



УДК 504.455.064(571.53)

## **Оценка антропогенного влияния на качество питьевой воды в Ершовском водозаборе**

А. В. Аргучинцева ([arg@math.isu.ru](mailto:arg@math.isu.ru))

Л. А. Минеева ([zippol@mail.ru](mailto:zippol@mail.ru))

С. А. Новикова ([novikovasveta41@mail.ru](mailto:novikovasveta41@mail.ru))

**Аннотация.** Рассматривается проблема загрязнения питьевой воды в Ершовском водозаборе. Проведен гидрохимический анализ отобранных проб снега на зимнем автодроме «Ерши» и вблизи водозабора до и после соревнований.

**Ключевые слова:** водозабор, питьевая вода, снежный покров, загрязнение, автотранспорт, гидрохимический анализ.

### **Введение**

Вода является основой жизни на нашей планете. От качества воды зависит качество жизни. Снабжение населения питьевой водой гарантированного качества является одним из первоочередных мероприятий в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе. Питьевая вода должна быть безопасной в эпидемиологическом отношении и безвредной по химическому составу. Источником водоснабжения городов Иркутска и Шелехова является Ершовский водозабор, расположенный на левом берегу приплотинного участка Иркутского водохранилища (рис. 1).

Город Иркутск по ряду параметров в оценке состояния окружающей среды стабильно занимает одно из первых мест по уровню загрязнения не только в Сибири, но и в Российской Федерации. Это объясняется высокой концентрацией промышленных предприятий в черте города, низким уровнем развития энергетического и коммунально-транспортного комплексов, а также переносом техногенных загрязнений Иркутско-Черемховской агломерации [3].

Бассейн Иркутского водохранилища, находящийся в центральной части Азиатского материка, включает в себя водосборы оз. Байкал и собственно водохранилища. Ершовский водозабор принадлежит муниципальному унитарному предприятию «Производственное управление водопроводно-канализационного хозяйства» (МУП ПУ ВКХ) г. Иркутска. Производительность водозабора составляет 355 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В настоящее время эти мощности используются полностью – 300 тыс. м<sup>3</sup>/сут. подается Иркутску и 55 тыс. м<sup>3</sup>/сут. г. Шелехову [3; 4].

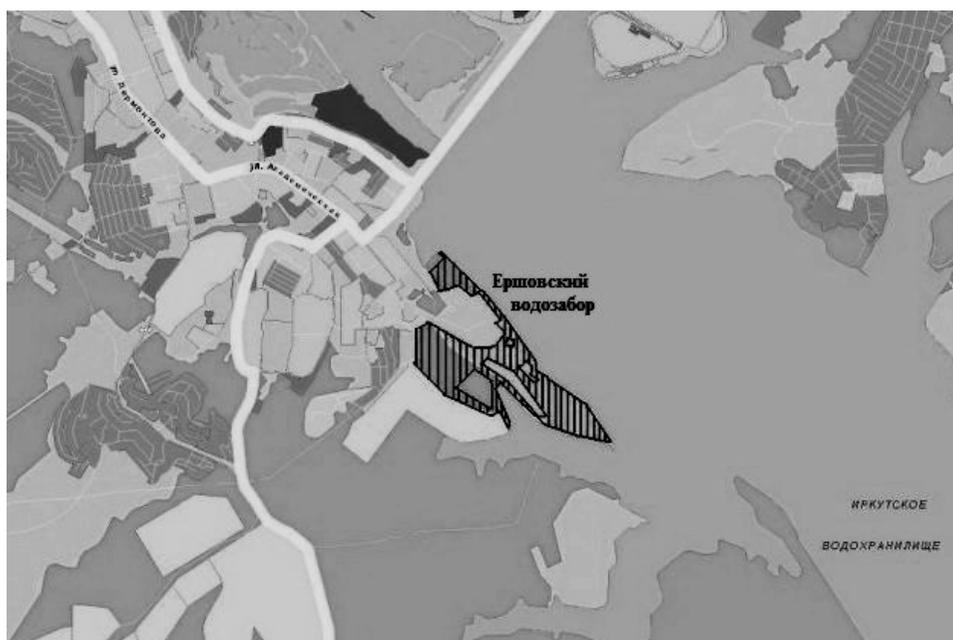


Рис. 1. Водоохранная зона Ершовского водозабора

В окрестностях Ершовского водозабора выделяют три пояса санитарной охраны. Первый пояс зоны (радиус не менее 100 м) санитарной охраны – зона строгого режима, на территории которой МУП ПУ ВКХ Иркутска осуществляет эксплуатацию водозаборного сооружения и должно обеспечивать соблюдение всех нормативных требований. Второй и третий поясы зон санитарной охраны – зоны режима ограничения [5].

