анализ анионного состава исследуемых почв показал, что преобладают ионы хлора и сульфат ионы. Содержание хлора в почвах у нефтепровода в 25 раз превышает содержание ионов хлора в контрольном образце, сульфат ионов в 5 раз, а гидрокарбонат ионов в 2 раза (рис. 2). У скважин №17 и 20 отмечается незначительное увеличение содержания ионов хлора в 2,5 и 5 раз. Изменения в содержании гидрокарбонат ионов и сульфат ионов у скважин №17 и 20 не значительны и практически не отличаются от контрольного образца.

По катионному составу в водной вытяжке из почв Северо-Камышанского нефтепромысла выделяется натрий. Содержание катионов натрия в почвах у нефтепровода в 49 раз превышает содержание натрия в контрольном образце, а у скважин №17, 20 в 9 и 16 раз соответственно (рис. 2). Содержание катионов кальция и магния в исследуемых почвах нефтепромысла снижается, причем отмечена прямая связь снижения содержания катионов кальция и магния с увеличением содержания катионов натрия. В почвенном образце у нефтепровода содержание ионов кальция в 4 раза меньше чем в контрольном образце, а ионов магния в 11 раз меньше.

Значения pH исследуемых образцов находятся в пределах 8,99-9,12. В отличие от слабощелочной реакции контрольного образца реакция почвенного раствора щелочная, и сильнощелочная.



**Рис.2. Изменение содержания ионов хлора, натрия и сульфат ионов (%) в почвах Северо-Камышанского месторождения**  
**Fig.2. Change in the content of chloride ions, sodium and sulfate ions (%) in the soils of the North Kamyshansky deposit**

Тенгутинское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в Черноземельском районе республики на территории Федерального государственного природного биосферного заповедника «Черные земли». Почвы исследуемого участка входят в подзону бурых почв, и классифицируются как бурые полупустынные супесчаные почвы и их комплексы с солонцами корковыми [3]. Почвенные образцы Тенгутинского нефтегазоконденсатного месторождения отобраны у скважин №260, 261, у амбара (буллит, временное размещение для отходов бурения), у резервуара (РВС, резервуар временного содержания) и у факела (факел сжигания сопутствующего газа). Контрольные образцы отобраны на расстоянии 200 м от нефтепромысла. Результаты водной вытяжки представлены в таблице 3.

Контрольные почвы по типу засоления сульфатно-хлоридно-натриевые, по степени засоления – средnezасоленные. Водородный показатель 8,00. Почвы Тенгутинского месторождения по типу засоления сульфатно-хлоридно-натриевые и хлоридно-натриевые, степень засоления – средне и сильнозасоленные.

Изменения анионного состава в почвах у недействующих скважин №260 и 261 характеризуются незначительным увеличением ионов хлора и гидрокарбонат ионов и уменьшением сульфат ионов. Из изменений в катионном составе отмечается незначительное увеличение ионов натрия, содержание кальция и магния находится на том же уровне что и в контрольном образце. Реакция почвенного раствора слабощелочная.

Значительное изменение солевого состава в почвах Тенгутинского месторождения отмечено у амбара (буллита). Здесь содержание ионов хлора в 28 раз превышает содержание хлора в контрольном образце, содержание сульфат ионов в 12 раз превышает содержание сульфатов в контрольном образце, содержание гидрокарбонат ионов в 3 раза больше гидрокарбонатов в контрольном образце. По катионному составу у буллита отмечается высокое содержание ионов натрия – в 23 раза больше контрольного содержания (рис. 3). Содержание катионов магния в почвах у буллита находится на уровне с фоновым образцом, отмечено повышение кальция в 5 раз. По степени засоления почва у буллита сильнозасоленная. Реакция почвенного раствора сильнощелочная.





