

- pochvakh. – М.: Izd-vo AN SSSR, 1957. – 341 s.
3. Beus A.A. Geokhimiya litosfery. – М.: Mysl', 176. – 141 s.
4. Dobritskaya Yu.I. Nekotorye zakonomernosti rasprostraneniya vanadiya v raznykh tipakh pochv // Pochvovedenie. – 1972. – № 9. – S. 51-61.
5. Akhtyrtsev B.P., Akhtyrtsev A.B. Tya-zhelye metally i radionuklidy v gidromorfnykh pochvakh Russkoy ravniny i ikh profil'noe raspredelenie // Pochvovedenie. – 1999. – № 4. – S. 435-444.
6. Sudnitsin I.I., Kurenina I.I., Frontas'eva M.V., Pavlov S.S. Khimicheskiy sostav pochv g. Moskva i g. Dubna // Agrokhimiya. – 2009. – № 7. – S. 66-70.
7. Edlin M.G., Miloslavskaya O.A. Povedenie galliya i vanadiya v lateritnykh korakh vyvetrивaniya Gvinei, razvitykh po razlichnym iskhodnym porodam // Geokhimiya. – 1996. – № 2. – S. 134-138.
8. Ivanov V.V. Ekologicheskaya geokhimiya elementov. – М.: Ekologiya, 1996. – 190 s.
9. Dobrovolskiy V.V. Osnovy biogeokhimii. – М.: Vysshaya shkola, 1998. – 413 s.
10. Soderzhanie i formy mikroelementov v pochvakh / pod red. N.G. Zyrina. – М.: Izd-vo MGU, 1979. – 387 s.



УДК 504.06:631.41:550.42

А.В. Пузанов, С.Н. Балыкин, А.Н. Савеленок
A.V. Puzanov, S.N. Balykin, A.N. Savelenok

**К ОЦЕНКЕ ВОЗМОЖНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПУСКА РН СОЮЗ-2.1А
 С КОСМОДРОМА «ВОСТОЧНЫЙ»
 НА СВОЙСТВА И ЭЛЕМЕНТНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ РП 985**

**EVALUATION OF POSSIBLE IMPACT OF SPACE CARRIER VEHICLE SOYUZ-2.1A
 LAUNCHING FROM "VOSTOCHNY" SPACE PORT
 ON SOIL PROPERTIES AND CHEMICAL COMPOSITION AT RP 985 IMPACT AREA**

Ключевые слова: район падения, ракета-носитель, экологическая оценка, почвы, микроэлементы, нитраты, нитриты.

Сотрудниками Института водных и экологических проблем СО РАН совместно со специалистами центра эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры выполнен комплекс мероприятий по экологическому сопровождению пуска на космодроме и в районах падения ОЧ РН Союз-2.1а, в том числе в РП 985. Исследованы поверхностные горизонты (0-5 см) мерзлотно-таежных и болотных почв. Гранулометрический состав их легко- и среднесуглинистый, реже – супесчаный и тяжелосуглинистый. Реакция почвенного раствора меняется в диапазоне от 4,1 до 6,8 единиц рН. Обилие органики различной степени разложения обуславливает высокие значения емкости катионного обмена (до 115,2 мг-экв/100 г почвы) и общего азота (до 8,35%). Высокие значения концентраций нитратов (85,4 мг/кг) и нитритов (4,8 мг/кг) обнаружены только в пробе, извлеченной из-под фрагмента торового бака, что связано, скорее всего, со свежим (вероятно, прошлогодним) пироженным воздействием на месте его обнаружения. Большинство почв характеризуются пониженным содержанием калия, кальция и никеля. В единичных точках отмечены повышенные концентрации марганца, цинка и кадмия. В целом, химический состав и свойства поверхностных горизонтов почв в РП 985 соответствуют природно-климатическим условиям регио-

на и отражают фоновую ландшафтно-геохимическую обстановку, характерную для незагрязненных территорий. Негативное воздействие падающих фрагментов РН Союз 2.1а, связанное с механическим повреждением поверхности почв и возможным привнесением соединений тяжелых металлов (особенно, кадмия), имеет локальный характер и не несет угроз для нормального функционирования природных комплексов и здоровья человека.

