

Журнал «Теоретическая и прикладная экология» № 2, 2016

Раздел 1	Section 1
Теоретические проблемы экологии	Theoretical problems of ecology
Название	Title
Диатомовые водоросли в почвообразовании	The diatoms algae in soil-forming
Авторы	Contributors
<p>В. С. Артамонова¹, в. н. с., С. Б. Бортникова², профессор, гл. н. с. ¹ Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 8/2 ² Институт нефтегазовой геологии им. А. А. Трофимука, СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3</p>	<p>V. S. Artamonova¹, S. B. Bortnikova², ¹Institute of Soil Science and Agrochemistry Siberian Branch Russian Academy of Science, 8/2, pr. Lavrentieva, Novosibirsk, Russia, 630090, ²Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 3 Koptug ave., Novosibirsk, Russia, 630090</p>
e-mail	e-mail
artamonova@issa.nsc.ru, bortnikovasb@ipgg.sbras.ru	artamonova@issa.nsc.ru, bortnikovasb@ipgg.sbras.ru
Аннотация	Abstract
<p>В работе приводится обзор литературы об участии пресноводных диатомовых водорослей в образовании почв в геологически отдаленные эпохи и в настоящее время, обсуждается современное состояние изученности места диатомей в экстремальных условиях почвообразования, приводится перечень основных определений, используемых при характеристике древних и современных почвенных сред обитания водорослей.</p> <p>В статье изложены представления авторов о почвообразовании как одном из ведущих биосферных механизмов. В его истории большое внимание уделяется роли пресноводных диатомовых водорослей в</p>	<p>The paper provides an overview on the participation of freshwater diatoms in the formation of soil in geologically remote epochs and currently; the current state of knowledge of the place of diatoms in the extreme conditions of soil formation are discussed. A list of basic definitions used in the characterization of ancient and modern soil algae habitats is given.</p> <p>The article describes the authors' view on soil formation as a one of the leading mechanisms of biosphere. Great attention is paid to the role of freshwater diatoms in the formation of sedimentary rocks and weathering sapropels. A relationship between the development of diatoms in the previous periods and the formation of modern soils is shown. The data on the</p>

<p>формировании осадочных пород и сапропелевых кор выветривания. Продемонстрирована связь между развитием диатомей в прошлые эпохи и формированием современных почв. Приводятся сведения о развитии диатомовых водорослей в голоценовых почвах на территории Европейской части России, в Западной Сибири, Крайнем Севере. Акцентируется внимание на развитие водорослей в гидроморфных и автоморфных условиях почвообразования. Уделяется внимание присутствию диатомовых водорослей в подводных почвах – сапропелях и смежных почвах межгривных повышений. Подчеркивается важность активного роста диатомовых водорослей в нарушенных подзолистых почвах реликтовых экосистем, быстрого воспроизводства клеток в мелкоземе молодых техногенных почв.</p> <p>Высказывается предположение о возможном позитивном влиянии останков ископаемых диатомей, присутствующих в вскрышных и вмещающих породах угледобычи на выживание диатомовых. Обсуждаются способы выживания водорослей в криогенных и погребенных почвах. Особое внимание авторы уделяют обоснованию своих позиций в отношении терминов, используемых при обсуждении палеопочв. Приводится расшифровка отечественных и международных понятий, применяемых в палеопочвоведении.</p>	<p>development of diatoms in the Holocene soils in the European part of Russia, in Western Siberia, and in the Far North are presented. The attention is focused on the development of algae in hydromorphic and automorphic soil conditions as well as on the presence of diatoms in underwater soils, such as sapropel soils and the adjacent intermane increases. The importance of active growth of diatoms in disturbed podzolic soils of relict ecosystems, as well as of rapid reproduction of cells in the fine earth young man-made soils is underlined.</p> <p>It is supposed that diatoms fossil remains in the overburden and host rocks of coal mining possibly have a positive effect on the survival of diatoms. The methods of seaweed survival in cryogenic and buried soils are discussed. The authors focus on justifying their position concerning the terms used in the discussion of paleosoils. The transcript of domestic and international concepts used in paleopedology is given.</p>
<p>Ключевые слова</p>	<p>Keywords</p>
<p>диатомовые водоросли, почва, кремнезем, голоцен, погребённая почва, лёд</p>	<p>diatoms algae, soil, silica, Holocene, buried soil, ice</p>
<p>Литература</p>	<p>References</p>
<p>1. Добровольский Г.В. Педосфера как оболочка высокой концентрации и разнообразия жизни на планете Земля // Почвы в биосфере и жизни человека. М.: ФГБУ ВПО МГУЛ, 2012. С. 20–34.</p> <p>2. Герасимов И.П., Глазовская М.А. Основы почвоведения и географии почв. М.: Гос. изд-во географ. литературы, 1960. 490 с.</p> <p>3. Бахнов В.К. Основные вехи эволюции биосферы и</p>	<p>1. Dobrovolskiy G.V. The pedosphere as the shell of high concentration and diversity of life on Earth. M.: FGBU VPO MGUL, 2012. P. 20–34 (in Russian).</p> <p>2. Gerasimov I.P., Glasovskaya M.A. The basis of pedology and geography of soils. M.: Gos. izd-vo geograf. literatury, 1960. 490 p. (in Russian).</p>

почвообразования // 4-я Всерос. конф. «Проблемы эволюции почв»: Тез. докл. Пушино. 2001. С. 9–10.

4. Бахнов В.К. Почвообразование: взгляд в прошлое и настоящее (биосферные аспекты). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 117 с.

5. Карпачевский Л.О. Экологическое почвоведение. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. 184 с.

6. Цех В., Хинтермайер-Эрхард Г. Почвы мира. Атлас. М.: Изд. Центр «Академия», 2007. 120 с.

7. Тюрин И.В. Органическое вещество почв. М.: Сельхозгиз, 1937. 287 с.

8. Schuttler P.L., Weaver T. Concentrating soil diatoms for assemblage description // Soil Biology and Biochemistry. 1986. V. 18. № 4. P. 389–394.

9. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. М.: Наука, 2006. 364 с.