Таблица 3

Солевой состав почв Тенгутинского месторождения

Table 3

Salt composition of soils of the Tengutinskoe deposit

№	Место отбора Sampling area	pH	В числителе – мэкв/100 г почвы, в знаменателе – % In the numerator – mEq / 100 g of soil, in the denominator – %						Сумма ионов, % The total number of ions, %
			НCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	НCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
1	Контроль Control specimen	8,00	$\frac{0,49}{0,030}$	$\frac{1,94}{0,070}$	$\frac{1,30}{0,063}$	$\frac{0,50}{0,010}$	$\frac{0,77}{0,009}$	$\frac{3,93}{0,090}$	0,272
2	У скв. № 260 At the well No. 260	8,12	$\frac{0,65}{0,040}$	$\frac{2,49}{0,090}$	$\frac{1,03}{0,050}$	$\frac{0,25}{0,005}$	$\frac{0,51}{0,006}$	$\frac{5,24}{0,120}$	0,311
3	У скв. № 261 At the well No. 261	8,09	$\frac{0,65}{0,040}$	$\frac{2,22}{0,080}$	$\frac{1,03}{0,050}$	$\frac{0,50}{0,010}$	$\frac{0,77}{0,009}$	$\frac{5,68}{0,130}$	0,319
4	У амбара (буллита) At the barn (bullet)	9,87	$\frac{1,63}{0,100}$	$\frac{55,13}{1,990}$	$\frac{15,53}{0,750}$	$\frac{2,50}{0,050}$	$\frac{0,77}{0,009}$	$\frac{92,85}{2,125}$	5,024
5	У резервуара At the tank	8,78	$\frac{0,98}{0,060}$	$\frac{8,31}{0,300}$	$\frac{1,55}{0,075}$	$\frac{0,25}{0,005}$	$\frac{0,26}{0,003}$	$\frac{16,17}{0,370}$	0,813
6	У факела At the flare stack	8,92	$\frac{0,98}{0,060}$	$\frac{13,02}{0,470}$	$\frac{1,84}{0,089}$	$\frac{0,25}{0,005}$	$\frac{0,26}{0,003}$	$\frac{26,30}{0,602}$	1,229

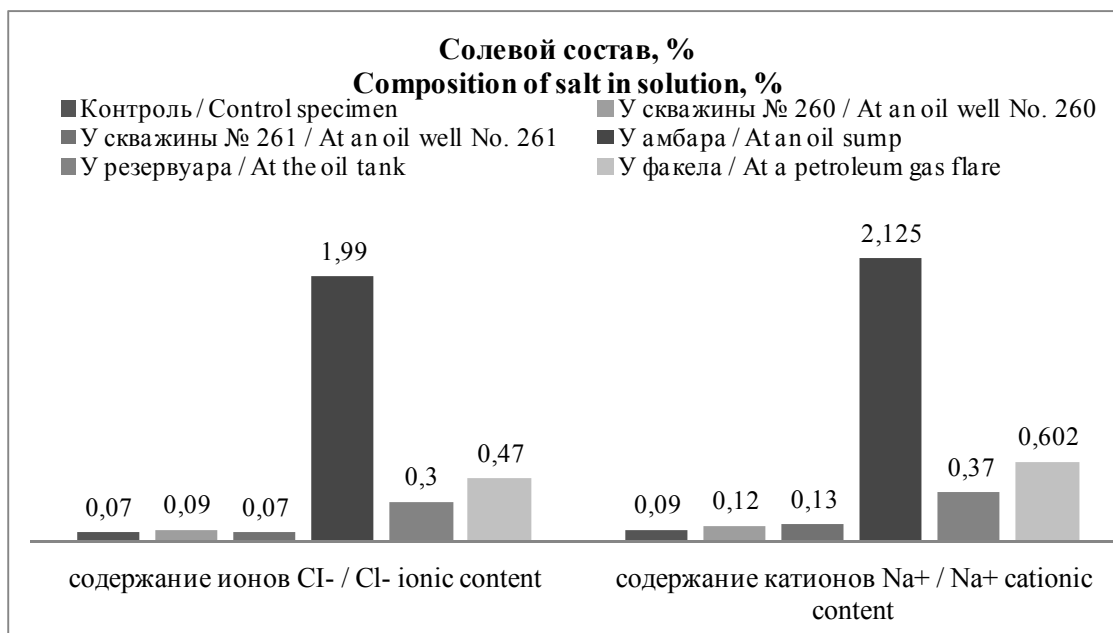


Рис.3. Изменение содержания ионов хлора и натрия (%) в почвах Тенгутинского месторождения

Fig.3. Change in the content of chloride and sodium ions (%) in the soils of the Tengutinskoe deposit

В почвах у резервуара временного содержания и факела отмечается увеличение

содержания ионов натрия и хлора в 4, 6 раз по сравнению с контролем. Прослеживается



уменьшение содержания катионов кальция и магния. Изменение содержание анионов (сульфат и гидрокарбонат ионов) в исследуемых почвах характеризуется незначительным увеличением. Водородный показатель 8,78, 8,92. По степени засоления почвы средnezасоленные.

