

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ НА АВАРИЙНОСТЬ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗО-  
ДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**THE INFLUENCE OF NATURAL CONDITIONS ON THE ACCIDENT RATE  
PRODUCTION FACILITIES OIL AND GAS COMPLEX OF TOMSK REGION

Проведен анализ опубликованных и фондовых материалов о распространении болот и рек на территории месторождений углеводород в левобережье реки Обь в пределах Томской области (Западная Сибирь). Выполнено их сопоставление с данными об отказах технических систем (нарушениях их работоспособного состояния) в составе нефтегазодобывающих и транспортных предприятий за период с 2006 по 2012 гг. Установлены статистически значимые зависимости между количеством отказов, размерами нефтяных и нефтегазоконденсатных месторождений, протяжённостью речной сети и заболоченностью в их пределах. Связь количества отказов с размерами месторождения объясняется общим увеличением сложности природно-техногенного комплекса, а статистически значимая корреляция с другими показателями – наличием методологических проблем в процессе проектирования, строительства и эксплуатации объектов обустройства нефтяных месторождений на заболоченных территориях Западной Сибири. Выявлено увеличение количества отказов в июне, предположительно связанное с активизацией гидрологических и экзогенных геологических процессов и превышением проектных нагрузок и воздействий на технические системы. Сделаны рекомендации по снижению связанной с природными условиями аварийности на нефтегазодобывающих и нефтегазотранспортных предприятий в Томской области. В общих чертах они сводятся к: 1) уменьшению числа переходов через водные объекты; 2) разработке новых методов оценки деформаций русел и берегов болотных рек и озёр, максимального, среднего и минимального водного и твёрдого стока с болот и внутри их; 3) разработке новых способов укрепления дна и берегов болотных рек и озёр и мелиорации болотных систем.

About distribution of bogs and the rivers in territory of deposits hydrocarbon the analysis of the published and share materials is carried out to a left bank of the Ob river within the limits of Tomsk region (Western Siberia). Their comparison to the data from refusals of technical systems (infringements of their efficient condition) is executed in structure of oil and gas extraction and transport agencies for the period with 2006 on 2012 years. Statistically significant dependences between amount of refusals, the sizes of oil and gas deposits, extent of a river network and marshiness in their limits are established. Connection of amount of refusals with the sizes of a deposit speaks the general increase in complexity natural and an anthropogenous complex, and statistically significant correlation with other parameters – presence of methodological problems during designing, construction and operation of objects of arrangement of oil deposits boggy territories of Western Siberia. The increase in amount of refusals in the June, presumably connected with activation of hydrological and geological processes and excess of design loadings and influences on technical systems is revealed. Recommendations on reduction in the breakdown susceptibility connected to an environment on the oil and gas extraction and petrogas-transport enterprises in Tomsk area are made. In general they are reduced to: 1) to reduction of number of transitions through water objects; 2) development of new methods of an estimation of deformations of a channel and coast of the marsh rivers and lakes, the maximal, average and minimal water and firm drain from bogs and inside them; 3) development of new ways of strengthening of a bottom and coast of the marsh rivers and lakes and land improvement of marsh systems.

**Савичев О.Г, Иванова Е.В.,  
Паромов С.В.****ФГБОУ ВПО «Томский  
политехнический университет»,  
ОАО «Волжский подводник»,  
г. Томск, Российская Федерация****O.G. Savichev, E.V. Ivanova,  
S.V. Paromov****FSBEI HPE “National Research Tomsk  
Polytechnic University”,  
JSC “Volzhskiy podvodnik”, Tomsk,  
the Russian Federation**

**Ключевые слова:** нефтегазодобывающий комплекс, отказы технических систем, природные условия, Томская область.

**Key words:** oil and gas extraction complex, refusals of technical systems, environment, Tomsk region.

Нефтегазодобывающий и нефтегазотранспортный комплексы играют ключевую роль в экономике Западно-Сибирского региона в целом и Томской области, в частности. С учётом этого обеспечение безаварийной работы нефтегазодобывающих предприятий и трубопроводных систем является исключительно важным условием

социально-экономического развития территорий, что определяет актуальность исследований причин и условий отказов технических систем (под отказами в данном случае, согласно [4], понимается событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта). В настоящее время опубликовано значительное количество работ, посвящённых этой проблеме, причем, обычно основное внимание при определении основных факторов аварийности акцентируется на отказах в энергоснабжении, механических повреждениях, сбоях в работе электрооборудования [7].