10. Артамонова В.С. Развитие почвенных водорослей в некоторых антропогенных сообществах в зоне черневой тайги // Вопросы метаболизма почвенных микроорганизмов. Новосибирск: Наука, 1981. С. 170–184.

11. Артамонова В.С. Развитие водорослевых сообществ в почвах при антропогенном воздействии // Микробоценозы почв при антропогенном воздействии. Новосибирск: Наука, 1985. С. 111–123.

12. Артамонова В.С. Эволюция сообществ фототрофных микроорганизмов // Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992. С. 199–214.

13. Корсунов В.М. Генетические особенности глубокооподзоленных почв черневой тайги Салаира и некоторые элементы современного почвообразования в них // Лесные почвы горного окаймления юго-востока Западной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. С. 133–197.

14. Артамонова В.С. Почвенные водоросли осиново-пихтового леса стационара «Которово» // Микробиологические процессы в почвах Западной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1982. С. 159–175.

3. Bakhnov V.K. Key milestones of biosphere and soil evolution // 4-ya Vseros. konf. «Problemy evolyutsii pochv»: Tez. dokl. Pushchino, 2001. P. 9–10 (in Russian).

4. Bakhnov V.K. Soil formation: the past and the present (biosphere aspects). Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2002. 117 p. (in Russian).

5. Korpachevskiy L.O. Ecological soil studies. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1993. 184 p. (in Russian).

6. Tsekh V., Khintermayer-Erhard G. Soils of world. Atlas. M.: Izd. Tsentr «Akademiya», 2007. 120 p. (in Russian).

7. Tyurin I.V. Organic substance of soils. M.: Selkhozgiz, 1937. 287 p. (in Russian).

8. Schuttler P.L., Weaver T. Concentrating soil diatoms for assemblage description // Soil Biology and Biochemistry. 1986. V. 18. № 4. P. 389–394.

9. Dobrovolekiy G.V., Nikitin E.D. Ecology of soils. M.: Nauka, 2006. 364 p. (in Russian).

10. Artamonova V.S. The development of soil algae in some communities in anthropogenic black taiga zone // Voprosy metabolisma pochvennykh mikroorganizmov. Novosibirsk: Nauka, 1981. P. 170–184 (in Russian).

11. Artamonova V.S. The development of algal communities in soils under anthropogenic impact // Mikrobotsenozy pochv pri antropogennom vozdeystvii. Novosibirsk: Nauka, 1985. P. 111–123 (in Russian).

12. Artamonova V.S. Evolution of communities of phototrophic microorganisms // Ecologiya I rekultivatsiya tekhnogennikh landshaftov. Novosibirsk: Nauka, 1992. P. 199–214 (in Russian).

13. Korsunov V.M. Genetic features of deeply podzolized soils in black Salair taiga and some elements of modern soil in them // Lesnye pochvy gornogo okaymneniya yugo-vostoka Zapadnoy Sibiri. Novosibirsk: Nauka, 1974. P. 133–197 (in Russian).

14. Artamonova V.S. Soil algae of the aspen-fir forest of «Kotorovo» station // Mikrobiologicheskiye protsessy v pochvakh Zapadnoy Sibiri. Novosibirsk: Nauka, 1982. P. 159–175 (in Russian).

15. Алексахина Т.И., Штина Э.А. Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. М.: Наука, 1984. 150 с.

16. Кондакова Л.В., Домрачева Л.И. Флора Вятского края. Часть 2. Водоросли (Видовой состав, специфика водных и почвенных биоценозов). Киров: ОАО «Киров. обл. тип.», 2007. 192 с.

17. Кондакова Л.В. Альго-цианобактериальная флора и особенности её развития в антропогенно нарушенных почвах (на примере почв подзоны Европейской части России): Дис. ... докт. биол. наук. Сыктывкар. 2013. 416 с.

18. Лозе Ж., Матве К. Толковый словарь по почвоведению. М.: Мир, 1978. 398 с.

19. Бреховских В.Ф., Казмирук В.Д., Вишневская Г.Н. Биота в процессах массопереноса в водных объектах. М.: Наука, 2008. 315 с.

20. Алтухов В.М., Бгатов В.И., Ван А.В., Григорьева Т.Р. и др. Органо-минеральное сырье сельскохозяйственного назначения Новосибирской области (Объяснительная записка к карте). Новосибирск, 1990. 170 с.

21. Базилевич Н.В. Биогеохимия почв содового засоления. М.: Наука, 1965. 350 с.

22. Большев Н.Н. Водоросли и их роль в образовании почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1968. 84 с.

23. Леонова В.В. Водоросли почв засоленного ряда и их участие в солонцовом процессе: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск. 1983. 17 с.

24. Артамонова В.С. Микробиологические особенности антропогенно преобразованных почв Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 225 с.

25. Артамонова В.С. Сукцессии в сообществе фототрофных микроорганизмов // Сукцессии и биологический круговорот. Новосибирск: Наука. Сиб. изд. фирма, 1993. С. 52–61.

26. Шушueva М.Г. Формирование водорослевых группировок на отвалах угольных разработок в Кузбассе // Природные комплексы низших растений Западной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние,

15. Aleksakhina T.I., Shtina E.A. Soil algae in forest ecosystems. M.: Nauka, 1984. 150 p. (in Russian).

16. Kondakova L.V., Domracheva L.I. Flora of the Vyatka region. Part 2. Algae (Species composition, the specificity of water and soil biocenoses). Kirov, ОАО «Kirov. obl. tip.», 2007. 192 p. (in Russian).

17. Kondakova L.V. Algo-cyanobacterial flora and the specific features of its development in anthropogenically disturbed soils (by the example of soil of the subzone of the European part of Russia). Doktor. diss. biol. nauk. Syktyvkar. 2013. 416 p. (in Russian).

18. Loze J., Matue K. Glossary of soil studies. M.: Mir, 1978. 298 p. (in Russian).

19. Brekhovskikh V.F., Kazmiruk V.D., Vishnevskaya G.N. Biota in mass transfer processes in water bodies. M.: Nauka, 2008. 315 p. (in Russian).