Баирское и Состинское месторождения расположены в Ики-Бурульском районе Республики Калмыкия. Почвы Баирского месторождения бурые полупустынные су-

песчаные в комплексе с песками разной степени закрепления. Почвы Состинского месторождения луговые карбонатные, легко суглинистые. Почвенные образцы Баирского нефтегазового месторождения отобраны у скважины №8, резервуара и факела. Почвенные образцы Состинского нефтяного месторождения отобраны у скважины №4, у факела и дизеля. Результаты водной вытяжки из почв нефтепромыслов представлены в таблицах 4-5.

Таблица 4

Солевой состав почв Баирского месторождения

Table 4

Salt composition of soils of the Bairskoye deposit

№	Место отбора Sampling area	рН	В числителе – мэкв/100 г почвы, в знаменателе – % In the numerator – mEq / 100 g of soil, in the denominator – %						Сумма ионов, % The total number of ions, %
			НCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	СГ	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	НCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
1	Контроль Control specimen	7,46	<u>0,21</u> 0,013	<u>0,69</u> 0,025	<u>1,63</u> 0,079	<u>0,25</u> 0,005	<u>1,02</u> 0,012	<u>0,92</u> 0,021	0,155
2	У скв. № 8 At the well No. 8	9,18	<u>1,10</u> 0,068	<u>15,60</u> 0,563	<u>2,59</u> 0,125	<u>0,20</u> 0,004	<u>0,34</u> 0,004	<u>32,68</u> 0,748	1,512
3	У резервуара At the tank	8,88	<u>0,69</u> 0,041	<u>7,42</u> 0,268	<u>1,99</u> 0,096	<u>0,25</u> 0,005	<u>0,51</u> 0,006	<u>15,95</u> 0,365	0,776
4	У факела At the flare stack	8,90	<u>0,52</u> 0,032	<u>5,76</u> 0,208	<u>1,76</u> 0,085	<u>0,20</u> 0,004	<u>0,51</u> 0,006	<u>12,93</u> 0,296	0,631

Контрольные образцы Баирского и Состинского месторождений не засолены. Из результатов водной вытяжки отмечено высокое содержание сульфат ионов. рН контрольных образцов 7,46, 7,50. Исследуемые почвы нефтепромыслов характеризуются как – средне и сильнозасоленные, тип засоления хлоридно-натриевый. Реакция почвенного раствора слабощелочная.

