

© Шувалова О.П., Иванова Е.С., Комов В.Т., 2018

УДК 546.49:612.1

ВЛИЯНИЕ НАКОПЛЕНИЯ РТУТИ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ЖЕНЩИН РЕПРОДУКТИВНОГО ВОЗРАСТА

О.П. Шувалова¹, Е.С. Иванова¹, В.Т. Комов²¹ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет», пр-т Луначарского, 5, г. Череповец, Вологодская обл., 162600, Россия²ФГБУН «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина» Российской академии наук, п. Борок, 109, Некоузский р-н, Ярославская обл., Россия

Представлены результаты исследований, касающиеся изменений клинико-лабораторных показателей крови и наличия ртути в волосах у женщин репродуктивного возраста (от 18 до 44 лет). При накоплении ртути в волосах выше уровня 0,5 мг/кг наблюдается статистически значимое ($p \leq 0,05$) увеличение мочевой кислоты и креатинкиназы в сыворотке крови, а также уменьшение числа тромбоцитов в периферической крови.

Ключевые слова: ртуть, волосы, репродуктивный возраст, биохимические показатели сыворотки крови, гематологические показатели крови.

O.P. Shuvalova, E.S. Ivanova, V.T. Komov □ **INFLUENCE OF MERCURY ACCUMULATION ON THE HEALTH STATUS OF REPRODUCTIVE AGE WOMEN** □ Cherepovets State University, 5, Avenue Lunacharskogo, Vologodskaya oblast, Cherepovets, 162600, Russia; Papanin Institute for Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences, poselok Borok, 109, Nekouzskii raion, Yaroslavskaia oblast, Russia.

We presented scientific findings concerning changes of the clinical and laboratory blood indicators and the presence of mercury in hair of reproductive age women (from 18 to 44 years). With the accumulation mercury level above 0,5 mg/kg in hair, we take a closer look at statistically significant ($p \leq 0,05$) increase in uric acid and creatine kinase in blood serum, as well as platelet count reduction in the peripheral blood.

Key words: mercury, hair, reproductive age, biochemical indicators of blood serum, hematological blood indicators.

Среди антропогенных факторов, воздействующих на живые организмы, ртуть занимает особое место. Наиболее известными примерами токсического действия ртути стали случаи массовых отравлений жителей Японии (бухта Минамата) и Ирака [4, 11, 20]. Угроза загрязнения ртутью экосистем привела к принятию Конвенции Минамата (*Minamata Convention on Mercury*), направленной на защиту здоровья людей и окружающей среды от антропогенных выбросов и высвобождений ртути и ее соединений [16].

Ранее было установлено, что при отравлении ртутью чаще всего поражаются нервная, сердечно-сосудистая, костно-мышечная, пищеварительная, мочеполовая системы [14, 25, 27]. У женщин хроническое отравление ртутью вызывает нарушение менструального цикла, увеличивает процент выкидышей и преждевременных родов [21].

Интоксикация организма ртутью приводит к нарушению клеточного метаболизма, обменных процессов, ингибированию синтеза ферментов, а также увеличению доли перекисного и свободнорадикального окисления. Отрицательное действие ртути частично объясняется блокированием ферментов антиоксидантной системы [10, 13]. Следует отметить, что ртуть может вызывать как апоптоз, так и некроз клеток [3, 19].

Рыба и морепродукты – основной источник поступления металла в организм человека [20]. Наиболее удобным маркером накопления ртути в организме являются волосы [15]. Содержание ртути в волосах коррелирует с частотой употребления рыбы [17, 22].

На территории Вологодской области расположены крупные промышленные предприятия, которые могут быть источниками поступления ртути в окружающую среду. За последние десятилетия неоднократно регистрировали высокие концентрации ртути в мышцах окуня из озер, расположенных в области [8, 11].

В России закономерности накопления и распределения ртути в живых организмах, включая человека, изучены недостаточно. Отсутствие в мировой практике системного подхода к определению воздействия малых доз ртути, стандартизации клинических изменений затрудняет своевременное выявление нарушений здоровья населения, проведение профилактических мероприятий.