20. Altukhov V.M., Bgatov V.I., Van A.V., Grigoryeva T.R. et al. Organo-mineral raw materials for agricultural purposes in the Novosibirsk region (Explanatory note to the map). Novosibirsk: 1990. 170 p. (in Russian).

21. Bazilevich N.V. Biogeochemistry of soil of soda salinity. M.: Nauka, 1965. 350 p. (in Russian).

22. Bolyshev N.N. Algae and their role in the formation of soils. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1968. 84 p. (in Russian).

23. Leonova V.V. Algae in soil of salinity range and their participation in the solonetz process: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Novosibirsk, 1983. 17 p. (in Russian).

24. Artamonova V.S. Microbiological characteristics of anthropogenically transformed soils of Western Siberia. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2002. 225 p. (in Russian).

25. Artamonova V.S. Successions in the community of phototrophic microorganisms // Suktessii i biologicheskii krugovorot. Novosibirsk: Nauka, 1993. P. 52–61 (in Russian).

26. Shushueva M.G. Formation of algal groups in the dumps coal mines in Kuzbass // Prirodnye komplekсы nizshikh rasteniy Zapadnoy Sibiri. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1977. P. 57–85 (in Russian).

1977. С. 57–85.

27. Дорохова М.Ф. Формирование и значение группировок почвенных водорослей в условиях промышленного загрязнения (на примере угледобычи): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ. 1989. 24 с.

28. Зимонина Н.В. Количественные показатели альгогруппировок техногенных субстратов в районах угле- и нефтедобычи Европейского Северо-Востока (Республика Коми) // 2-я Межд. научно-практ. конф., посвященной 105-летию со дня рождения проф. Э.А. Штиной: Матер. докладов. Киров. 2015. С. 134–139.

29. Махонина Г.И. Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2003. 356 с.

30. Ларищев А.А. Об образовании одного третичного угля из области низовьев р. Оби // Химия твердого тела. 1937. № 3. С. 201–207.

31. Оксийук О.П. Диатомовый анализ бурых углей из Аиноградского района Закарпатской области // Укр. бот. ж. 1960. Вып. 17. № 1. С. 76–84.

32. Рагим-заде Ф. К. оглы. Техногенные элювии вскрышных пород угольных месторождений Сибири, оценка их потенциального плодородия и пригодности для восстановления почвенного покрова: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск. 1997. 22 с.

33. Таранов С.А. Особенности почвообразования в техногенных ландшафтах Кузбасса (предварительные итоги опытов на лизиметрических моделях) // Восстановление техногенных ландшафтов Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. С. 81–105.

34. Алифанов В.М., Гугалинская Л.А. Криогенез и эволюция почв // Всес. конф. История развития почв СССР в голоцене: Тез. докл. Пушино. 1984. С. 21–22.

35. Штина Э.А., Антипина Г.С., Козловская Л.С. Альгофлора болот Карелии и её динамика. Л.: Наука, 1981. 269 с.

36. Гецен М.В. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. Л.: Наука, 1985. 165 с.

27. Dorohova M.F. Formation and importance of soil algae groups in industrial pollution (by the example of coal mines): Avtoref. diss. kand. biol. nauk. M.: MGU. 1989. 24 p. (in Russian).

28. Zimonina N.V. Quantitative indicators of algogroups in man-made substrates in the areas of coal and oil production at the European Northeast (the Komi Republic) // 2-ya Mezhd. nauchno-prakt. konf., posvyashchennoy 105-letiyu so dnya rozhdeniya prof. E. A. Shtinoy: Mater. dokladov. Kirov. 2015. P. 134–139 (in Russian).

29. Makhonina G.I. Environmental aspects of soil formation in man-made ecosystems of the Urals. Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2003. 356 p. (in Russian).

30. Laristshchev A.A. On the formation of one tertiary coal from the region of the lower reaches of the Ob River // Khimiya tverdogo tela. 1937. № 3. P. 201–207 (in Russian).

31. Oksiyuk O.P. Diatom analyzes of lignite from the Vynohradiv District, Zakarpatska region // Ukr. bot. zh. 1960. V. 17. № 1. P. 76–84 (in Russian).

32. Ragim-zade F.K. ogly. Technogenic eluvii of overburden of coal deposits in Siberia, an assessment of their potential fertility and suitability for soil restoration: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Novosibirsk, 1997. 22 p. (in Russian).

33. Taranov S.A. Features of soil formation in man-made landscapes of the Kuznetsk Basin (preliminary results of experiments on lysimetric models) // Vosstanovlenie tekhnogennykh landshaftov Sibiri. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1977. P. 81–105 (in Russian).

34. Alifanov V.M., Gugalinskaya L.A. Cryogenesis and evolution of soils // Vses. konf. Istoriya razvitiya pochv SSSR v golotsene: Tez. dokl. Pushchino. 1984. P. 21–22 (in Russian).

35. Shtina E.A., Antipina G.S., Kozlovskaya L.S. Algae of marshes of Karelia and it dynamics. L.: Nauka, 1981. 269 p. (in Russian).