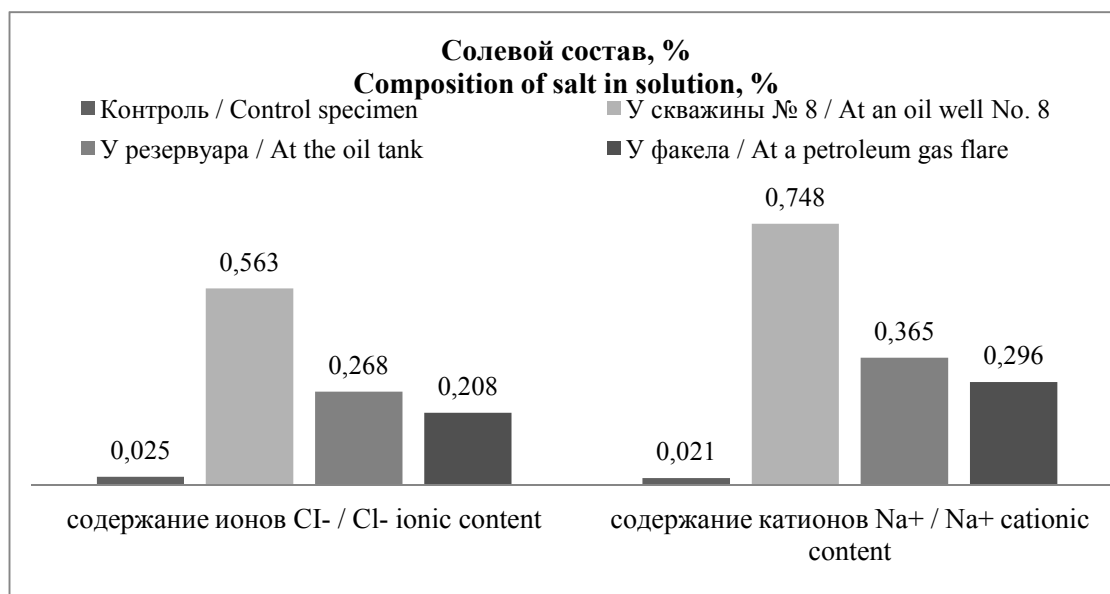
По анионному составу в почвах Баирского месторождения преобладают ионы хлора, максимальное накопление хлора отмечено в почвах у скважины №8 (в 22 раза больше контрольного содержания), у резервуара и факела больше в 10, 8 раз соответственно. Изменения содержания карбонат ионов в почвах Баирского месторождения идут в сторону увеличения у скважины №8 в 5 раз, у резервуара в 3 раза, у факела в 2 ра-

за. Сульфат ионы на месторождении варьируют в пределах 0,085-0,125%.

Катионные изменения идут в сторону увеличения содержания натрия и уменьшения содержания кальция и магния. У скважины №8, резервуара и факела содержание натрия увеличивается по сравнению с контролем в 35, 17, 14 раз (рис. 4). рН исследуемых почв находится в пределах 8,88-9,18.

Изменение анионного состава почв Состинского месторождения, идут в сторону увеличения ионов хлора, сульфат и гидрокарбонат ионов. Содержание хлор ионов в почвах у скважины №4 составляет 0,236%, тогда как в контрольном образце содержание хлора 0,005%. Почвы у факела и дизеля содержат ионы хлора, превышающие контрольные участки в 23, 14 раз (рис. 5).





**Рис.4. Изменение содержания ионов хлора и натрия (%) в почвах Байсркого месторождения**  
**Fig.4. Change in the content of chlorine and sodium ions (%) in the soils of the Bairskoye deposit**

**Таблица 5**

**Солевой состав почв Состинского месторождения**

**Table 5**

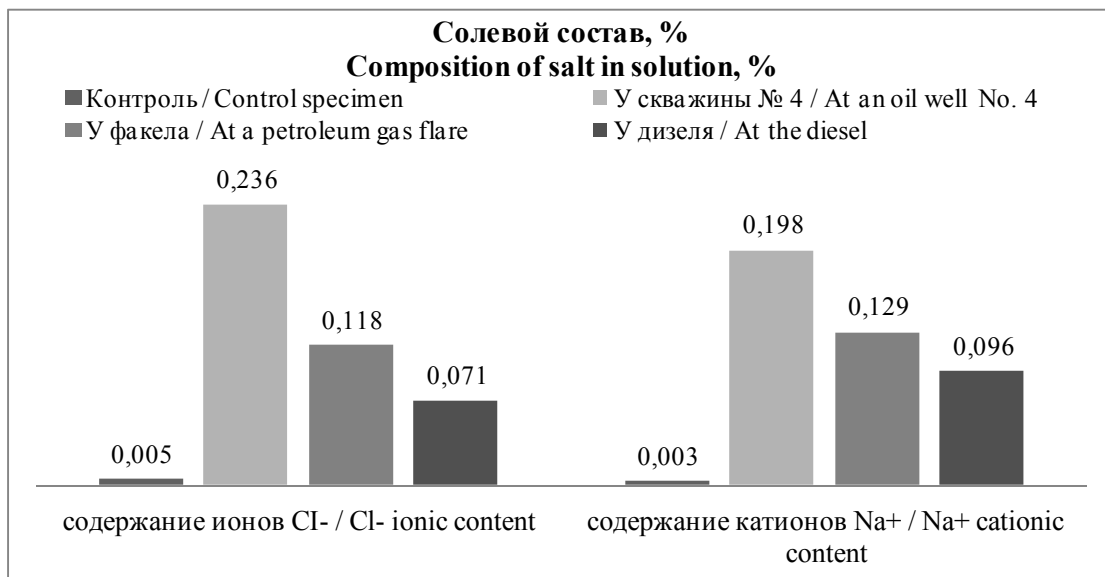
**Salt Composition of Soils of the Sostinsky Deposit**