Цель работы – изучить пределы накопления ртути в волосах и распределение наиболее часто определяемых биохимических и гематологических показателей крови у женщин репродуктивного возраста Вологодской области.

Материалы и методы. Объектом исследования явились женщины Вологодской области. В условиях медицинского центра «Родник» было обследовано 70 женщин в возрасте от 18 до 44 лет. Следует отметить, что кровь от всех обследуемых женщин была исследована по всем показателям согласно полному списку. Обследование женщин проводилось с их информированного согласия в соответствии с принципами этики Всемирной медицинской Ассоциации (*Хельсинкская декларация*) для экспериментов с участием человека [5, 26].

Отбор проб для анализа. Прядь волос отбиралась с затылочной части головы по всей длине

на расстоянии не более 1–2 мм от кожи. Масса волос была не менее 0,1 г. Для анализа оставляли часть волос длиной 3–5 см от корневой части. Пробы помещали в бумажные конверты [7]. В зоне конверта, где располагался корневой конец пряди, делали надпись «корень». Конверт прикреплялся к анкете участника обследования.

Определение ртути в биологическом материале (волосы) проводили на базе лаборатории биохимии кафедры биологии ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет» с помощью ртутного анализатора РА-915М с пиролизической приставкой ПИРО-915+ (Льюэкс, Россия) атомно-абсорбционным методом холодного пара без предварительной химической пробоподготовки (верхняя граница диапазона измерений 5 мг/кг). Навеску пробы (от 10 до 50 мг) помещали в кварцевую ложечку-дозатор. Включали интегрирование аналитического сигнала и ложечку-дозатор вводили в приставку «ПИР-915+». После возвращения аналитического сигнала на базовую линию (в течение 1–2 минут) интегрирование завершали. Внутренний контроль качества аналитических методов измерения проводили с использованием сертифицированного биологического материала DORM-2 (Институт химии окружающей среды, Оттава, Канада) [12].

Исследования на определение биохимических и гематологических показателей крови проводились в клинко-диагностической лаборатории МЦ «Родник» города Череповца.

Для определения биохимических показателей метаболизма и гематологических исследований отбирали кровь из локтевой вены после 12-часового голодания. В свежих образцах сыворотки крови с помощью стандартных тест-наборов фирмы «Диакон» на биохимическом анализаторе *Furuno-CA 270* (Япония) определяли следующие показатели: общий холестерин (*Cholesterol DiaS*); аланинаминотрансферазу (АЛТ) (*ALAT (GPT) DiaS*); аспаратамино-трансферазу (АСТ) (*ASAT (GOT) DiaS*); креатинин ферментативный (*Creatinine PAP FS*); общий билирубин (*Bilirubin Auto Total DiaS*); мочевую кислоту (*Uric acid DiaS TOOS*); мочевины (*Urea DiaS*); триглицериды (*Triglycerides DiaS*); креатинкиназу (*CK-NAC DiaS*). В цельной крови с помощью автоматического гематологического анализатора *Mindray BC-3000 Plus* (Китай) определяли лейкоциты, эритроциты, тромбоциты.

Внутренний контроль качества результатов анализов проводили с помощью измерения калибровочных и контрольных материалов:

– для биохимии – контрольные сыворотки «Норма» (*TruLab N*) и «Патология» (*TruLab P*) (*DiaSys*, Германия); мультикалибратор *TruCal U* (*DiaSys*, Германия);

– для гематологии – гематологический контроль (контрольная кровь) *CBC-3D* (*R&D Systems*, США); гематологический калибратор *CBC-CAL Plus* (*R&D Systems*, США).

Если уровень ртути в волосах ниже 6,0 мг/кг (по наиболее строгим нормативам ЕРА, США, ниже 1,0 мг/кг) сухого веса, такое состояние расценивается как уровень отсутствия наблюдаемых эффектов [18]. Для более детального анализа биохимические и гематологи-

ческие показатели крови группировались в соответствии с содержанием ртути в волосах:

- 1 группа – ниже 0,5 мг/кг;
- 2 группа – выше 0,5 мг/кг.