Не отрицая важности перечисленных выше факторов, нельзя не отметить тот факт, что основная часть нефтегазодобывающих и транспортных предприятий в Западной Сибири работают на территориях с высокой заболоченностью (более 20%) и густой гидрографической сетью. Иными словами, они функционируют в изначально сложных условиях, способствующих быстрому износу технических средств и отклонениям от проектных требований вследствие периодических затоплений и подтоплений, постоянной переувлажнённости грунтов, не предусмотренных деформаций русел водотоков, берегов озёр, неравномерном промерзании и оттаивании грунтов и так далее. В качестве иллюстрации на рисунке 1 приведён фотоснимок типичного участка размещения трубопровода в долине крупной реки (деформируемое русло и пойма, затопливаемая более чем на 7 м). Всё это и определило цель исследования – оценку влияния природных условий на аварийность производственных объектов нефтегазового комплекса Томской области.



Рисунок 1. Пойма протоки Пасол в Томской области (фото С.В. Паромова)

#### Методика исследования и исходные данные

В качестве объектов исследования выбраны территории размещения объектов обустройства ряда нефтяных и нефтегазоконденсатных месторождений на территории Томской области, расположенных в бассейнах рек Васюгана и Парабели (рисунок 2).

Методика исследования включает в себя:

1) сбор и обобщение опубликованных данных об отказах технических систем за 2006-2012 гг.;

2) анализ (геоинформационный и статистический) природно-техногенных условий формирования геостока в районах размещения объектов обустройства нефтяных и нефтегазоконденсатных месторождений, включающий:

- определение гидрографических характеристик (протяжённость водотоков в пределах месторождения, общая озёрность и заболоченность его террито-

рии, абсолютное и относительное распространение болот верхового, переходного и низинного типов);

- корреляционный анализ с учётом погрешности  $\delta_r$  определения коэффициентов корреляции  $r$ :

$$\delta_r \approx \frac{1-r^2}{\sqrt{N-1}} \quad (1)$$

где  $N$  – объём выборки; связь между характеристиками принимается с учётом уровня значимости около 5% при выполнении условия:

$$|r| \geq 2 \delta_r \quad (2)$$

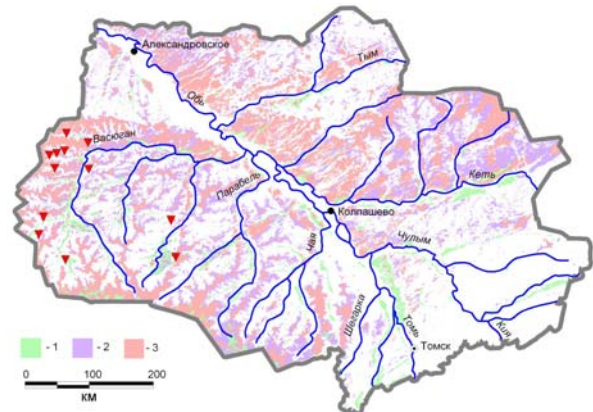


Рисунок 2. Карта торфяных болот [6] и схема размещения объектов исследования на территории Томской области (▼); тип болот: 1 – низинный 2 – переходный; 3 – верховой

При проведении геоинформационного анализа использовались: схема размещения минеральных ресурсов Томской области [11]; результаты дешифрирования космоснимков [1, 10]; карта торфяных месторождений Западной Сибири [6]; материалы мониторинга окружающей среды на территории Томской области [11, 14–20].