36. Getsen M.V. The algae in the ecosystems of the Far North. L.: Nauka, 1985. 165 p. (in Russian).

37. Pshennikova E.V. Algae of alas of Leno-Amginsky interflume:

37. Пшенникова Е.В. Водоросли аласов Ленно-Амгинского междуречья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск. 1994. 17 с.
38. Громов Б.В. Поведение бактерий // Соросовский образовательный журнал. 1997. № 6. С. 28–32.
39. Садчиков А.П. Водоросли, обитающие в экстремальных условиях. 2013 [Электронный ресурс] <http://www.moip.msu.ru>.
40. Самсонов Н.И. Диатомовые водоросли морских льдов Южного океана: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Санкт-Петербург. 1995. 24 с.
41. Pallmann H. Pedologie et phytosociologie. Congres intern.de pedol.mediter. Montpellier. 1947. P. 1–36.
42. Дергачева М. И., Зыкина В. С., Волков И. А. Проблемы и методы изучения ископаемых почв: методические рекомендации. Новосибирск, 1984. 79 с.
43. Kubiena W.L. The soils of Europe. London, 1953. 318 p.
44. Дюшофур Ф. Основы почвоведения и эволюция почв (опыт изучения динамики почвообразования). М.: Изд-во «Прогресс», 1970. 592 с.
45. Иванов И.В. Развитие представлений об эволюции почв в Российском почвоведении // 4-я Всерос. конф. «Проблемы эволюции почв»: Тез. докл. Пушино. 2001. С. 4–6.
46. Пикалова Г.М., Дороненко Е.П., Жерносенко К.К. Перспективы рекультивации земель в условиях Заполярья // Почвообразование в антропогенных условиях. Свердловск, 1981. С. 101–108.
47. Рубинштейн А.Я. Биогенные грунты. М.: Наука, 1986. 89 с.
48. Критерии оценки качества лечебных грязей при их разведке, использовании, охране // Методические указания. М.: 1987. 24 с.
49. Страховенко В.Д., Росляков Н.А., Сысо А.И. Месторождения озерных сапропелевых залежей Западной Сибири // IX Междунар. биогеохим. школа. 2015. Т. 1. Барнаул. С. 242–245.
- Avto-ref. dis. ... kand. biol. nauk. Novosibirsk. 1994. 17 p. (in Russian).
38. Gromov B.V. The behavior of bacteria // Sorosovskiy obrazovatelnyy zhurnal. 1997. № 6. P. 28–32. (in Russian).
39. Sadchikov A.P. Algae that live in extreme conditions. 2013 [Electronic resource] <http://www.moip.msu.ru> (in Russian).
40. Samsonov N.I. Diatoms of sea ice in the Southern Ocean.: Avto-ref. dis. ... kand. biol. nauk. Sankt-Peterburg. 1995. 24 p. (in Russian).
41. Pallmann H. Pedologie et phytosociologie. Congres intern.de pedol.mediter. Montpellier. 1947. P. 1–36.
42. Dergacheva M.I., Zykina V.S., Volkov I.A. Problems and methods of fossil soils studying: guidelines. Novosibirsk, 1984. 79 p. (in Russian).
43. Kubiena W.L. The soils of Europe. London, 1953. 318 p.
44. Dyushofur F. Fundamentals of Soil Science and evolution of soil (experience of studies soil formation dynamics). M.: Izd-vo «Progress», 1970. 592 p. (in Russian).
45. Ivanov I.V. The development of ideas on the evolution of soils in Russian soil science // 4-ya Vseros. konf. «Problemy evolyutsii pochv»: Tez. dokl. Pushchino. Pushchino, 2001. P. 4–6 (in Russian).
46. Pikalova G.M., Doronenko E.P., Zhernosenko K.K. Prospects for land reclamation in conditions of the Arctic // Pochvoobrazovanie v antropogennykh usloviyakh. Sverdlovsk, 1981. P. 101–108 (in Russian).
47. Rubinstein A.Ya. Biogenic grounds. M.: Nauka, 1986. 89 p. (in Russian).
48. Criteria for assessing the quality of therapeutic mud with its exploration, use, protection. // Metodicheskie ukazaniya. M.: 1987. 24 p. (in Russian).
49. Strahovenko V.D., Roslyakov N.A., Syso A.I. The deposits of lake sapropel in Western Siberia // IX Mezhdunar. biogeokhim. shkola. 2015. T. 1. Barnaul. P. 242–245 (in Russian).

Раздел 1	Section 1
Теоретические проблемы экологии	Theoretical problems of ecology
Название	Title
Повышение толерантности растений к алюминию на кислых почвах методами биотехнологии (обзор)	Plant improvement for tolerance to aluminum in acid soils by of biotechnology methods (review)
Авторы	Contributors
<p>И. Г. Широких^{1,2}, д.б.н., зав. лабораторией, в.н.с., Т. Я. Ашихмина^{2,3}, д.т.н., зав. лабораторией, ¹ Зональный НИИСХ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого, 610007, Россия, г. Киров, ул. Ленина, 166 а, ² Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28, ³ Вятский государственный университет, 610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, д. 36</p>	<p>I. G. Shirokikh^{1,2}, T. Ya. Ashihmina^{2,3}, ¹ N.V. Rudnitski Zonal North-East Agricultural Research Institute, 166a Lenina st., Kirov, Russia, 610007, ² Institute of Biology of the Komi Science Centre of the Ural Division RAS, 28 Kommunisticheskaya st., Syktyvkar, Russia, 167982, ³ Vyatka State University, 36 Moskovskaya st., Kirov, Russia, 610000,</p>
e-mail	e-mail
irgenal@mail.ru	irgenal@mail.ru
	Abstract
<p>Увеличение площадей кислых почв, вследствие антропогенного воздействия, является одним из ограничивающих факторов продуктивности сельскохозяйственных растений во всём мире. Фитотоксичность этих почв зависит от многих факторов, однако основная причина снижения урожайности культур на кислых почвах связана с высоким содержанием подвижного алюминия (Al^{3+}). Высокие концентрации Al^{3+} вызывают ингибирование деления клеток, что приводит к задержке роста корневой системы и сопровождается снижением поглощения растением воды и питательных веществ. Природная вариабельность по признаку толерантности к алюминию была</p>	<p>Acidic soil area increase which takes place due to anthropogenic impact is one of the factors limiting the productivity of agricultural plants worldwide. Phytotoxicity of acidic soil depends on many factors, however, the main reason for crop yields decrease is connected with a high content of mobile aluminium (Al^{3+}). High concentrations Al^{3+} cause inhibition of cell division, resulting in stunted root growth and decrease of the plants water and nutrients uptake of. Natural variability of tolerance to aluminum has been identified in many crop species, suggesting the possibility of breeding the varieties which are high-yielding and well-adapted to ionic toxicity. Tolerance to aluminum is among polygenic traits, and therefore the choice of</p>