Результаты представляли в виде средних значений и их ошибок ($x \pm mx$). Достоверность различий оценивали, используя метод дисперсионного анализа (ANOVA, LSD-тест) при уровне значимости $p \leq 0,05$ [23].

Результаты исследования. Содержание ртути в волосах у женщин варьировало от 0,011 до 1,754 мг/кг. По литературным данным, фоновым уровнем ртути в волосах принимают показатель 0,5–1,0 мг/кг, биологически допустимый уровень – 5 мг/кг [16]. Группа с концентрацией ртути ниже 0,5 мг/кг составила 77 % исследуемых. Встречаемость лиц с показателями ртути, превышающими 0,5 мг/кг, составила 22 %.

Средние значения биохимических и гематологических показателей у женщин репродуктивного возраста находились в пределах нормы (таблица).

Установлено, что при увеличении накопления ртути в волосах наблюдается статистически значимая ($p \leq 0,05$) динамика некоторых биохимических и гематологических показателей крови (таблица).

Было отмечено увеличение содержания мочевой кислоты, креатинкиназы в сыворотке крови и снижение числа тромбоцитов в периферической крови. По другим биохимическим и гематологическим показателям крови достоверных различий не выявлено.

Повышение креатинкиназы, возможно, обусловлено увеличением синтеза фермента под действием металла, накопленного в организме. Креатинкиназа – это фермент, который катализирует обратимую реакцию переноса остатка фосфорной кислоты с АТФ на гуанидиновую группу креатина с образованием АДФ и креатинфосфата. Фермент имеет большое клиническое значение в диагностике различных патологических состояний, поскольку необходим для обеспечения энергией мышечных сокращений, немышечных форм подвижности, транспорта ионов через мембраны и других процессов, применяется в ранней диагностике инфаркта миокарда, имеет в активном центре – SH-группы [1, 6]. Ионы ртути связываются с сульфгидрильными (–SH) группами белковых молекул, что, вероятно, приводит к нарушению их конформации и инактивации ферментативной активности [9]. Таким образом, нарушение ферментативной активности креатинкиназы под действием ионов ртути ведет к увеличению синтеза фермента.

Мочевая кислота является конечным продуктом катаболизма пуринов и важным антиоксидантом [24]. Повышение уровня мочевой кислоты у женщин с концентрацией ртути в волосах выше 0,5 мг/кг может свидетельствовать об активации антиоксидантной защиты. Действие тяжелых металлов активирует в живых организмах универсальный механизм защиты, действующий в условиях стрессовой реакции, который запускает ряд процессов для лучшей адаптации к неблагоприятным условиям, включая оксидативный стресс [9]. Такой механизм был показан на млекопитающих [2].

Таблица. Сравнительная характеристика лабораторных данных по концентрации ртути в волосах у женщин репродуктивного возраста Вологодской области (по данным 2016–2017 гг.)
Table. Comparative characteristics of laboratory data on the concentration of mercury in the hair of reproductive age women in the Vologda region (according to the data of 2016–2017)