#### Результаты исследования и их обсуждение

Анализ полученных результатов показал, что практически все изученные объекты расположены на территории со средней заболоченностью более 40% (таблица 1), причём отмечается хорошо выраженная прямая связь между количеством отказов и долей низинных болот в общей заболоченности (таблица 2). Статистически значимая корреляция наблюдается также с общей площадью и периметром месторождения, протяжённостью водотоков в его пределах.

В течение года наибольшее количество отказов приурочено к январю и июню (рисунок 3). В первом случае этот факт можно сопоставить с причинами, связанными с нарушением технологической дисциплины [12], а во втором – с ухудшением состояния технических систем на спаде половодья, когда в наибольшей степени активизируются эрозионные процессы на фоне повышенного водного стока,

Таблица 1. Морфометрические и гидрографические характеристики объектов исследования

Номер место-рождения	Водосбор реки	Количество отказов за 2006–2012 гг.	$F_{oil}$ , км <sup>2</sup>	$P_{oil}$ , км	$P_{wc}$ , км	$F_p$ , км <sup>2</sup>	$F_{ob}$ , км <sup>2</sup>	$F_{mb}$ , км <sup>2</sup>	$F_{eb}$ , км <sup>2</sup>
1	Васюган	51	114,5	71,1	20,2	4,0	82,3	3,5	0,6
2	Васюган	33	52,2	31,1	8,3	2,3	16,2	7,0	0,0
3	Васюган	72	93,2	47,7	20,7	0,0	2,0	14,0	0,0
4	Васюган	187	174,5	112,3	29,6	7,5	95,5	15,3	0,0
5	Васюган	27	54,0	49,9	17,3	0,0	8,0	4,5	0,0
6	Васюган	6	10,6	19,5	1,9	0,5	0,8	3,4	0,0
7	Васюган	1	7,8	10,6	1,7	0,3	0,0	0,0	0,0
8	Васюган	7	85,3	70,5	13,5	0,7	30,5	12,3	4,4
9	Васюган	27	174,2	151,9	14,0	1,0	23,0	36,2	7,5
10	Васюган	149	338,9	138,6	19,5	0,8	62,0	26,0	56,0
11	Парабель	201	273,3	74,8	60,0	0,0	6,5	17,0	15,5
12	Парабель	32	24,0	26,0	0,0	2,0	23,4	0,0	0,0
Среднее		66	116,9	67,0	17,2	1,6	29,2	11,6	7,0
Минимум		1	7,8	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Максимум		201	338,9	151,9	60,0	7,5	95,5	36,2	56,0

Примечание:  $F_{oil}$  – площадь месторождения;  $P_{oil}$  – периметр месторождения;  
 $P_{wc}$  – протяжённость водотоков;  $F_p$  – площадь озёр;  $F_{ob}$  – площадь верховых болот;  
 $F_{mb}$  – площадь переходных болот;  $F_{eb}$  – площадь низинных болот.

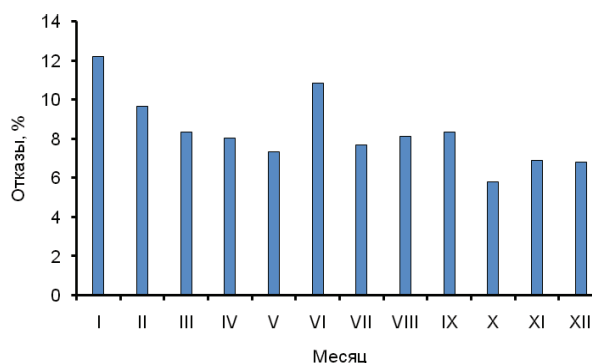
Таблица 2. Коэффициенты корреляции между количеством отказов (за 2006-2012 гг.), морфо- и гидрографическими характеристиками и погрешности их определения