<p>выявлена у многих видов сельскохозяйственных культур, что говорит о возможности выведения высокопродуктивных, хорошо адаптированных к ионной токсичности сортов. Толерантность к алюминию относится к числу полигенных признаков, в связи с чем выбор стратегии по-прежнему остаётся ограничивающим фактором в развитии селекционных подходов. У различных культур были установлены гены, которые индуцируются, или, наоборот, подавляются воздействием Al^{3+}. Выявлены молекулярные маркеры, связанные с генами Al-толерантности. В обзоре рассматриваются подходы, основанные на использовании для уменьшения поглощения Al^{3+} или ограничения повреждения клеток токсичными ионами экспрессии гетерологичных генов и соматической изменчивости в культуре изолированной растительной ткани. Прогресс в понимании механизмов алюмоустойчивости позволяет сегодня создавать толерантные формы и линии с использованием методов генной инженерии и клеточной селекции.</p>	<p>strategy remains the limiting factor in the development of breeding approaches. In different cultures the genes were found, which are either induced or suppressed by the influence of Al^{3+}. The molecular markers were identified which are associated with Al-tolerance genes. This review discusses the approaches based on the use of heterologous genes expression and somaclonal variation in the culture of isolated plant tissue which lead to reducing absorption of Al^{3+} or limiting cell damage by toxic ions. The progress in understanding the mechanisms of aluminosilicate allows to create tolerant shapes and lines using the methods of genetic engineering and cell selection.</p>
<p>Ключевые слова</p>	<p>Keywords</p>
<p>алюминий, почвенная кислотность, сельскохозяйственные культуры, стресс, механизмы устойчивости, генная инженерия, клеточная селекция</p>	<p>aluminum, soil acidity, crops, stress resistance mechanisms, genetic engineering, cell selection</p>
<p>Литература</p>	<p>References</p>
<p>1. Пухальская Н.В. Проблемные вопросы алюминиевой токсичности (обзор) // Агрoхимия. 2005. № 8. С. 70–82</p> <p>2. Климашевский Э.Л., Чернышева Н.Ф. Генетическая вариабельность устойчивости растений к ионной токсичности (водорода и алюминия) в зоне корней: теория и практические аспекты // Сельскохозяйственная биология. 1980. Т. 15. № 2. С. 270–277.</p> <p>3. Samac D.A., Tesfaye M. Plant improvement for tolerance to aluminum in acid soils – a review // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2003. V. 75. P. 189–207.</p> <p>4. von Uexkull H.R., Mutert E. Global extent, development and</p>	<p>1. Pukhalskaya N.V. Problematic issues of aluminum toxicity (review) // Agrokhimiya. 2005. № 8. P. 70–82 (in Russian).</p> <p>2. Klimashevskiy E.L., Chernysheva N.F. Genetic variability of plant resistance to ion toxicity (hydrogen and aluminium) in the root zone: theory and practical aspects // Selskokhozuaystvennaya biologiya. 1980. T. 15. № 2. P. 270–277 (in Russian).</p> <p>3. Samac D.A., Tesfaye M. Plant improvement for tolerance to aluminum in acid soils – a review // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2003. V. 75. P. 189–207.</p> <p>4. von Uexkull H.R., Mutert E. Global extent, development and</p>

economic impact of acid soils // *Plant Soil*. 1995. V. 71. P. 1–15.

5. Eswaran H., Reich P., Beinroth F. Global distribution of soils with acidity // *Plant-soil interactions at low pH / Moniz A.C. et al. (eds) Brazilian Soil Science Society*, 1997. P. 159–164.

6. Taylor G.J. Overcoming barriers to understanding the cellular basis of aluminium resistance // *Plant and Soil*. 1995. V. 171. № 1. P. 89–103.

7. Kochian L.V. Cellular mechanisms of aluminum toxicity and resistance plants // *Ann. Rev. Plant Biol.* 1995. V. 46. P. 237–260

8. Ma J.F., Ryan P.R., Delhaize E. Aluminium tolerance in plants and the complexing role of organic acids // *Trends in Plant Science*. 2001. V. 6. P. 273–278.

9. Matsumoto H. Cell biology of aluminum toxicity and tolerance in higher plants // *Int. Rev. Citol.* 2000. V. 200. P. 1–46.

10. Kochian L.V., Hoekenga J.A., Pineros M.A. How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency // *Ann. Rev. Plant Biol.* 2004. V. 55. P. 459–493.

11. Yamamoto Y., Kobayashi Y., Matsumoto H. Lipid peroxidation is an early symptom triggered by aluminum, but not the primary cause of elongation inhibition in pea roots // *Plant Physiol.* 2001. V. 125. P. 199–208.

12. Zheng S.J., Yang J.L., He Y.F., Yu X.H., Zhang L., You J.F., Shen R.F., Matsumoto H. Immobilization of aluminum with phosphorus in roots is associated with high aluminum resistance in buckwheat // *Plant Physiol.* 2005. V. 138. P. 297–303.

13. Сынзыныс Б.И., Никольская О.Г., Буланова Н.В., Харламова О.В. О действии алюминия на проростки пшеницы при разных значениях pH среды культивирования // *Сельскохозяйственная биология*. 2004. № 3. С. 80–84.

14. Aniol A.M. Physiological aspects of Al tolerance associated with the long arm of chromosome 2D of the wheat genome // *Theor. Appl. Genet.* 1995. № 91. P. 510–516.

15. Muyuan Y.Z., Jianwe, P., Lilin W., Qing G., Chunyuan H. Mutation induced enhancement of Al tolerance in barley cell lines // *Plant Science*. 2003. V. 164. P. 17–23.

economic impact of acid soils // *Plant Soil*. 1995. V. 71. P. 1–15.

5. Eswaran H., Reich P., Beinroth F. Global distribution of soils with acidity // *Plant-soil interactions at low pH / Moniz A.C. et al. (eds) Brazilian Soil Science Society*, 1997. P. 159–164.

6. Taylor G.J. Overcoming barriers to understanding the cellular basis of aluminium resistance // *Plant and Soil*. 1995. V. 171. № 1. P. 89–103.

7. Kochian L.V. Cellular mechanisms of aluminum toxicity and resistance plants // *Ann. Rev. Plant Biol.* 1995. V. 46. P. 237–260

8. Ma J.F., Ryan P.R., Delhaize E. Aluminium tolerance in plants and the complexing role of organic acids // *Trends in Plant Science*. 2001. V. 6. P. 273–278.