Показатели	Референсные значения	Значения показателей по группам содержания ртути	
		концентрация ртути ниже 0,5 мг/кг	концентрация ртути выше 0,5 мг/кг
Холестерин, ммМ/л	2,00–5,20	n = 52 $4,068 \pm 0,098^a$ 2,45 – 5,91	n = 15 $4,136 \pm 0,238^a$ 2,45 – 6,23
Триглицериды, ммМ/л	0,40–2,30	n = 51 $0,784 \pm 0,058^a$ 0,27 – 2,23	n = 15 $0,649 \pm 0,071^a$ 0,22 – 1,27
АЛТ, Ед/л	0,0–31,0	n = 52 $15,794 \pm 2,382^a$ 4,2 – 114,6	n = 15 $12,293 \pm 1,088^a$ 5,8 – 22,4
АСТ, Ед/л	0,0–31,0	n = 52 $24,121 \pm 4,118^a$ 12,0 – 222,6	n = 15 $17,826 \pm 0,959^a$ 12,5 – 26,7
Общий билирубин, мкМ/л	1,7–21,0	n = 52 $12,859 \pm 1,245^a$ 4,5 – 51,9	n = 15 $10,153 \pm 0,892^a$ 3,2 – 16,9
Креатинин, мкМ/л	45,0–84,0	n = 52 $64,265 \pm 1,089^a$ 47,2 – 79,3	n = 15 $65,700 \pm 2,802^a$ 49,0 – 88,8
<u>Мочевая кислота, мкМ/л</u>	137–363	n = 52 $236,904 \pm 7,697^a$ 125,0 – 375,0	n = 15 $273,333 \pm 18,599^b$ 190,0 – 411,0
Мочевина, ммМ/л	2,60–6,70	n = 52 $3,644 \pm 0,122^a$ 1,64 – 5,84	n = 15 $3,938 \pm 0,210^a$ 2,74 – 5,75
<u>Креатинкиназа, Ед/л</u>	0–145	n = 49 $83,387 \pm 5,045^a$ 33,0 – 206,0	n = 15 $126,2 \pm 23,152^b$ 57,0 – 412,0
Эритроциты, $10^{12}/л$	3,9–4,7	n = 54 $4,214 \pm 0,046^a$ 3,55 – 4,85	n = 16 $4,232 \pm 0,060^a$ 3,78 – 4,64
Лейкоциты, $10^9/л$	4,0–9,0	n = 54 $6,309 \pm 0,210^a$ 3,5 – 11,9	n = 16 $6,393 \pm 0,369^a$ 4,5 – 9,1
<u>Тромбоциты, $10^9/л$</u>	180,0–320,0	n = 54 $257,63 \pm 7,309^b$ 135,0 – 392,0	n = 16 $209,5 \pm 11,726^a$ 139,0 – 336,0

Примечание. Над чертой приведены средние значения и их ошибки ($x \pm mx$), под чертой – минимальные и максимальные значения показателя; *a*, *b* – значения с разными буквенными надстрочными индексами достоверно различаются по показателям между группами накопления ртути в волосах, при уровне значимости $p \leq 0,05$ (ANOVA-тест).

Note. Above the line are the mean values and their errors ($x \pm mx$) below the line the minimum and maximum values of the indicator; *a*, *b* – values with different alphabetic superscripts significantly differ in indicators between groups of mercury accumulation in hair significantly, at a significance level of $p \leq 0,05$ (ANOVA-test)

Основной функцией тромбоцитов является обеспечение процесса свертывания крови [6]. Тенденцию к снижению числа тромбоцитов в периферической крови трудно интерпретировать.

Выводы:

1. В волосах женщин репродуктивного возраста Вологодской области не выявлено критически высокого содержания ртути.

2. Клинико-лабораторные данные позволяют отметить увеличение мочевой кислоты, креатинкиназы в сыворотке крови и уменьшение числа тромбоцитов в периферической крови при накоплении ртути в волосах выше 0,5 мг/кг, что может свидетельствовать о реакции организма на поступление металла.

ЛИТЕРАТУРА

(п. 17–27 см. References)

- Алексеев В.В., Алипов А.И., Андреев В.А. и др. Медицинские лабораторные технологии: руководство по клинической лабораторной диагностике / Под ред. А.И. Карпищенко. Т. 2. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. 792 с.
- Антонова Е.П., Илюха В.А., Комов В.Т. и др. Содержание ртути и антиоксидантная система у насекомых (insectivora, mammalia) и грызунов (rodentia, mammalia) различного экогенеза // Поволжский экологический журнал. 2016. № 4. С. 371–380.
- Арефьева А.С., Барыгина В.В., Зацепина О.В. и др. Современные представления о влиянии соединений ртути на клеточном и системном уровне (обзор) // Экология человека. 2010. № 8. С. 35–41.
- Вейнберг Джек Ртутное загрязнение – введение в проблему для НПО: [перевод с английского]. Международная сеть по ликвидации СОЗ (IPEN). 2010. 154 с.