Антропогенное вмешательство в гидросферу на урбанизированной территории выражается в сбрасывании сточных вод. Сточными называются воды, использованные на производственные и бытовые нужды, получившие при этом дополнительные примеси, изменившие их первоначальный состав, а также воды, стекающие с территории населенных мест и промышленных предприятий в результате таяния снега, выпадения атмосферных осадков или поливки улиц. Населенные пункты – главные, но не единственные источники загрязнения воды. Тяжелые металлы попадают со сточными водами в водоем из подводных свалок, путем переноса ветром при сжигании твердого и жидкого топлива, а также отходов при применении удобрений [6].

Во втором и третьем поясе зон санитарной охраны (зоны режима ограничения) не соблюдаются установленные действующим законодательством Российской Федерации требования по ограничению использования земель в пределах зон санитарной охраны: построены жилые микрорайоны, садоводства, дома отдыха, расширяются существующие садоводства, без необходимого благоустройства территории и инженерного обеспечения организованы пристани, где осуществляется стоянка маломерного флота, построены канализационные насосные станции, осуществляющие аварийные выпуски в

водоем, продолжают выпускать ливневой канализации, производится отвод земельных участков под индивидуальное жилищное строительство на берегах водохранилища [6; 8].

### Постановка проблемы

Необходимо отметить тот факт, что на автодроме Иркутского центра высшего водительского мастерства (ИЦВВМ) «Ерши» близ водозабора много лет подряд среди любителей проводятся зимние соревнования «Ледовый автокросс». В соревнованиях, широко рекламируемых в средствах массовой информации и в Интернете, любой желающий, чья машина отвечает требованиям техрегламента, может попробовать себя в качестве автогонщика и проявить мастерство в управлении автомобилем на льду.

В 2015 г. основные соревнования прошли 23 февраля (рис. 2), но этому событию предшествовали дни интенсивных тренировок. Участие приняли 143 машины. Вместе с автомобилями болельщиков и просто любопытных общее количество автотранспортных средств составляло около 500 единиц. Люди грелись в машинах, у костров, сжигая старые покрышки и разный мусор (см. рис. 2)

Автомобили участников были разделены на шесть классов: А1 – переднеприводные автомобили с нешипованными колесами (25 участников); А2 – переднеприводные автомобили с шипованными колесами (20); класс Z1 – заднеприводные автомобили с нешипованными колесами (19); Z2 – заднеприводные автомобили с шипованными колесами (13); W1 – полноприводные автомобили – с шипованными и нешипованными колесами (52); W2 – джипы и кроссоверы с массой более 1,5 т (14 участников). Соревнования проходили в несколько этапов: 21 февраля – тренировочные заезды; 22 февраля – отборочные заезды (отбирались восемь участников в каждом классе, показавших лучшие результаты); 23 февраля – финальные заезды.



Рис. 2. «Ледовый автокросс – 2015»

### Натурные обследования

Снежный покров является хорошим индикатором для выявления процессов загрязнения территории. Загрязненному снегу может быть присвоен IV класс опасности отходов, так как он перемешан с реагентами, механическими примесями. В составе такого снега могут быть тяжелые металлы, соли и другие загрязнители. Весной с тальми водами они попадут в водоем, что может отрицательно сказаться на качестве воды в водозаборе и, как следствие, на здоровье человека.