9. Matsumoto H. Cell biology of aluminum toxicity and tolerance in higher plants // *Int. Rev. Citol.* 2000. V. 200. P. 1–46.

10. Kochian L.V., Hoekenga J.A., Pineros M.A. How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency // *Ann. Rev. Plant Biol.* 2004. V. 55. P. 459–493.

11. Yamamoto Y., Kobayashi Y., Matsumoto H. Lipid peroxidation is an early symptom triggered by aluminum, but not the primary cause of elongation inhibition in pea roots // *Plant Physiol.* 2001. V. 125. P. 199–208.

12. Zheng S.J., Yang J.L., He Y.F., Yu X.H., Zhang L., You J.F., Shen R.F., Matsumoto H. Immobilization of aluminum with phosphorus in roots is associated with high aluminum resistance in buckwheat // *Plant Physiol.* 2005. V. 138. P. 297–303.

13. Synzynys B.I., Nikolskaya O.G., Bulanova N.V., Kharlamova O.V. On the effect of aluminum on wheat seedlings at different pH values of cultivation medium // *Sel-skokhozuaystvennaya biologiya*. 2004. № 3. P. 80–84 (in Russian).

14. Aniol A.M. Physiological aspects of Al tolerance associated with the long arm of chromosome 2D of the wheat genome // *Theor. Appl. Genet.* 1995. № 91. P. 510–516.

15. Muyuan Y.Z., Jianwe, P., Lilin W., Qing G., Chunyuan H. Mutation induced enhancement of Al tolerance in barley cell lines // *Plant Science*. 2003. V. 164. P. 17–23.

16. Hede A. R., Skovmand B., Lopez-Cesati J. Acid soils and aluminum toxicity // Application of Physiology in Wheat Breeding. CIMMYT. 2001. 240 p.

17. Li Y.Y., Zhang Y.J., Zhou Y., Yang J.L., Zheng S.J. Protecting cell walls from binding aluminum by organic acids contributes to aluminum resistance // Journal of Integrative Plant Biology. 2009. V. 51. P. 574–580.

18. Ryan P.R., Delhaize E., Jones D.L. Function and mechanism of organic anion exudation from plant roots // Annual Review of Plant Biology. 2001. V. 52. P. 527–560.

19. Basu U., Godbold, D., Taylor G. J. Aluminium resistance in *Triticum aestivum* associated with enhanced exudation of malate // J. Plant Physiol. 1994. № 144. P. 747–753.

20. Sasaki T., Yamamoto Y., Ezaki B., Katsuhara M., Ahn S., Ryan P., Delhaize E., Matsumoto H. A wheat gene encoding an aluminum-activated malate transporter // J. Plant. Phys. 2004. V. 37. № 5. P. 645–653.

21. Collins N.C., Shirley N.J., Saeed M., Pallotta M., Gustafson J.P. An *ALMT1* gene cluster controlling aluminum tolerance at the *Alt4* locus of rye (*Secale cereale* L.) // Gene-tics. 2008. V. 179. P. 669–682.

22. Maron L.G., Pineros M.A., Guimaraes C.T., Magalhaes J.V., Pleiman J.K., Mao C.Z., Shaff J., Belicuas S.N.J., Kochian L.V. Two functionally distinct members of the MATE (multidrug and toxic compound extrusion) family of transporters potentially underlie two major aluminum tolerance QTLs in maize // Plant J. 2010. V. 61. P. 728–740.

23. Magalhaes J.V., Garvin D.F., Wang Y.H., Sorrells M.E., Klein P.E., Schaffert R.E., Li L., Kochian L.V. Comparative mapping of a major aluminum tolerance gene in sorghum and other species in the Poaceae // Genetics. 2004. V. 167. P. 1905–1914.

24. Furukawa J., Yamaji N., Wang H., Mitani N., Murata Y., Sato K., Katsuhara M., Takeda K., Ma J.F. An aluminum-activated citrate transporter in barley // Plant Cell Physiol. 2007. V. 48. P. 1081–1091.

25. Delhaize E., Ryan P., Rendall P. Alutolerance in wheat. Aluminium stimulated excretion // Plant Physiol. 1993. V. 103. P. 695–702.

26. Tolra R., Vogel-Mikus K., Hajiboland R., Kump P., Pongrac P.,

16. Hede A. R., Skovmand B., Lopez-Cesati J. Acid soils and aluminum toxicity // Application of Physiology in Wheat Breeding. CIMMYT. 2001. 240 p.

17. Li Y.Y., Zhang Y.J., Zhou Y., Yang J.L., Zheng S.J. Protecting cell walls from binding aluminum by organic acids contributes to aluminum resistance // Journal of Integrative Plant Biology. 2009. V. 51. P. 574–580.

18. Ryan P.R., Delhaize E., Jones D.L. Function and mechanism of organic anion exudation from plant roots // Annual Review of Plant Biology. 2001. V. 52. P. 527–560.

19. Basu U., Godbold, D., Taylor G. J. Aluminium resistance in *Triticum aestivum* associated with enhanced exudation of malate // J. Plant Physiol. 1994. № 144. P. 747–753.

20. Sasaki T., Yamamoto Y., Ezaki B., Katsuhara M., Ahn S., Ryan P., Delhaize E., Matsumoto H. A wheat gene encoding an aluminum-activated malate transporter // J. Plant. Phys. 2004. V. 37. № 5. P. 645–653.

21. Collins N.C., Shirley N.J., Saeed M., Pallotta M., Gustafson J.P. An *ALMT1* gene cluster controlling aluminum tolerance at the *Alt4* locus of rye (*Secale cereale* L.) // Gene-tics. 2008. V. 179. P. 669–682.

22. Maron L.G., Pineros M.A., Guimaraes C.T., Magalhaes J.V., Pleiman J.K., Mao C.Z., Shaff J., Belicuas S.N.J., Kochian L.V. Two functionally distinct members of the MATE (multidrug and toxic compound extrusion) family of transporters potentially underlie two major aluminum tolerance QTLs in maize // Plant J. 2010. V. 61. P. 728–740.