Keywords: impact area, space carrier vehicle, ecological evaluation, soils, trace elements, nitrates, nitrites.

The researchers of the Institute for Water and Environmental Problems of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences jointly with the specialists of the Operation Center of Ground-Based Space Infrastructure Facilities implemented the program of ecological support of space carrier vehicle launch at the space port and in the impact areas of the Soyuz-2.1a separated parts including RP 985 impact area. Soil surface horizons (0-5 cm) in permafrost-taiga and marshy soils were investigated. The soils are of light and medium loamy, rarely of sandy-loam and heavy-loam, particle-size composition. Soil solution reaction (pH) varies in the range from 4.1 to 6.8. The abundance of organic matter of various decomposition stages determines high values of cation exchange capacity (up to 115.2 mg-eq per 100 g of soil) and total nitrogen (up to 8.35%). High concentrations of

nitrates (85.4 mg kg) and nitrites (4.8 mg kg) have been detected only in the sample taken from under a fragment of toroidal tank that is more likely related with a fresh (probably last year's) pyrogenic impact on the site of its detection. Most soils contain low concentrations of potassium, calcium and nickel. Increased concentrations of manganese, zinc and cadmium were found in singular sites. In general, the chemical composition and properties of soil surface horizons at RP 985 impact area correspond to the

natural and climatic conditions of the region and are within the background of landscape-geochemical environment typical for clean areas. Negative impact of fallen fragments of the space carrier vehicle Soyuz 2.1 induced by mechanical damage to soil cover and probable introduction of heavy metals (particularly cadmium) is of local character and does not threaten normal functioning of natural systems and human health.

Пузанов Александр Васильевич, д.б.н., проф., врио директора, Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул. Тел.: (3852) 66-60-55. E-mail: puzanov@iwep.ru.

Балькин Сергей Николаевич, к.б.н., с.н.с., Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул. Тел.: (3852) 66-65-16. E-mail: balykins@rambler.ru.

Савеленок Александр Николаевич, гл. специалист, Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры, г. Москва. Тел.: (495) 631-8289. E-mail: himik30004@gmail.com.

Puzanov Aleksandr Vasilyevich, Dr. Bio. Sci., Prof., Acting Director, Institute for Water and Environmental Problems, Sib. Branch of Rus. Acad. of Sci., Barnaul. Ph.: (3852) 66-64-45. E-mail: puzanov@iwep.ru.

Balykin Sergey Nikolayevich, Cand. Bio. Sci., Senior Staff Scientist, Institute for Water and Environmental Problems, Sib. Branch of Rus. Acad. of Sci., Barnaul. E-mail: Balykins@rambler.ru.

Savelenok Aleksandr Nikolayevich, Chief Specialist, Operation Center of Ground-Based Space Infrastructure Facilities, Moscow. Ph.: (495) 631-8289. E-mail: himik30004@gmail.com.

Введение

Один из главных принципов космической деятельности, определенный в Федеральном законе «О космической деятельности», – обеспечение безопасности и охраны окружающей среды [1]. В связи с этим проведение экологического мониторинга в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей (РП ОЧРН) является неотъемлемой частью комплекса наземных услуг, технологически обусловленных и неразрывно связанных с выполнением работ, необходимых для обеспечения запусков космических аппаратов [2]. Запуск РН Союз-2.1а с космодрома «Восточный», состоявшийся 28 апреля 2016 г., не стал исключением. Сотрудниками Института водных и экологических проблем СО РАН совместно со специалистами центра эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры выполнен комплекс мероприятий по экологическому сопровождению пуска на космодроме и в районах падения ОЧ РН Союз-2.1а, в том числе в РП 985.