Характеристика	Коэффициент корреляции $r$	Погрешность определения коэффициента корреляции $d_r$
Площадь месторождения $F_{oil}$ (км <sup>2</sup> )	<b>0,81</b>	0,10
Периметр месторождения $P_{oil}$ (км <sup>2</sup> )	<b>0,51</b>	0,22
Протяжённость водотоков в пределах месторождения $P_{wc}$ (км)	<b>0,83</b>	0,09
Площадь озёр $F_p$ (км <sup>2</sup> )	0,37	0,26
Площадь озёр $F_p$ (% от площади месторождения)	-0,26	0,28
Площадь верховых болот $F_{ob}$ (км <sup>2</sup> )	0,46	0,24
Площадь верховых болот $F_{ob}$ (%)	0,01	0,30
Площадь переходных болот $F_{mb}$ (км <sup>2</sup> )	0,41	0,25
Площадь переходных болот $F_{mb}$ (%)	-0,06	0,30
Площадь низинных болот $F_{eb}$ (км <sup>2</sup> )	<b>0,48</b>	0,23
Площадь низинных болот $F_{eb}$ (%)	<b>0,64</b>	0,18
Общая заболоченность территории место-рождения (% от площади месторождения)	-0,03	0,30
Отношение протяжённости водотоков к общей площади месторождения $P_{wc}/F_{oil}$ (1/км)	-0,03	0,30

Примечание: полужирным шрифтом выделены значения, удовлетворяющие условию (2).

неравномерного перераспределения твёрдого стока и ещё недостаточного развития растительного покрова. В настоящее время имеется ряд нормативных документов, регламентирующих расчёт русловых и береговых деформаций поверхностных водотоков и водоёмов [3, 13], но их использование на практике осложнено:

- 1) необходимостью проведения русловых съёмки в течение нескольких лет;
- 2) недостаточной проработкой вопросов определения деформаций заторфованных русел.



**Рисунок 3.** Внутригодовое распределение суммарного количества отказов технических систем по объектам ОАО «Томскнефть ВНК» за период с 2006 г. до 2012 г., % от годового количества

Дополнительным фактором усиления эрозионных и коррозионных процессов может быть неравномерное распределение водного стока по территории, обусловленное различиями в пропускной способности болотных (внутриболотных) и лесных экосистем. Так, математическое моделирование водного стока на болотах [8], основанное на результатах исследований К.Е. Иванова, С.М. Новикова и других авторов [2, 5], показало, что даже в отсутствие явного антропогенного воздействия на границе леса и болота накапливается до 68 мм/год. В районах размещения нефтегазодобывающих предприятий и объектов инфраструктуры этот эффект, как правило, только усиливается [9].

## Выводы

Установлена статистически значимая прямая связь между количеством отказов технических систем на двенадцати нефтяных и нефтегазоконденсатных месторождениях на территории Томской области, с одной стороны, общей площадью и периметром месторождений, протяжённостью водотоков и распространением низинных болот, с другой. Если связь с размерами месторождения объясняется общим увеличением сложности природно-техногенного комплекса, то значимая корреляция с другими показателями указывает на наличие методологических проблем в процессе проектирования, строительства и эксплуатации объектов обустройства нефтяных месторождений в Западной Сибири. С учётом этого можно предположить, что для уменьшения количества аварийных ситуаций в регионе целесообразно, во-первых, стремиться к уменьшению числа переходов через водные объекты, во-вторых – активизировать исследования с целью разработки новых методов оценки деформаций русел и берегов болотных рек и озёр, максимального, среднего и минимального водного и твёрдого стока с болот и внутри них, в-третьих – разработать новые способы укрепления дна и берегов болотных рек и озёр и мелиорации болотных систем.

**Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 13-05-98045 р\_сибирь\_а.**

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Березин А.Е., Базанов В.А., Савичев О.Г. Принципы разработки кадастра торфяных болот (на примере районов нефтедобычи Томской области) // Охрана природы: сб. статей / под ред. А.Е. Березина. Томск: Изд-во НТЛ, 2005. С. 13-26.