До начала интенсивных тренировок и соревнований (16 февраля) и после соревнований (24 февраля) мы отобрали 12 проб снега на участке зимнего автодрома «Ерши» с целью проведения дальнейшего гидрохимического анализа. Пять проб снега были отобраны до соревнований на автодроме, пять – после соревнований, одна проба – у водозабора и одна проба в качестве фоновой – в лесу. На рисунке 3 пунсоном красного цвета отмечены места отбора проб снега. Стрелками показан путь движения автотранспортных средств к автодрому и выезд с него. Следует обратить внимание на то, что обратный путь проложен вблизи водозабора на расстоянии примерно 50 м, что является недопустимым, поскольку границы первого пояса строгого режима, как уже говорилось, должны проходить на расстоянии 100 м во всех направлениях от водозабора [5].

Гидрохимический анализ снега проводился по следующим показателям: водородный показатель рН, содержание гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов, калия, кальция, магния, натрия (жесткость); содержание биогенных элементов (нитратов, нитритов, фосфатов, ионов аммоний, кремния), микроэлементов (железа и марганца), показатель окисляемости. Для этого были использованы следующие методы: титриметрический, фотометрический, потенциометрический (электрический), гравиметрический, колориметрический, меркурометрический.



Рис. 3. Зимний автодром Иркутского центра высшего водительского мастерства «Ерши»

На рисунках 4, 5 и 6 представлена талая вода отобранных проб снега, где отчетливо видно, что пробы до и после соревнований отличаются по мутности.



Рис. 4. Пробы снега до соревнований

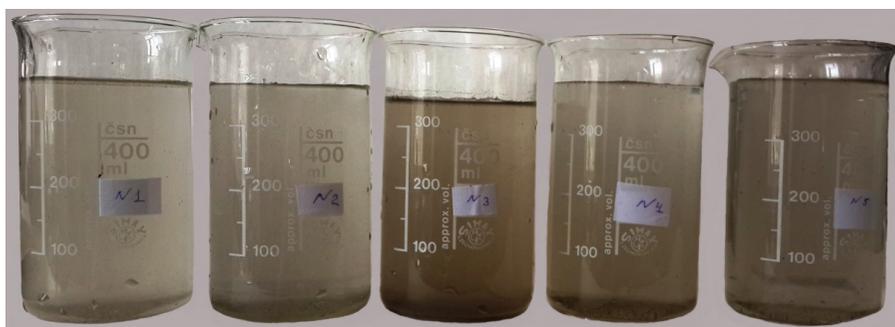


Рис. 5. Пробы снега после соревнований



Рис. 6. Пробы снега: фоновая (в лесу) – слева, у водозабора – справа

## Результаты исследования

Проанализировав полученные результаты химического состава снега, мы выявили большое содержание биогенных элементов: нитрат-иона, нитрит-иона, иона аммония, фосфат-иона в пробах снега второго отбора (после соревнований). Так, например, концентрации иона аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) в пробах

снега после соревнований превышают значения самого жесткого санитарно-гигиенического норматива [1] – предельно допустимую концентрацию в водных объектах, используемых для рыбохозяйственных целей – ПДК<sub>рх</sub> (рис. 7).

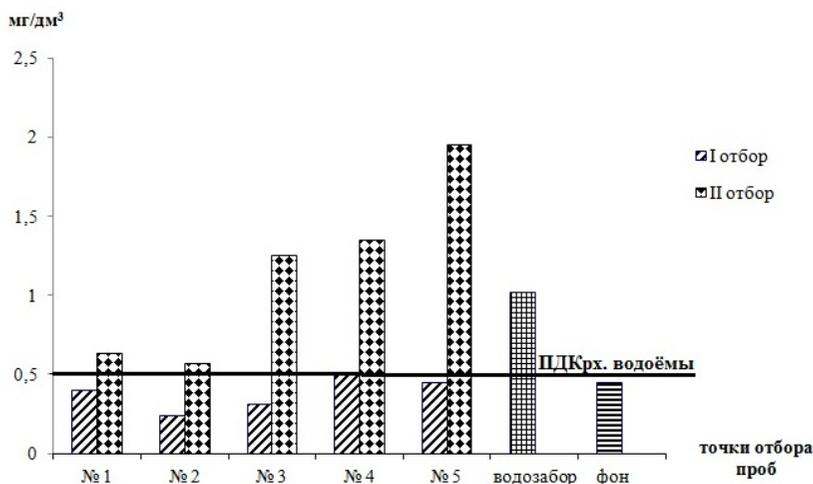


Рис. 7. Концентрации ионов аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) в пробах снега:

I отбор – до соревнований, II отбор – после соревнований

Концентрации нитрат-иона ( $\text{NO}_3^-$ ) не превышают значения ПДК<sub>рх</sub>, однако его содержание в снегу после соревнований преобладает по сравнению с пробами снега до соревнований. Нитрит-иона ( $\text{NO}_2^-$ ) значительно меньше, поскольку он окисляется до нитрат-иона. Все формы азота способны к взаимным превращениям. Повышенные концентрации иона аммония и нитрит-иона обычно указывает на свежее загрязнение, связанное с большим объемом выбросов автотранспорта, содержание нитрит-иона – на загрязнение в прошлом [4].

Фосфат-ион ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) обнаружен в количествах, не превышающих ПДК<sub>рх</sub>, во всех отборах снега, кроме точки 5 – после соревнований (рис. 8), где сконцентрировалось наибольшее количество машин. Избыток биогенных веществ приводит к эвтрофированию («цветению») водоема, что ежегодно в нарастающем темпе наблюдается в Ершовском заливе.

Анализ химического состава проб показал также, что содержание гидрокарбонат-иона преобладало в талом снегу и до соревнований; в пробах снега после соревнований было выявлено большое количество хлорид-иона. Необходимо отметить, что большое содержание хлорид-иона является нехарактерным для воды Иркутского водохранилища и может отрицательно повлиять на качество воды в водозаборе. Его содержание в пробах снега связано с тем, что хлориды входят в основу антигололедных смесей для покрытия автодорог и были привнесены в снег на колесах автомобилей во время соревнований.

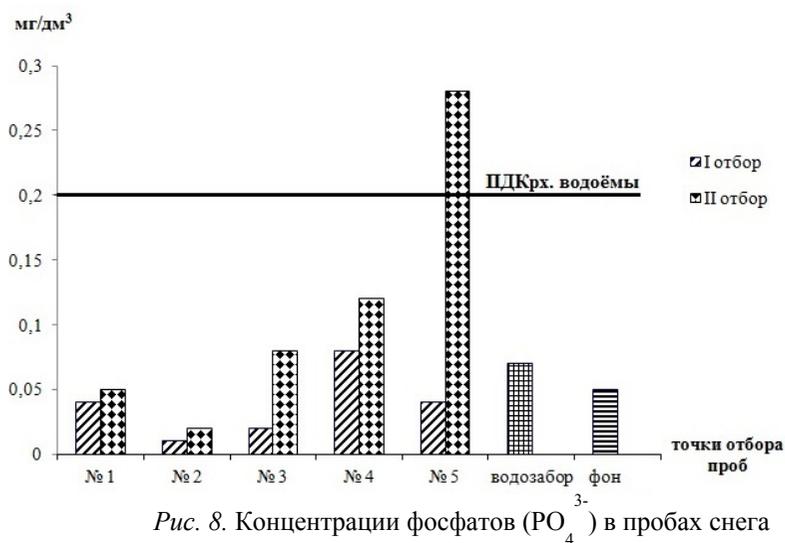


Рис. 8. Концентрации фосфатов ( $PO_4^{3-}$ ) в пробах снега

Кроме того, в пробах снега после соревнований были выявлены превышения ПДКрх по микроэлементам железа и марганца (рис. 9 и 10). Причем концентрации ионов железа превысили не только самый жесткий санитарно-гигиенический норматив ПДКрх, но и менее жесткий – предельно допустимую концентрацию для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – ПДКх-п.и к-б. (см. рис. 9) [1].

Водородный показатель pH характеризует талую воду по кислотно-основным свойствам. В кислых растворах величина  $pH < 7$ , в щелочных –  $pH > 7$ , в нейтральных –  $pH = 7$ . Талая вода во всех пробах имеет различный водородный показатель pH в разное время отбора проб, что объясняется состоянием воздушной среды над автодромом. Реакция pH талого снега первого отбора проб (до соревнований) неодинакова и характеризует снег как переходный от слабокислого к нейтральному ( $pH = 6,8-7$ ) [1]. Снег у водозабора и второго отбора проб (после соревнований) имеет pH от нейтрального до слабощелочного ( $7-7,4$ ), что соответствует диапазону ПДК для вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.