5. Глашев А.А. Медицинское право: Практическое руководство для юристов и медиков. М.: Волтерс Клувер, 2004. 202 с.
6. Ингерлейб М.Б. Медицинские анализы. Ростов н/Д: Феникс, 2013. 224 с.
7. Калиновская М.В., Ларионова Т.К., Каримова Л.К. и др. Состояние здоровья населения в связи с состоянием природной среды и условиями проживания населения. Использование биологических маркеров для оценки загрязнения среды обитания металлами в системе социально-гигиенического мониторинга: МУ 2.1.10.2809–10. М: Федеральный центр гигиены эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 24 с.
8. Комов В.Т., Степанова И.К., Гремячих В.А. Содержание ртути в мышцах рыб из водоемов Северо-Запада России: Причины интенсивного накопления и оценка негативного эффекта на состояние здоровья людей // Актуальные проблемы водной токсикологии. Борок: ИБВ РАН, 2004. С. 99–123.
9. Кудяева И.В., Маснавиева Л.Б., Бударина Л.А. и др. Ответная реакция системы антиоксидантных хелаторов у работающих в динамике хронической экспозиции промышленными токсикантами // Acta biomedica scientifica. 2013. № 3 (91). С. 22–26.
10. Немова Н.Н. Биохимические эффекты накопления ртути у рыб. М.: Наука, 2004. 285 с.
11. Немова Н.Н., Лысенко Л.А., Мещерякова О.В. и др. Ртуть в рыбах: биохимическая индикация // Биосфера. 2014. Т. 6. № 2. С. 176–186.
12. Низовцев А.Н. Определение ртути в волосах человека на анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО-915+ // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. 2012. № 1. С. 27–29.
13. Савченков М.Ф., Рукавишников В.С., Ефимова Н.В. Ртуть в окружающей среде и ее влияние на здоровье населения (на примере Байкальского региона) // Сибирский медицинский журнал. 2010. № 8. С. 9–11.
14. Созаева Т.А., Лещанкина Н.Ю., Усанова А.А. Анализ поражения сердечно-сосудистой системы при хронической профессиональной ртутной интоксикации // Вестник Мордовского университета. 2013. № 1–2. С. 71–75.
15. Ташир Ю.Г. О возможности использования волос в качестве биоиндикатора загрязнения окружающей среды ртутью // Вестник Тюменского государственного университета. 2013. № 12. С. 158–164.
16. Минаматская конвенция о ртути. Текст и приложения: [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.mercuryconvention.org/Portals/11/documents/Booklets/Minamata%20Convention%20on%20Mercury_booklet_Russian.pdf (дата обращения: 28.07.2017).
17. Komov V.T., Stepanova I.K., Gremyachikh V.A. Soderzhanie rtuti v myshtsakh ryb iz vodoemov Severo-Zapada Rossii: Prichiny intensivnogo nakopleniya i otsenka negativnogo effekta na sostoyanie zdorov'ya lyudei [The content of mercury in the muscles of fish from the reservoirs of the North-West of Russia: Causes of intensive accumulation and assessment of the negative effect on people's health]. *Aktual'nye problemy vodnoi toksikologii*. Bork: IBV RAN Publ., 2004, pp. 99–123. (In Russ.)
18. Kudaeva I.V., Masnavieva L.B., Budarina L.A. et al. Otvetnaya reaktiya sistemy antioksidantnykh khelatorov u rabotayushchikh v dinamike khronicheskoi ekspozitsii promyshlennymi toksikantami [The response of the antioxidant chelator system in industrial toxicants working in the dynamics of chronic exposure]. *Acta biomedica scientifica*, 2013, no. 3 (91), pp. 22–26. (In Russ.)
19. Nemova N.N. Biokhimeskie efekty nakopleniya rtuti u ryb [Biochemical effects of mercury accumulation in fish]. Moscow: Nauka Publ., 2004, 285 p. (In Russ.)
20. Nemova N.N., Lysenko L.A., Meshcheryakova O.V. et al. Rtut' v rybakh: biokhimeskaya indikatsiya [Mercury in fish: a biochemical indication]. *Biosfera*, 2014, vol. 6, no. 2, pp. 176–186. (In Russ.)