2 Болота Западной Сибири их строение и гидрологический режим / Государственный гидрологический институт; под ред. К. Е. Иванова; С. М. Новикова. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 447 с.

3 ВСН 163-83. Учет деформаций речных русел и берегов водоемов в зоне подводных переходов магистральных трубопроводов (нефтегазопроводов). Введ. 1985-01-01. М.: Госстрой СССР, 1985. 17 с.

4 ГОСТ 27.002 – 89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. Введ. 1990-07-01. М., 1990. 38 с.

5 Иванов К.Е. Водообмен в болотных ландшафтах. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 280 с.

6 Карта торфяных месторождений Западной Сибири масштаба 1:1000000:

Объяснительная записка/ под ред. Р.Г. Матухина. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. 33 с.

7 Определение факторов аварийности газоперекачивающих агрегатов на примере эксплуатации компрессорных станций Западно-Сибирского региона/ Парфенов А.В. [и др.] // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн./ УГНТУ. 2013 № 3. С. 374-385. Режим доступа: [http://www.ogbus.ru/authors/ParfenovAV/ParfenovAV\\_1.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/ParfenovAV/ParfenovAV_1.pdf).

8 Савичев О.Г., Бернатонис П.В., Бернатонис В.К. Гидрологическое обоснование хозяйственного освоения торфяных болот (на примере водосбора реки Ключ, Западная Сибирь) // Известия Томского политехнического университета. 2012. Т. 320, № 1. С. 155 – 162.

9 Савичев О.Г., Паромов С.В. Гидрологические аспекты образования болот в таежной зоне Западной Сибири // Известия Томского политехнического университета. 2014. Т. 324, № 1. С. 154-161.

10 Савичев О.Г., Скугарев А.А. Распространение и гидрохимические особенности болотного процесса на территории Томской области // Гидрогеология, инженерная геология и гидрогеоэкология: материалы науч. конф., посвящ. 75-летию

кафедры ГИГЭ Томского политехн. ун-та / под ред. С.Л. Шварцева. Томск: Изд-во НТЛ, 2005. С. 174-182.

11 Состояние геологической среды на территории Томской области в 2000 г. // Информационный бюллетень. Томск: ТЦ Томскгеомониторинг, 2001. Вып. 6. 180 с.

12 Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. Добыча нефти / под ред. Ш.К. Гиматудинова. М: Недра, 1983. 455с.

13 СТО ФГБУ «ГТИ» 52.08.31 – 2012. Добыча нерудных строительных материалов в водных объектах. Учет руслового процесса и рекомендации по проектированию и эксплуатации русловых карьеров. Введ. 2012-01-01. Спб., 2012. I. 140 с.

14 Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2006 году; гл. ред. А.М. Адам. Томск: «Графика», 2007. 148 с.

15 Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2007 году; гл. ред. А.М. Адам. Томск: «Графика», 2008. 148 с.

16 Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2008 году; гл. ред. А.М. Адам. Томск: изд-во «Оптimum», 2009. 144 с.

17 Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2009 году / Гл. ред. А.М. Адам. Департамент природн. ресурсов и охраны окружающ. среды Том. обл., ОГУ «Облкомприрода». Томск: Издательство «Оптimum», 2010. 164 с.

18 Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2010 году; гл. ред. А.М. Адам. Томск: «Графика ДТР», 2011. 144 с.

19 Экологический мониторинг: Доклад о состоянии окружающей среды Томской области в 2011 году; гл. ред. А.М. Адам. Томск: «Графика ДТР», 2012. 166 с.

20 Экологический мониторинг: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области; гл. ред. А. М. Адам. Томск: «Дельтаплан», 2013. 172 с.