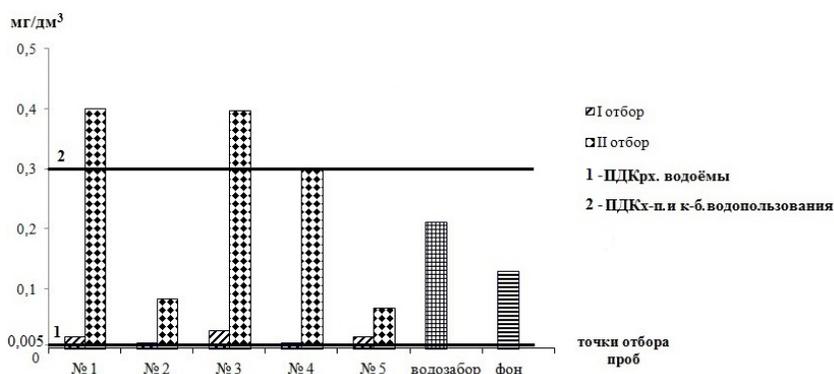


Рис. 9. Концентрации ионов железа ( $Fe^{3+}$ ) в пробах снега

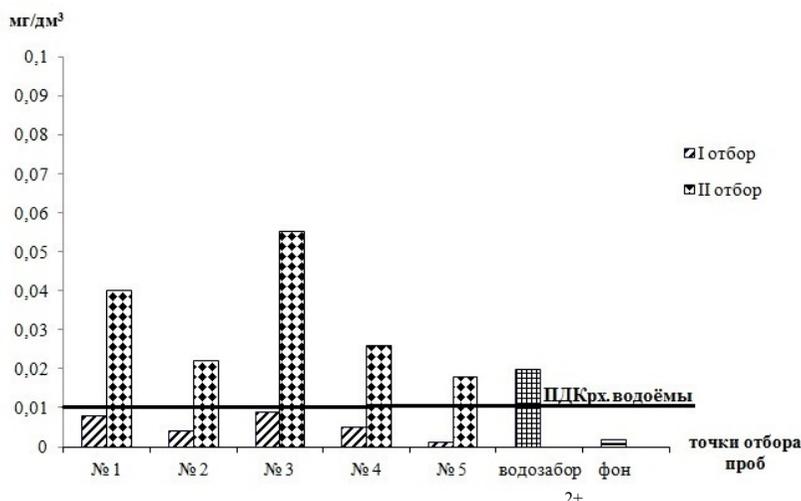


Рис. 10. Концентрации ионов марганца ( $Mn^{2+}$ ) в пробах снега

Анализ полученных результатов химического состава снега позволил установить, что в снегу второго отбора проб содержится большое количество нефтепродуктов, в снегу первого отбора проб нефтепродукты не обнаружены. Результаты анализа проб снега на содержание в них нефтепродуктов (бензина, дизельного топлива, керосина) до соревнований представлены на рис. 11, после соревнований – на рис. 12.



Рис. 11. Содержание нефтепродуктов в пробах снега до соревнований

В таблице 1 представлена динамика данных по превышениям концентраций загрязняющих веществ во втором отборе проб (после соревнований) по сравнению с первым (до соревнований).



Рис. 12. Содержание нефтепродуктов в пробах снега после соревнований

Таблица 1

Увеличение (в разы) концентраций загрязняющих веществ  
во втором отборе проб по отношению к первому

№ пробы	Нефтепродукты	Cl <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Si	Fe <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
1	<b>20,0</b>	3,8	1,3	1,7	1,1	1,1	4,8	20,0	5,0
2	<b>50,0</b>	2,7	<b>10,0</b>	1,7	1,5	2,4	3,0	8,3	5,5
3	<b>10,0</b>	<b>11,0</b>	4,0	1,5	2,7	4,0	<b>27,5</b>	<b>13,2</b>	6,1
4	<b>15,0</b>	7,4	1,5	2,5	1,2	2,7	<b>112,5</b>	<b>30,0</b>	5,2
5	<b>20,0</b>	3,2	7,0	3,0	1,7	4,3	5,5	3,4	<b>18,0</b>

Жирным шрифтом (см. табл. 1) выделены результаты превышения концентраций в отборах проб после соревнований не менее чем в 10 раз. Кроме влияния выбросов автотранспортных средств во время подобных мероприятий, на территории зон санитарной охраны повсеместно образуются несанкционированные свалки, являющиеся показателем низкой культуры населения (рис. 13). Следует отметить, что и после официальных соревнований еще долгое время продолжались любителями автогонок несанкционированные тренировки. Естественно, что представленная нами ситуация еще более усложнилась.