21. Nizovtsev A.N. Opredelenie rtuti v volosakh cheloveka na analizatore RA-915+ s pristavkoi PIRO-915+ [Mercury determination in human hair on the analyzer RA-915 + with the prefix PIRO-915 +]. *Vestnik Instituta biologii Komi NTs UrO RAN*, 2012, no. 1, pp. 27–29. (In Russ.)
22. Savchenkov M.F., Rukavishnikov V.S., Efimova N.V. Rtut' v okruzhayushchei srede i ee vliyaniye na zdorov'e naseleniya (na primere Baikalskogo regiona) [Mercury in the environment and its impact on public health (in the example of the Baikal region)]. *Sibirskii meditsinskii zhurnal*, 2010, no. 8, pp. 9–11. (In Russ.)
23. Sozaeva T.A., Leshchankina N.Yu., Usanova A.A. Analiz porazheniya serdечно-sosudistoi sistemy pri khronicheskoi professional'noi rtutnoy intoksikatsii [Analysis of the cardiovascular system lesion in chronic occupational mercury intoxication]. *Vestnik Morдовского университета*, 2013, no. 1–2, pp. 71–75. (In Russ.)
24. Tashir Yu.G. O vozmozhnosti ispol'zovaniya volos v kachestve bioindikatora zagryazneniya okruzhayushchei sredy rtyut'yu [On the possibility of using hair as a bioindicator of environmental pollution with mercury]. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2013, no. 12, pp. 158–164. (In Russ.)
25. Minamatskaya konventsiya o rtuti. Tekst i prilozheniya [Minamata Convention on mercury. Text and annexes]. Available at: http://www.mercuryconvention.org/Portals/11/documents/Booklets/Minamata%20Convention%20on%20Mercury_booklet_Russian.pdf (accessed: 28.07.2017). (In Russ.)
26. Gibb H., K., O'Leary G., Sarkar S.K. et al. Hair mercury concentrations in residents of Sundarban and Calcutta, India. *Environmental Research*. 2016, vol. 150, pp. 616–621.
27. Grandjean P., Grandjean P., Budtz-Jørgensen E. Total imprecision of exposure biomarkers: implications for calculating exposure limits. *Am. J. Ind. Med.* 2007, vol. 50, pp. 712–719.
28. Kim S.H., Sharma R.P. et al. Mercury – induced apoptosis and necrosis in murine macrophages: role of calcium – induced reactive oxygen species and p38 mitogen-activated protein kinase signaling. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2004, vol. 196, no. 1, pp. 47–57.
29. Liu G., Cai Y., O'Driscoll N. et al. Environmental chemistry and toxicology of mercury. Hoboken: John Wiley and Sons, Inc., 2012, 596 p.
30. Rice K.M., Walker E.M., Miaocong W. et al. Environmental Mercury and Its Toxic Effects. *Journal of Preventive Medicine & Public Health*. 2014, vol. 47, pp. 74–83.
31. Shah A.Q., Kazi T.G., Afridi H.I. et al. A population assessment of mercury exposure from two cities of Pakistan with respect to freshwater and marine fish consumption. *Toxicology and Industrial Health*. 2016, Vol. 32 (6), pp. 1033–1041.
32. Sokal R.R., Rohlf F.J. et al. Biometry. The principals and practice of statistics in biological research. NY: W.H. Freeman and Co, 1995, 887 p.
33. Spitsin S.V., Scott G.S., Mikheeva T. et al. Comparison of uric acid and ascorbic acid in protection against EAE. *Free radical biology & Medicine*. 2002, vol. 33, no. 10, pp. 1363–1371.
34. Van Wijngaarden E., Thurston S. W., Myers G. J. et al. Methyl mercury exposure and neurodevelopmental outcomes in the Seychelles Child Development Study Main cohort at age 22 and 24 years. *Neurotoxicology and Teratology*. 2017, vol. 59, pp. 35–42.
35. Williams J.R. Medical Ethics Manual. 3rd edition. Ferney – Voltaire: World Medical Association, 2015. 134 p.
36. Ziola-Frankowska A., Dąbrowski M., Kubaszewski L. et al. An analysis of factors affecting the mercury content in the human femoral bone. *Environmental Science and Pollution Research*. 2017, vol. 24, pp. 547–557.