№	Место отбора Sampling area	pH	В числителе – мэкв/100 г почвы, в знаменателе – % In the numerator – mEq / 100 g of soil, in the denominator – %						Сумма ионов, % The total number of ions, %
			HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
1	Контроль Control specimen	7,50	<u>0,49</u> 0,030	<u>0,14</u> 0,005	<u>1,08</u> 0,052	<u>1,50</u> 0,030	<u>0,51</u> 0,006	<u>0,35</u> 0,008	0,131
2	Скв. № 4 At the well No. 4	7,95	<u>0,81</u> 0,050	<u>6,54</u> 0,236	<u>1,45</u> 0,070	<u>0,25</u> 0,005	<u>0,43</u> 0,005	<u>8,65</u> 0,198	0,564
3	У факела At the flare stack	7,70	<u>0,70</u> 0,043	<u>3,27</u> 0,118	<u>1,03</u> 0,050	<u>0,50</u> 0,010	<u>0,43</u> 0,005	<u>5,63</u> 0,129	0,355
4	У дизеля At the diesel engine	7,80	<u>0,54</u> 0,033	<u>1,97</u> 0,071	<u>1,41</u> 0,068	<u>1,10</u> 0,022	<u>0,26</u> 0,003	<u>4,19</u> 0,096	0,293

Содержание сульфат ионов на месторождении находится в пределах 0,050-0,070%, карбонат ионов 0,033-0,050%, и характеризуются незначительным увеличением по сравнению с контрольным образцом.

Из катионов на месторождении увеличивается натрий, уменьшаются кальций и магний. Содержание ионов натрия в почвах

у скважины №4 в 24 раза превышает натрий в контрольном образце, у факела и дизеля превышает соответственно в 16, 12 раз. Ионы кальция в образце у скважины уменьшаются в 6 раз по сравнению с контролем. Изменение содержания ионов магния незначительны и варьируют от 0,003 до 0,005%. Реакция почвенного раствора слабощелочная.



**Рис.5. Изменение содержания ионов хлора и натрия (%) в почвах Состинского месторождения**  
**Fig.5. Change in the content of chloride and sodium ions (%) in soils of the Sostinsky deposit**

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований доказано, что нефтяные месторождения, расположенные на Черных Землях, своей деятельностью негативно влияют на изменение солевого состава почв. Во всех отобранных образцах зафиксировано резкое увеличение ионов хлора и натрия, вследствие повышенного их содержания в пластовых, грунтовых водах республики. В отдельных участках месторождений содержание перечисленных элементов превышает фоновые значения в 35 раз. Таким образом, нефтяное загрязнение почв Черных Земель приводит к их вторичному засолению, также изменяется тип и степень засоления.

Ионы натрия в почвах нефтепромыслов вытесняют ионы кальция и магния, что приводит к снижению поглотительной

способности почв и усилению процессов осолонцевания.

Территории с почвами, затронутыми засолением, образуют гидрогаломорфные ландшафты (засушливые, ксерофильные) аккумулятивного характера. В отличие от сельскохозяйственных ландшафтов ландшафты, специфичные для засоленно-щелочных условий, сокращают круговорот воды на территории, как по вертикали, так и по горизонтали, уменьшают доступность воды для растительности. Деграция почвенного покрова, разрушение растительного покрова приводит к нарушению биохимического круговорота элементов, биогенетического баланса, ограничению условий существования биосферы.

**Благодарность:** Статья подготовлена в рамках Госзадания № АААА-А18-118012590162-4 «Экологический мониторинг парагенетических ландшафтов аридных зон Юга России» (2017–2019 гг.).