Район падения № 985 расположен на Центрально-Якутской равнине, которая состоит из двух геоморфологических элементов – Лено-Вилюйской низменности и окружающей ее с севера, запада и юга Привильюйской эрозионно-денудационной равнины. В зональном отношении территория располагается на стыке северо- и среднетаежной подзон.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являются поверхностные горизонты (0-5 см) почв РП 985 и сопредельных территорий, представленных преимущественно мерзлотно-таежными и болотными типами.

Показатели свойств почв определены в ИВЭП СО РАН по методикам: рН – ГОСТ 26423-85, органический углерод – ГОСТ 23740-79, емкость катионного обмена (ЕКО) – ГОСТ 17.4.4.01-84, нитрит-ион – ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.51-08, нитрат-ион – ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.67-10, общий азот – ГОСТ 26107-84, валовое содержание Mn, Zn, Ni, Cd – ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.36-02, Al, K, Li – ПНД Ф 16.1:2.3.11-98.

Результаты и их обсуждение

Исследуемая территория характеризуется микрокомплексностью почвенного покрова [3], что находит отражение в значительной вариабельности его свойств и химического состава. Гранулометрический состав поверхностных горизонтов в большинстве проб легко- и среднесуглинистый, реже – супесчаный и тяжелосуглинистый. Реакция почвенного раствора меняется в диапазоне от 4,1 до 6,8 единиц рН, соответственно, от кислой до близкой к нейтральной, что свойственно почвам данной почвенно-климатической зоны, не подверженным ярко выраженному техногенному влиянию [4]. Так как поверхностные горизонты исследуемых почв содержат много слаборазложившегося органического

вещества и часто оторфованы [5], то высокие значения емкости катионного обмена (до 115,2 мг-экв/100 г почвы) и общего азота (до 8,35%) вполне закономерны. Экосистемы холодных биомов характеризуются достаточно высоким содержанием азота, большая часть которого (до 95%) сосредоточена в составе слабогумифицированного органического вещества почвы, что связано с низкой среднегодовой температурой, низким значением pH почв и высокой влажностью, ограничивающими процессы гумификации и минерализации. В то же время одной из характерных черт биологического круговорота N в экосистемах холодного климата является очень низкая концентрация в почве минерального азота [6], что подтверждается результатами наших исследований. Максимальные значения концентраций как нитратов (85,4 мг/кг), так и нитритов (4,8 мг/кг) обнаружены в пробе, извлеченной из-под фрагмента торового бака (точка № 14), что связано, скорее всего, с пирогенным фактором и активизацией микробиологических процессов трансформации органического вещества почв на месте гари [7]. Известно, что зола, помимо зольных элементов (Si, Ca, Mg, K, P, Mn и пр.) и ряда микроэлементов, содержит в значительном количестве (иногда более 2000 мг/кг) минеральный азот, главным образом в форме окислов [8]. Существенно низкие концентрации нитратов в фоновой (относительно точки № 14) точке (№ 14/1) обусловлены их нахождением на различной стадии постпирогенного восстановления ценозов, а также неоднородностью величины деструктивного воздействия пирогенного фактора.

Валовое содержание калия в образцах почв на площадках обнаружения фрагментов в РП 985 варьирует в широких пределах (338-1845 мг/кг). Минимальные значения его концентрации отмечены, как и следовало ожидать, в органогенном образце мерзлотно-болотной почвы (точка № 16). Вообще, для почв исследуемого района характерно низкое содержание калия в поверхностных горизонтах. Возможно, это связано с преобладанием в их составе минералов группы слюд и каолинита [9], катионы поглощенные которыми обладают большей подвижностью. При промывном водном режиме и кислой реакции среды происходят обменные замещения поглощенного калия на водородные ионы и вытеснение его в почвенный раствор [10]. Савич В.И. с соавторами [11] также отмечают

вынос калия и кальция из верхнего слоя мерзлотных почв.