Рис. 13. Несанкционированные свалки на территории, входящей в зону санитарной охраны второго пояса

## Заключение

Таким образом, несоблюдение режимных мероприятий на территории зон санитарной охраны ведет к загрязнению источника водоснабжения городов Иркутска и Шелехова и опасности несоответствия в источнике качества воды требованиям нормативных документов, что может привести к невозможности использования воды на хозяйственно-питьевые нужды.

Как известно, одним из методов борьбы с повышенным содержанием загрязняющих веществ в питьевой воде является усиленное хлорирование воды. Однако хлор обладает высокой токсичностью. Избыточное его содержание в человеческом организме вызывает различные заболевания: рак желудка, печени, сухость кожи, разрушение структуры волос (они начинают больше выпадать, становятся ломкими, тусклыми, безжизненными), раздражение слизистой оболочки глаз.

Подобные мероприятия необходимо проводить в специально отведенных для этого местах, а не рядом с водозабором в водоохранной зоне. Это не единственный случай проведения таких соревнований. Помимо ледовых автокроссов в Ершовском заливе, зимние автопробеги ежегодно проводят и по льду Байкала.

Разрешая проведение таких соревнований в подобных местах, мы собственноручно создаем проблемы, лишая себя качественной питьевой воды.

Реализация природоохранных мероприятий в границах зон санитарной охраны Ершовского водозабора приведет к обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения г. Иркутска.

## Список литературы

1. Водородный показатель [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.alhimikov.net>.
2. Гигиенические нормативы химических веществ в окружающей среде / под ред. Ю. А. Рахманина, В. В. Семеновой. – СПб. : Профессионал, 2007. – 766 с.
3. ГОСТ 2761-84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора.
4. Зоны санитарной охраны источника водоснабжения г. Иркутска (Ершовский водозабор) : рабочий проект. Раздел «Оценка воздействия на окружающую среду». – Иркутск : Иркут. ин-т Гипрокоммунводоканал, 2009. – 52 с.
5. Молчанова Я. П. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / Я. П. Молчанова, Е. А. Зайка, Э. И. Бабкина. – М. : ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. – 192 с.
6. СанПиН 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.
7. СанПиН 2.1.1074-01. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест.
8. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения : федер. закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ (в ред. от 28.09.2010 № 243-ФЗ).

## Assessment of Anthropogenic Impact on the Quality of Drinking Water in Water Intake of Ershovsky

A. V. Arguchintseva, L. A. Mineeva, S. A. Novikova

**Abstract.** The article is devoted to the problem of water pollution due to emissions of pollutants from transport in Ershovsky water intake. The hydrochemical analysis of selected samples of snow were carried out before and after the competitions on winter automobile racetrack “Ershi” which is located near water intake.

**Keywords:** water intake, potable water, snow cover, pollution, auto transport, hydrochemical analysis.

*Аргучинцева Алла Вячеславовна*  
доктор технических наук, профессор  
Иркутский государственный университет  
664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
тел.: (3952) 42-56-84

*Arguchintseva Alla Vyacheslavovna*  
Doctor of Sciences (Technics), Professor  
Irkutsk State University  
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003  
tel.: (3952) 42-56-84

*Минева Людмила Александровна*  
кандидат химических наук, доцент  
Иркутский государственный университет  
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
тел.: (3952) 42-58-44

*Mineeva Lyudmila Alexandrovna*  
Doctor of Sciences (Chemistry)  
Associate Professor  
Irkutsk State University  
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003  
tel.: (3952) 42-58-44

*Новикова Светлана Александровна*  
аспирант, преподаватель  
Иркутский государственный университет  
664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
тел.: (3952) 42-58-44

*Novikova Svetlana Alexandrovna*  
Postgraduate, Lecturer  
Irkutsk State University  
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003  
tel.: (3952) 42-58-44