23. Magalhaes J.V., Garvin D.F., Wang Y.H., Sorrells M.E., Klein P.E., Schaffert R.E., Li L., Kochian L.V. Comparative mapping of a major aluminum tolerance gene in sorghum and other species in the Poaceae // Genetics. 2004. V. 167. P. 1905–1914.

24. Furukawa J., Yamaji N., Wang H., Mitani N., Murata Y., Sato K., Katsuhara M., Takeda K., Ma J.F. An aluminum-activated citrate transporter in barley // Plant Cell Physiol. 2007. V. 48. P. 1081–1091.

25. Delhaize E., Ryan P., Rendall P. Alutolerance in wheat. Aluminium stimulated excretion // Plant Physiol. 1993. V. 103. P. 695–702.

26. Tolra R., Vogel-Mikus K., Hajiboland R., Kump P., Pongrac P.,

Kaulich B., Gianoncelli A., Babin V., Barcelo J., Regvar M., Poschenrieder C. Localization of aluminium in tea (*Camellia sinensis*) leaves using low energy X-ray fluorescence spectromicroscopy // J. Plant. Res. 2011. V. 124. P. 165–172.

27. Ma J.F., Hiradate S., Nomoto K., Iwashita T., Matsumoto H. Internal detoxification mechanism of Al in hydrangea – Identification of Al form in the leaves // Plant Physiol. 1997. V. 113. P. 1033–1039.

28. Takeda K., Kariuda M., Itoi H. Blueing of sepal color of hydrangea-macrophylla // Phytochemistry. 1985. V. 24. P. 2251–2254.

29. Ma J.F., Ryan P.R., Delhaize E. Aluminium tolerance in plants and the complexing role of organic acids // Trends Plant Sci. 2001. V. 6. P. 273–278.

30. Ma J.F., Hiradate S. Form of aluminium for uptake and translocation in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) // Planta. 2000. V. 211. P. 355–360.

31. Komatsuda T., Annaka T., Oka S., Genetic mapping of aquantitative trait lokus (QTL) that enhances the shoot differentiation rate in *Hordeum vulgare* L. // Treor. Appl. Genet. 1993. V. 86. P. 713–720.

32. Hoekenga O.A., Maron L.G., Pineros M.A., Cancado G.M.A., Shaff J., Kobayashi Y., Ryan P.R., Dong B., Delhaize E., Sasaki T., Matsumoto H., Yamamoto Y., Koyama H., Kochi-an L.V. *AtALMT1*, which encodes a malate transporter, is identified as one of several genes critical for aluminum tolerance in *Arabidopsis* // Proc Natl Acad Sci USA. 2006. V. 103. P. 9738–9743.

33. Huang C.F., Yamaji N., Mitani N., Yano M., Nagamura Y., Ma J.F. A bacterial-type ABC transporter is involved in aluminum tolerance rice // Plant Cell. 2009. V. 21. P. 655–667.

34. Huang C.F., Yamaji N., Ma J.F. Knockout of a bacterial-type atp-binding cassette transporter gene, *AtSTAR1*, results in increased aluminum sensitivity in *Arabidopsis* // Plant Physiol. 2010. V. 153. P. 1669–1677.

35. Zhou G., Delhaize E., Zhou M., Ryan P. R. Biotechnological solutions for enhancing the aluminium resistance of crop plants // Abiotic stress in plants – mechanisms and adaptations / Ed. A. Shanker and B.

Kaulich B., Gianoncelli A., Babin V., Barcelo J., Regvar M., Poschenrieder C. Localization of aluminium in tea (*Camellia sinensis*) leaves using low energy X-ray fluorescence spectromicroscopy // J. Plant. Res. 2011. V. 124. P. 165–172.

27. Ma J.F., Hiradate S., Nomoto K., Iwashita T., Matsumoto H. Internal detoxification mechanism of Al in hydrangea – Identification of Al form in the leaves // Plant Physiol. 1997. V. 113. P. 1033–1039.

28. Takeda K., Kariuda M., Itoi H. Blueing of sepal color of hydrangea-macrophylla // Phytochemistry. 1985. V. 24. P. 2251–2254.

29. Ma J.F., Ryan P.R., Delhaize E. Aluminium tolerance in plants and the complexing role of organic acids // Trends Plant Sci. 2001. V. 6. P. 273–278.

30. Ma J.F., Hiradate S. Form of aluminium for uptake and translocation in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) // Planta. 2000. V. 211. P. 355–360.

31. Komatsuda T., Annaka T., Oka S., Genetic mapping of aquantitative trait lokus (QTL) that enhances the shoot differentiation rate in *Hordeum vulgare* L. // Treor. Appl. Genet. 1993. V. 86. P. 713–720.

32. Hoekenga O.A., Maron L.G., Pineros M.A., Cancado G.M.A., Shaff J., Kobayashi Y., Ryan P.R., Dong B., Delhaize E., Sasaki T., Matsumoto H., Yamamoto Y., Koyama H., Kochi-an L.V. *AtALMT1*, which encodes a malate transporter, is identified as one of several genes critical for aluminum tolerance in *Arabidopsis* // Proc Natl Acad Sci USA. 2006. V. 103. P. 9738–9743.

33. Huang C.F., Yamaji N., Mitani N., Yano M., Nagamura Y., Ma J.F. A bacterial-type ABC transporter is involved in aluminum tolerance rice // Plant Cell. 2009. V. 21. P. 655–667.

34. Huang C.F., Yamaji N., Ma J.F. Knockout of a bacterial-type atp-binding cassette transporter gene, *AtSTAR1*, results in increased aluminum sensitivity in *Arabidopsis* // Plant Physiol. 2010. V. 153. P. 1669–1677.

35. Zhou G., Delhaize E., Zhou M., Ryan P. R. Biotechnological solutions for enhancing the aluminium resistance of crop plants // Abiotic stress in plants – mechanisms and adaptations / Ed. A. Shanker and B.

Venkateswarlu / Publisher: In Tech September, 2011. P. 119–142. [Электронный ресурс]. <http://www.intechopen.com/books>.

36. Delhaize E., Ryan P.R., Hebb D.M., Yamamoto Y., Sasaki T., Matsumoto H. Engineering high level aluminium tolerance in barley with the *ALMT1* gene // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2004. V. 101. P. 15249–15254.