## REFERENCES

1 Berezin A.E., Bazanov V.A., Savichev O.G. Printsipy razrabotki kadastra torfyanykh bolot (na primere rayonov nefte dobychi Tomskoy oblasti) // Okhrana prirody. Vyp.3: Sb.statey / pod red. A.E. Berezina. Tomsk: Izd-vo NTL, 2005. S. 13-26. [in Russian].

2 Bolota Zapadnoy Sibiri ikh stroenie i gidrologicheskii rezhim / Gosudarstvennyi gidrologicheskii institut; pod red. K. E. Ivanova; S. M. Novikova. L.: Gidrometeoizdat, 1976. 447 s. [in Russian].

3 VSN 163-83. Uchet deformatsiy rechnykh rusel i beregov vodoemov v zone podvodnykh perekhodov magistralnykh truboprovodov (neftegazoprovodov). Vved. 1985-01-01. M.: Gosstroy SSSR, 1985. 117 s. [in Russian].

4 GOST 27.002 - 89. Nadezhnost v tekhnike. Osnovnye ponyatiya. Terminy i opredeleniya. Vved. 1990-07-01. M., 1990. 38 s. [in Russian].

5 Ivanov K.E. Vodoobmen v bolotnykh landshaftakh. L.: Gidrometeoizdat, 1975. 280 s. [in Russian].

6 Karta torfyanykh mestorozhdeniy Zapadnoy Sibiri masshtaba 1:1000000: Ob yasnitel'naya zapiska/ pod red. R.G.Matukhina. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2000. 33 s. [in Russian].

7 Opredelenie faktorov avariynosti gazoperekachivayushchikh agregatov na primere eksploatatsii kompressornykh stantsiy zapadno-sibirskogo regiona / Parfenov A.V. [i dr.] // Neftegazovoe delo. 2013 № 03. С. 374-385. Rezhim dostupa: <[http://www.ogbus.ru/authors/ParfenovAV/ParfenovAV\\_1.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/ParfenovAV/ParfenovAV_1.pdf)>. [in Russian].

8 Savichev O.G., Bernatonis P.V., Bernatonis V.K. Gidrologicheskoe obosnovanie khozyaystvennogo osvoeniya torfyanykh bolot (na primere vodosbora reki Klyuch, Zapadnaya Sibir ) // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. 2012. T. 320. № 1. S. 155 - 162. [in Russian].

9 Savichev O.G., Paromov S.V. Gidrologicheskie aspekty obrazovaniya bolot v taehnoy zone Zapadnoy Sibiri // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. 2014. T. 324. № 1. S. 154-161. [in Russian].

10 Savichev O.G., Skugarev A.A. Rasprostraneniye i gidrokhimicheskie osobennosti bolotnogo protsessa na territorii Tomskoy oblasti // Gidrogeologiya, inzhenernaya geologiya i gidrogeokologiya: Mater. nauchn. konf., posvyashch. 75-letiyu kafedry GIGE Tomskogo politekhn. un-ta / pod red. C.L. SHvartseva. Tomsk: Izd-vo NTL, 2005. S. 174-182. [in Russian].

11 Sostoyaniye geologicheskoy sredy na territorii Tomskoy oblasti v 2000 g. // Informatsionnyy byulleten. Tomsk: TTS Tomskgeomonitring, 2001. Vyp. 6. 180 s. [in Russian].

12 Spravochnoe rukovodstvo po proektirovaniyu razrabotki i eksploatatsii neftyanykh mestorozhdeniy. Dobycha nefi / pod red. S.H.K. Gimatudinova. M: Nedra, 1983. 455s. [in Russian].

13 STO FGBU «GGI» 52.08.31 - 2012. Dobycha nerudnykh stroitelnykh materialov v vodnykh obektakh. Uchet ruslovogo protsessa i rekomendatsii po proektirovaniyu i eksploatatsii ruslovyykh karerov. - Vved. 2012-01-01. Spb., 2012. I. 140 s. [in Russian].