Подтверждением тому служит низкий уровень содержания кальция (210-1026 мг/кг) в почвах РП 985. У магния коэффициент водной миграции, в сравнении с кальцием, меньше в два раза [12], что объясняет его относительное накопление в поверхностном слое исследованных почв.

Содержание алюминия в образцах почв РП 985 варьирует в пределах от 1496 до 12811 мг/кг. Он относится к элементам слабого и очень слабого биологического захвата [13], накапливается в глинистых фракциях [14], поэтому минимальные его концентрации обнаружены в органогенных образцах (точка № 16 – 1496 мг/кг) и почвах супесчаного гранулометрического состава с разительным преобладанием фракции мелкого песка (точка № 14/1 – 4057 мг/кг).

Содержание никеля в почвах РП 985 составляет 4-24 мг/кг. А. Кабата-Пендиас [15] приводит среднее содержание никеля в почвах – 20 мг/кг, по данным А.П. Виноградова – до 40 мг/кг [16], в почвах Западной Сибири – 42 мг/кг [17]. В мерзлотных почвах Центрально-Якутской провинции среднее содержание никеля составляет (мг/кг): таежные палевые – 19,7; дерновые карбонатные – 29,4; боровые песчаные – 17,5; лугово-черноземные – 28,6; лугово-болотные – 37,1 [18]. Таким образом, поверхностные горизонты исследуемых почв характеризуются пониженным уровнем содержания никеля.

Валовые концентрации кадмия в почвах РП 985 преимущественно варьируют в диапазоне от 0,12 до 0,32 мг/кг. И только в поверхностных горизонтах точек № 14 и 1 (постоянная мониторинговая точка) содержание кадмия существенно выше (0,6 и 0,5 мг/кг соответственно). В первом случае это может быть обусловлено поступлением кадмия с золой после пирогенного воздействия в числе других зольных элементов (относительно фона – точки № 14/1, здесь отмечено увеличение концентрации и остальных исследуемых металлов), во втором – влиянием поемного процесса (почва развивается на прирусловом вале), сопровождающегося периодическим поступлением аллювиального материала и особенностями поведения кадмия в почвах, характеризующих его как органофила и манганофила, накапливающегося на органогенных и марганцевых барьерах [19, 20].

Заметно отличается по уровню концентрации кадмия образец почвы на месте падения фрагмента двигательной установки (точка № 12). В почвенной пробе «воронки» (глубина отбора 10-15 см) его содержание составляет 5 ± 1 мг/кг, что более чем в два раза выше Российских ОДК (2 мг/кг). Для достоверного утверждения, что является источником столь высоких валовых концентраций кадмия, имеющихся материалов пока недостаточно. Не исключается вероятное воздействие упавшего фрагмента.

Повышенный уровень содержания марганца (2343 ± 398 мг/кг) в мониторинговой точке № 1 может служить фактором, определяющим накопление кадмия в поверхностном горизонте исследуемой почвы. Благоприятные гидротермические условия (хорошая дренируемость и большая глубина сезонного протаивания профиля) прируслового участка реки Тюнг обеспечивают более высокую интенсивность биологического круговорота веществ и активного биогенного накопления марганца. При этом источником поступления этого элемента является речной аллювий. Известно, что Mn не ассоциируется с алюмосиликатами, а концентрируется в виде крупных частиц оксидов в песчано-пылевой фракции почв [21], которая и преобладает в исследуемой почве. В остальных пробах содержание марганца разительно ниже и варьирует от 123 до 446 мг/кг, что соответствует содержанию этого элемента в почвах Центрально-Якутской провинции [18].

Концентрации лития в почвах РП 985 составляют 1-19 мг/кг. Такое варьирование связано прежде всего с неоднородностью почвенного покрова исследуемой территории по гранулометрическому составу и содержанию органического вещества. Различия по уровню содержания элемента в почвах из-под фрагментов и фоновых незначительны.