**Acknowledgment:** The article was prepared in the framework of the state assignment No АААА-А18-118012590162-4 "Ecological monitoring of paragenetic landscapes of arid zones of the South of Russia" (2017-2019).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бакинова Т.И., Воробьева Н.П., Зеленская Е.А. Почвы Республики Калмыкия. Элиста: ЗАОр «НПП «Джангар». 1994. 231 с.

2. Борликов Г.М., Лачко О.А., Бакинова Т.И. Экология. Природопользование аридных территорий. Ростов-на-Дону: Изд-во. СКНЦ ВШ, 2000. 84 с.



3. Булуктаев А.А. Фитотоксичность и ферментативная активность почв Калмыкии при нефтяном загрязнении // Юг России: экология, развитие. 2017. Т. 12, N 4. С. 147–156. DOI:10.18470/1992-1098-2017-4-147-156.
4. Булуктаев А.А., Сангаджиева Л.Х., Даваева Ц.Д. Влияние нефтедобывающего комплекса на свойства почв в зоне заповедного режима // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2015. Т. 15, N 4. С. 109–114. Doi:10.18500/1816-9775-2015-15-4-109-114
5. Плешакова Е.В., Нгун К.Т., Решетников М.В. Анализ почвы в районе подземного хранилища природного газа по индикаторным микробиологическим показателям // Юг России: экология, развитие. 2017. Т. 12, N 2. С. 135–146. DOI:10.18470/1992-1098-2017-2-135-146.
6. Газалиев И.М., Алибегова З.М. Оценка состояния окружающей среды в условиях добычи нефти и газа в Дагестане // Юг России: экология, развитие. 2009. N 3. С. 80–84.
7. Даваева Ц.Д. Современное состояние экосистем на нефтяных месторождениях юга Калмыкии // Научная мысль Кавказа. 2006. N 5. С. 64–67.
8. Булуктаев А.А. Оценка степени загрязнения почв нефтепромыслов на территории юго-востока Республики Калмыкия // Полевые исследования. 2017.

- Т. 4, Вып. 4. С. 101–110. DOI 10.22162/2500-4328-2017-4-101-110
9. Цомбуева Б.В. Техногенное загрязнение почв в зоне влияния нефтедобывающего комплекса Республики Калмыкия // Современные проблемы науки и образования: сетевой журн. 2013. N 6. URL: [http://elibrary.ru/download/elibrary\\_21163475\\_56896188.pdf](http://elibrary.ru/download/elibrary_21163475_56896188.pdf) (дата обращения: 10.09.2017).
10. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М.: изд-во Моск. ун-та, 1993. 207 с.
11. Сангаджиева Л.Х., Борликов Г.М., Сангаджиева О.С. Ландшафтно-геохимический анализ изменения природных сред в районах нефтедобычи (на примере Черных Земель Республики Калмыкия) // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2005. N 4. С. 79–83.
12. Gill H.S., Abrol I.P. Salt affected soils, their afforestation and its ameliorating on fluency // International Tree Crops Journal. 1991. Vol. 6, iss. 4, P. 239–260. Doi: 10.1080/01435698.1991.9752890
13. Radeke K.H., Helebrand M., Schroder H., Eichler H., Heinrich K., Roethe A. On the analysis of mineral-oil hydrocarbons in soil – A criticism of the DIN-38409 H18 and some possibilities of improvement // Chem. Tech. (Leipzig). 1997. Vol. 49. P. 132–135.