14 Ekologicheskii monitoring: Sostoyaniye okruzhayushchey sredy Tomskoy oblasti v 2006 godu / Gl. red. A.M. Adam. - Departament prirodn. resursov i okhrany okruzhayushch. sredy Tom. obl., OGU «Obkompriroda» Administratsii Tom.obl. Tomsk: «GrafiKa», 2007. 148 s. [in Russian].

15 Ekologicheskii monitoring: Sostoyaniye okruzhayushchey sredy Tomskoy oblasti v 2007 godu / Gl. red. A.M. Adam. - Departament prirodn. resursov i okhrany okruzhayushch. sredy Tom. obl., OGU «Obkompriroda» Administratsii Tom.obl. Tomsk: «GrafiKa», 2008. 148 s. [in Russian].

16 Ekologicheskii monitoring: Sostoyaniye okruzhayushchey sredy Tomskoy oblasti v 2008 godu / Gl. red. A.M. Adam. - Departament prirodn. resursov i okhrany okruzhayushch. sredy Tom. obl., OGU «Obkompriroda» Administratsii Tom.obl. - Tomsk: Izdatelstvo «Optimum», 2009. 144 s. [in Russian].

17 Ekologicheskii monitoring: Sostoyaniye okruzhayushchey sredy Tomskoy oblasti v 2009 godu / Gl. red. A.M. Adam. - Departament prirodn. resursov i okhrany

okruzhayushch. sredy Tom. obl., OGU «Obkompriroda». Tomsk: Izdatelstvo «Optimum», 2010. 164 s. [in Russian].

18 Ekologicheskii monitoring: Sostoyaniye okruzhayushchey sredy Tomskoy oblasti v 2010 godu / Gl. red. A.M. Adam. Departament prirodn. resursov i okhrany okruzhayushch. sredy Tom. obl., OGU «Obkompriroda». Tomsk: «GrafiKa DTP», 2011. 144 s. [in Russian].

19 Ekologicheskii monitoring: Doklad o sostoyanii okruzhayushchey sredy Tomskoy oblasti v 2011 godu / Gl. red. A.M. Adam. - Departament prirodn. resursov i okhrany okruzhayushch. sredy Tom. obl., OGBU «Obkompriroda». Tomsk: «GrafiKa DTP», 2012. 166 s. [in Russian].

20 Ekologicheskii monitoring: Doklad o sostoyanii i okhrane okruzhayushchey sredy Tomskoy oblasti / Glav. red. A. M. Adam. Departament prirodnykh resursov i okhrany okruzhayushchey sredy Tomskoy oblasti, OGBU «Obkompriroda», Tomsk : Deltaplan, 2013. 172 s. [in Russian].

*Савичев О. Г., д-р географ. наук, профессор кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии, ФГБОУ ВПО Томский политехнический университет, г. Томск, Российская Федерация*  
*O. G. Savichev, Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Chair Hydrogeology, Engineering Geology and Hydrogeologie, FSBEI HPE "National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, the Russian Federation*  
*E-mail: OSavichev@mail.ru*

*Иванова Е.В., студент группы 2ВМ10, кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии, ФГБОУ ВПО Томский политехнический университет, г. Томск, Российская Федерация*  
*E.V. Ivanova, student 2ВМ10 Group of the Chair Hydrogeology, Engineering Geology and Hydrogeologie, FSBEI HPE "National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, the Russian Federation*  
*E-mail: alena91@sibmail.com*

*Паромов С.В., аспирант кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии ФГБОУ ВПО Томский политехнический университет, гидролог ОАО «Волжский подводник», Томское управление подводно-технических работ, г. Томск, Российская Федерация*  
*S.V. Paromov, Postgraduate Student of the Chair Hydrogeology, Engineering Geology and Hydrogeologie, FSBEI HPE "National Research Tomsk Polytechnic University, a hydrologist of JSC "Volzhskiy podvodnik", Omsk Regional Center, Tomsk Management of Underwater Technical Works, Tomsk, the Russian Federation*  
*E-mail: ramondasilva@mail.ru*