Интервал содержания цинка в почвах РП 985 составляет от 23 до 106 мг/кг, преимущественно соответствуя уровню, характерному для мерзлотных почв Центрально-Якутской провинции [18]. Исключением является почва мониторинговой площадки № 1. Здесь выявлено максимальное содержание цинка в слое 0-3 см. Цинк относится к элементам интенсивного и среднего биологического накопления [22]. Также известно, что цинк прочно фиксируется оксидами марганца [23]. Характерны осаждение его в виде сульфидов и комплексы с органическим веществом [20]. В

остальных точках содержание элемента в почвах под фрагментами и в фоновых отличается незначительно и не превышает ПДК.

Заключение

Химический состав и свойства поверхностных горизонтов почв в РП 985 соответствуют природно-климатическим условиям региона и отражают фоновую ландшафтно-геохимическую обстановку, характерную для незагрязненных территорий.

Высокая вариабельность значений исследуемых показателей обусловлена во многом естественными факторами (геоморфология, различный минералогический и гранулометрический составы почв, разные гидротермические условия, интенсивность и направленность биогеохимических процессов, воздействие пирогенного фактора).

Негативное воздействие падающих фрагментов РН Союз 2.1а, связанное с механическим повреждением поверхности почв и возможным привнесением соединений тяжелых металлов (особенно, кадмия), имеет локальный характер и не несет угрозы для нормального функционирования природных комплексов и здоровья человека.

Библиографический список

1. Кондратьев А.Д., Касимов Н.С., Кречетов П.П., Королева Т.В., Черницова О.В., Шарапова А.В. Экологическая безопасность ракетно-космической деятельности. – М.: Изд-во «Спутник +», 2015. – 280 с.
2. Кондратьев А.Д., Королева Т.В., Ефременков А.А., Шарапова А.В., Двуреченская Е.Б. Совершенствование системы экологического мониторинга районов падения отделяющихся частей ракет-носителей // Мир науки, культуры, образования. – 2012. – № 6 (37) – С. 482-486.
3. Пестерев А.П. Структура почвенного покрова Западной Якутии. // Наука и образование. – 2013. – № 2. – С. 60-65.
4. Дягилева А.Г. Устойчивость к химическому загрязнению криоземов западной Якутии: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Улан-Удэ, 2015. – 23 с.
5. Иванова Т.И. Структура и динамика активности микробных сообществ мерзлотных почв центральной и южной Якутии: дис. ... канд. биол. наук. – Якутск, 2006. – 158 с.
6. Маслов М.Н. Углерод, азот и фосфор в тундровых экосистемах северной Фенноскандии: дис. ... канд. биол. наук. – М., 2015. – 234 с.
7. Тарасов П.А., Михно А.С., Сизина А.Ф. Оценка пирогенного влияния на

почвы ленточных боров алтая // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 1. – С. 26-30.

8. Арефьева З.Н. Влияние огня на азотный режим дерново-подзолистых почв сосновых лесов Зауралья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Свердловск, 1964. – 28 с.

9. Васильева Т.И., Чевычелов А.П. Минералогический состав основных типов почв центральной Якутии // Вестник Томского государственного университета. – 2010. – Вып. 330. – С. 176-178.

10. Середина В.П. Геохимические особенности поведения калия в почвах // Вестник Том. гос. ун-та. – Биология. – 2007. – № 1. – С 106-118.

11. Савич В.И., Скрябина Д.С., Норовсүрэн Ж. Влияние криогенеза на генезис и плодородие мерзлотных и мерзлотно-таежных почв // Известия ТСХА. – 2015. – Вып. 2 – С. 5-14.

12. Добровольский В.В. Геохимическое земледование. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2008. – 207 с.

13. Перельман А.И. Геохимия. – М.: Высшая школа, 1989. – 528 с.

14. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. – М.: Недра, 1994. – Кн. 2. – 142 с.

15. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 425 с.

16. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. – М.: Недра, 1996. – Кн. 4. – 206 с.

17. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 277 с.

18. Сазонов Н.Н. Микроэлементы в мерзлотных экосистемах и их значение в использовании биологических ресурсов Якутии: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М., 2000. – 41 с.

19. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. – М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008. – 86 с.

20. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые и сверхтяжелые металлы и металлоиды в загрязненных почвах. – М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2009. – 96 с.

21. Водяницкий Ю.Н. Изучение тяжелых металлов в почвах. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2005. – 109 с.

22. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: Астрей-2000, 1999. – 768 с.

23. Manceau A., Lanson B., Schlegel M.L., Harge J.C., Musso M., Eybert-Berard L., Hazemann J.-L., Chateigner D., Lamble G.M. Quantitative Zn speciation in smelter-contaminated soils by EXAFS spectroscopy // American J. Sci. – 2000. – Vol. 300. – P. 289-343.

References

1. Kondrat'ev A.D. Ekologicheskaya bezopasnost' raketno-kosmicheskoy deyatel'nosti / A.D. Kondrat'ev, N.S. Kasimov, P.P. Krechetov, T.V. Koroleva, O.V. Chernitsova, A.V. Sharapova – M.: Izd-vo «Sputnik +», 2015. – 280 s.

2. Kondrat'ev A.D., Koroleva T.V., Efremkov A.A., Sharapova A.V., Dvurechenskaya E.B. Sovershenstvovanie sistemy ekologicheskogo monitoringa rayonov padeniya otdelyayushchikhsya chastey raketnositeley // Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya. – 2012. – № 6 (37) – S. 482-486.

3. Pesterev A.P. Struktura pochvennogo pokrova Zapadnoy Yakutii // Nauka i obrazovanie. – 2013. – № 2. – S. 60-65.

4. Dyagileva A.G. Ustoychivost' k khimicheskomu zagryazneniyu kriozemov zapadnoy Yakutii: avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. – Ulan-Ude, 2015. – 23 s.

5. Ivanova T.I. Struktura i dinamika aktivnosti mikrobykh soobshchestv merzlotnykh pochv tsentral'noy i yuzhnoy Yakutii: diss. ... kand. biol. nauk. – Yakutsk, 2006. – 158 s.

6. Maslov M.N. Uglerod, azot i fosfor v tundrovnykh ekosistemakh Severnoy Fennoskandii: diss. ... kand. biol. nauk. – M., 2015. – 234 s.

7. Tarasov P.A., Mikhno A.S., Sizina A.F. Otsenka pirogennoy vliyaniya na pochvy lentochnykh borov Altaya // Vestnik KrasGAU. – 2011. – №1. – S. 26-30.

8. Aref'eva Z.N. Vliyanie ognya na azotnyy rezhim dernovo-podzolistykh pochv sosnovykh lesov Zaural'ya: avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. – Sverdlovsk, 1964. – 28 s.

9. Vasil'eva T.I., Chevychelov A.P. Mineralogicheskij sostav osnovnykh tipov pochv tsentral'noy Yakutii // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2010. – Vyp. 330. – S. 176-178.

10. Seredina V.P. Geokhimicheskie osobennosti povedeniya kaliya v pochvakh // Vestn. Tom. gos. un-ta. Biologiya. – 2007. – № 1. – S 106-118.

11. Savich V.I., Skryabina D.S., Norovsuren Zh. Vliyanie kriogeneza na genezis i

plodorodie merzlotnykh i merzlotno-taezhnykh pochv // Izvestiya TSKhA. – 2015. – Вып. 2. – С. 5-14.