## REFERENCES

1. Bakinova T.I., Vorob'eva N.P., Zelenskaya E.A. *Pochvy Respubliki Kalmykiya* [Soils of the Republic of Kalmykia]. Elista, Dzhangar Publ., 1994, 231 p. (In Russian)
2. Borlikov G.M., Lachko O.A., Bakinova T.I. *Ekologiya. Prirodopol'zovanie aridnykh territorii* [Ecology. Environmental management of arid territories]. Rostov-on-Don, SKNTS VSH Publ., 2000, 84 p. (In Russian)
3. Buluktaev A.A. Phytotoxicity and enzymatic activity in soils of Kalmykia under the influence of oil pollution. *South of Russia: ecology, development*, 2017, vol. 12, no. 4, pp. 147–156. Doi: 10.18470/1992-1098-2017-4-147-156. (In Russian)
4. Buluktaev A.A., Sangadzhieva L.Kh., Davaeva Ts.D. Influence of the Tengutinsky Oil-extracting Complex on Soils of the Reserve «Black Earth». *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Khimiya. Biologiya. Ekologiya* [News of the Saratov university. New series. Series: Chemistry. Biology. Ecology]. 2015, vol. 15, no. 4, pp. 109–114. (In Russian)
5. Pleshakova E.V., Ngun C.T., Reshetnikov M.V. Soil analysis on microbiological indicator values in the area of underground nature gas storage. *South of Russia: ecology, development*. 2017, vol. 12, no. 2, pp. 135–146. Doi:10.18470/1992-1098-2017-2-135-146. (In Russian)
6. Gazaliev I.M., Alibegova Z.M. Estimation of environment in conditions of oil and gas extraction in Dagestan. *Yug Rossii: ekologiya, razvitiye* [South of Russia: ecology, development]. 2009, vol. 4, no. 3, pp. 80–84. (In Russian)
7. Davaeva Ts.D. The current state of ecosystems on oil fields of the South of Kalmykia. *Nauchnaya mysl' Kavkaza* [Scientific thought of the Caucasus]. 2006, no. 5, pp. 64–67. (In Russian)
8. Buluktaev A.A. Oilfields of South-Eastern Kalmykia: Soil Pollution Assessment. *Field research*. 2017, vol. 4, iss. 4, pp. 101–110. DOI: 10.22162/2500-4328-2017-4-101-110. (In Russian)
9. Tsombueva B.V. [Technogenic pollution of soils in a zone of influence of the mining complex of the Republic of Kalmykia]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2013, no. 6. (In Russian) Available at: [http://elibrary.ru/download/elibrary\\_21163475\\_56896188.pdf](http://elibrary.ru/download/elibrary_21163475_56896188.pdf) (accessed 10.09.2017).
10. Pikovskii Yu.I. *Prirodnye i tekhnogennye potoki uglevodorodov v okruzhayushchei srede* [Natural and technogenic streams of hydrocarbons in a surrounding medium]. Moscow, Moscow University Publ., 1993, 207 p. (In Russian)
11. Sangadzhieva L.X., Borlikov G.M., Sangadzhieva O.S. The landscape and geochemical analysis of change of environments in areas of oil production (on



the example of Black Lands of the Republic of Kalmykia). *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskii region. Seriya: Estestvennye nauki* [News of higher educational institutions. North Caucasus region. Natural sciences series]. 2005, no. 4, pp. 79–83. (In Russian)

12 Gill H.S., Abrol I.P. Salt affected soils, their afforestation and its ameliorating on fluency. *International*

*Tree Crops Journal*, 1991, vol. 6, iss. 4, pp. 239–260. Doi: 10.1080/01435698.1991.9752890

13 Radeke K.H., Helebrand M., Schroder H., Eichler H., Heinrich K., Roethe A. On the analysis of mineral-oil hydrocarbons in soil – A criticism of the DIN-38409 H18 and some possibilities of improvement. *Chem. Tech. (Leipzig)*, 1997, vol. 49, pp. 132–135.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

##### Принадлежность к организации

**Алексей А. Булуктаев** – младший научный сотрудник отдела комплексного мониторинга и информационных технологий Калмыцкого научного центра Российской академии наук, тел.: 89963539797, ул. им. И.К. Илишкина, д. 8, г. Элиста, 358000, Россия, e-mail: buluktaev89@mail.ru

##### Критерии авторства

Алексей А. Булуктаев провел анализ научной литературы, поставил модельный эксперимент, написал статью и несет ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других неэтических проблем.

##### Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 03.02.2018

Принята в печать 16.03.2018

#### AUTHOR INFORMATION

##### Affiliations

**Aleksey A. Buluktaev** – Junior researcher of department of complex monitoring and information technologies, Kalmyk scientific center of the Russian Academy of Sciences, ul. I.K. Ilishkina, 8 Elista, Russian Federation. Tel. 89963539797, e-mail: buluktaev89@mail.ru

##### Contribution

Alexey A. Buluktaev the analysis of scientific literature, carrying out a model experiment, writing of the article and is responsible for plagiarism and self-plagiarism.

##### Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Received 03.02.2018

Accepted for publication 16.03.2018