REFERENCES

1. Alekseev V.V., Alipov A.I., Andreev V.A. et al. Meditsinskie laboratornye tekhnologii: rukovodstvo po klinicheskoi laboratornoi diagnostike [Medical Laboratory Technologies: manual to Clinical Laboratory Diagnostics]. In: A.I. Karpishchenko ed. Moscow: GEOTAR-Media Publ., 2013, vol. 2, 792 p. (In Russ.)
2. Antonova E.P., Ilyukha V.A., Komov V.T. et al. Soderzhanie rtuti i antioksidantnaya sistema u nasekomoyadnykh (insectivora, mammalia) i gryzunov (rodentia, mammalia) razlichnogo ekologena [Mercury content and insectivorous (insectivora, mammalia) and rodents (rodentia, mammalia) antioxidant system of various ecogeneses]. *Povolzhskii ekologicheskii zhurnal*, 2016, no. 4, pp. 371–380. (In Russ.)
3. Arefeva A.S., Barygina V.V., Zatssepina O.V. et al. Sovremennye predstavleniya o vliyaniy soedinenii rtuti na kletochnom i sistemnom urovne (obzor) [Current views on the effects of mercury compounds at the cellular and systemic levels (review)]. *Ekologiya cheloveka*, 2010, no. 8, pp. 35–41. (In Russ.)
4. Veinberg Dzhek Rtutnoye zagryaznenie – vvedenie v problemu dlya NPO: (perevod s angliiskogo) [Mercury pollution – an introduction to the problem for NGOs: (translation from English)]. *Mezhdunarodnaya set' po likvidatsii SOZ (IPEN)*, 2010, 154 p. (In Russ.)
5. Glashev A.A. Meditsinskoe pravo: Prakticheskoe rukovodstvo dlya yuristov i medikov [Medical law: practical manual for lawyers and medical professionals]. Moscow: Volters Kluver Publ., 2004, 202 p. (In Russ.)
6. Ingerleib M.B. Meditsinskie analizy [Medical tests]. Rostov on Don: Feniks Publ., 2013, 224 p. (In Russ.)
7. Kalinovskaya M.V., Lariionova T.K., Karimova L.K. et al. Sostoyaniye zdorov'ya naseleniya v svyazi s sostoyaniem prirodnoi sredy i usloviyami prozhivaniya naseleniya. Ispol'zovanie biologicheskikh markerov dlya otsenki zagryazneniya sredy obitaniya metallami v sisteme sotsial'no – gigenicheskogo monitoringa: MU 2.1.10.2809–10. [The state of public health in connection with the state of the environment and living conditions of the population. The use of biological markers for the assessment of environmental pollution by metals in the system of social and hygienic monitoring: MU 2.1.10.2809–10]. Moscow: Federal'nyi tsentr gigeny epidemiologii Rospotrebнадзора Publ., 2011, 24 p. (In Russ.)

Контактная информация:

Шувалова Олеся Петровна, аспирант кафедры биологии ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет»
e-mail: shuvalova2807@gmail.com

Contact information:

Shuvalova Olesya, Graduate student of department of biology «Cherepovets state university»
e-mail: shuvalova2807@gmail.com