12. Dobrovolskiy V.V. Geokhimicheskoe zemlevedenie. – М.: Gumanitar. izd. tsentr VLADOS, 2008. – 207 s.

13. Perel'man A.I. Geokhimiya. – М.: Vysshaya shkola, 1989. – 528 s.

14. Ivanov V.V. Ekologicheskaya geokhimiya elementov. – М.: Nedra, 1994. – Kn. 2. – 142 s.

15. Kabata-Pendias A., Pendias Kh. Mikroelementy v pochvakh i rasteniyakh. – Per. s angl. – М.: Mir, 1989. – 425 s.

16. Ivanov V.V. Ekologicheskaya geokhimiya elementov. – М.: Nedra, 1996. – Kn. 4. – 206 s.

17. Syso A.I. Zakonomernosti raspredeleniya khimicheskikh elementov v pochvoobrazuyushchikh porodakh i pochvakh Zapadnoy Sibiri. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2007. – 277 s.

18. Sazonov N.N. Mikroelementy v merzlotnykh ekosistemakh i ikh znachenie v ispol'zovanii biologicheskikh resursov Yakutii:

avto-ref. diss. ... dokt. biol. nauk. – М., 2000. – 41 s.

19. Vodyanitskiy Yu.N. Tyazhelye metally i metalloidy v pochvakh. – М.: GNU Pochvennyy institut im. V.V. Dokuchaeva RASKhN, 2008. – 86 s.

20. Vodyanitskiy Yu.N. Tyazhelye i sverkhtyazhelye metally i metalloidy v zagryaznennykh pochvakh. – М.: GNU Pochvennyy institut im. V.V. Dokuchaeva, 2009. – 96 s.

21. Vodyanitskiy Yu.N. Izuchenie tyazhelykh metallov v pochvakh. – М.: Pochvennyy institut im. V.V. Dokuchaeva, 2005. – 109 s.

22. Perel'man A.I., Kasimov N.S. Geokhimiya landshafta. – М.: Astreya-2000, 1999. – 768 s.

23. Manceau A., Lanson B., Schlegel M.L., Harge J.C., Musso M., Eybert-Berard L., Hazemann J.-L., Chateigner D., Lamble G.M. Quantitative Zn speciation in smelter-contaminated soils by EXAFS spectroscopy // American J. Sci. – 2000. – Vol. 300. – P. 289-343.



УДК 504.4.054:543.2:546:539.16

**С.Н. Лукашенко, Н.Ж. Мухамедияров,
М.Т. Койгельдинова, С.В. Макарычев,
А.Ж. Ташекова
S.N. Lukashenko, N.Zh. Mukamediyarov,
M.T. Koygeldinova, S.V. Makarychev,
A.Zh. Tashekova**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РУЧЬЯ УЗЫНБУЛАК

GENERAL CHARACTERISTICS OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES AND ELEMENTAL COMPOSITION OF SURFACE WATERS IN UZYNBULAK CREEK

Ключевые слова: бериллий, уран, элемент, тяжелые металлы, вода, ПДК.

Keywords: beryllium, uranium, element, heavy metals, water, maximum admissible concentration.

Приведены результаты исследования элементного состава поверхностных вод и физико-химических свойств ручья Узынбулак в разные сезоны одного года. Определено пространственно-сезонное изменение значений водородного показателя, окислительно-восстановительного потенциала и температуры поверхностных вод ручья Узынбулак. В воде ручья выявлено превышение среднего содержания в сравнении с речными водами мира таких элементов, как Li, Be, Na, K, Ca, Sr, Mo и U, причем средние концентрации Be и U выше ПДК.

The findings of the study of surface water elemental composition and physical and chemical properties of the Uzynbulak creek in different seasons of the same year are discussed. Spatial and seasonal variations of pH value, redox potential and surface water temperature were determined in the Uzynbulak creek. The excess of mean concentrations of such elements as Li, Be, Na, K, Ca, Sr, Mo and U was revealed in the creek water as compared to river water worldwide; the mean concentrations of Be and U exceeded the maximum admissible concentration.