37. Pereira J.F., Zhou G.F., Delhaize E., Richardson T., Zhou M.X., Ryan P.R. Engineering greater aluminium resistance in wheat by overexpressing *TaALMT1* // Ann Bot. 2010. V. 106. P. 205–214.

38. Ryan P.R., Tyerman S.D., Sasaki T., Furuichi T., Yamamoto Y., Zhang W.H., Delhaize E. The identification of aluminium-resistance genes provides opportunities for enhancing crop production on acid soils // J. Exp. Bot. 2011. V. 62. P. 9–20.

39. Чжан Х., Ли Я.Х., Ху Л.Ю., Ван С.Х., Чжан Ф.К., Ху К. Д. Влияние обработки листьев пшеницы донором окиси азота на антиокислительный метаболизм при стрессе, вызванном алюминием // Физиология растений. 2008. V. 55. № 4. P. 523–528.

40. Ezaki B., Gardner R.C., Ezaki Y., Matsumoto H. Expression of aluminum-induced genes in transgenic *Arabidopsis* plants can ameliorate aluminum stress and/or oxidative stress // Plant Physiol. 2000. V. 122. P. 657–665.

41. Van Camp W., Capiou K., Van Montagu M., Inze D., Slooten L. Enhancement of oxidative stress tolerance in transgenic tobacco plants overexpressing Fe-superoxide dismutase in chloroplasts // Plant Physiol. 1996. V. 112. P. 1703–1714.

42. Van Breusegem F., Slooten L., Stassart J., Moens T., Botterman J., Van Montagu M., Inze D. Overproduction of *Arabidopsis thaliana* FeSOD confers oxidative stress tolerance to transgenic maize // Plant Cell Physiol. 1999. V. 40. P. 515–523.

43. Gao X., Ren Z., Zhao Y., Zhang H. Overexpression of SOD increases salt tolerance of *Arabidopsis* // Plant Physiol. 2003. V. 133. P. 1873–1881.

44. Серенко Е.К., Овчинникова В.Н., Куренина Л.В., Баранова Е.Н., Гулевич А.А., Майсурян А.Н., Харченко П.Н. Получение трансгенных

Venkateswarlu / Publisher: In Tech September, 2011. P. 119–142. [Электронный ресурс]. <http://www.intechopen.com/books>.

36. Delhaize E., Ryan P.R., Hebb D.M., Yamamoto Y., Sasaki T., Matsumoto H. Engineering high level aluminium tolerance in barley with the *ALMT1* gene // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2004. V. 101. P. 15249–15254.

37. Pereira J.F., Zhou G.F., Delhaize E., Richardson T., Zhou M.X., Ryan P.R. Engineering greater aluminium resistance in wheat by overexpressing *TaALMT1* // Ann Bot. 2010. V. 106. P. 205–214.

38. Ryan P.R., Tyerman S.D., Sasaki T., Furuichi T., Yamamoto Y., Zhang W.H., Delhaize E. The identification of aluminium-resistance genes provides opportunities for enhancing crop production on acid soils // J. Exp. Bot. 2011. V. 62. P. 9–20.

39. Chzhan Kh., Li Ya.Kh., Khu L.Yu., Van S. Kh., Chzhan F. K., Khu K. D. The effect of treatment of wheat leaves with nitric oxide donor on the antioxidant metabolism under stress caused by aluminium // Fiziologiya rasteniy. 2008. V. 55. № 4. P. 523–528 (in Russian).

40. Ezaki B., Gardner R.C., Ezaki Y., Matsumoto H. Expression of aluminum-induced genes in transgenic *Arabidopsis* plants can ameliorate aluminum stress and/or oxidative stress // Plant Physiol. 2000. V. 122. P. 657–665.

41. Van Camp W., Capiou K., Van Montagu M., Inze D., Slooten L. Enhancement of oxidative stress tolerance in transgenic tobacco plants overexpressing Fe-superoxide dismutase in chloroplasts // Plant Physiol. 1996. V. 112. P. 1703–1714.

42. Van Breusegem F., Slooten L., Stassart J., Moens T., Botterman J., Van Montagu M., Inze D. Overproduction of *Arabidopsis thaliana* FeSOD confers oxidative stress tolerance to transgenic maize // Plant Cell Physiol. 1999. V. 40. P. 515–523.

43. Gao X., Ren Z., Zhao Y., Zhang H. Overexpression of SOD increases salt tolerance of *Arabidopsis* // Plant Physiol. 2003. V. 133. P. 1873–1881.

44. Serenko E.K., Ovchinikova V.N., Kurenina L.V., Baranova E.N., Gulevich A.A., Maysuryan A.N., Kharchenko P.N. Obtaining transgenic

растений томата с геном Fe-зависимой супероксиддисмутазы // Доклады РАСХН. № 4. P. 12–14.

45. Баранова Е.Н., Гулевич А.А., Майсурян А.Н., Лаврова Н.В. Ультраструктурная организация клеток трансгенных растений томата с геном Fe-SOD при засолении питательной среды // Известия ТСХА. 2011. № 1. С. 90–96.

46. Basu U., Good A. G., Taylor G. J. Transgenic *Brassica napus* plants overexpressing aluminium-induced mitochondrial manganese superoxide dismutase cDNA are resistant to aluminium // Plant. Cell Envir. 2001. V. 24. P. 1269–1278.

47. Larkin P.J., Scowcroft W.R. Somaclonal variation – a novel source of variability from cell culture for plant improvement // Theor. Appl. Genet. 1981. V. 60. P. 197–214.

48. Moon D.H., Ottoboni L.M.M., Souza A.P., Sibov S.T., Gaspar M., Arruda P. Somaclonal-variation-induced aluminum-sensitive mutant from an aluminum-inbred maize tolerant line // Plant Cell Rep. 1997. V. 16. P. 686–691.

49. Марченко А.О. Реализация морфогенетического потенциала растительных организмов: калибровочный подход // Журн. общей биологии. 1999. Т. 60. № 6. С. 654–667.

50. Meins F. Jr, Seldran M. Pseudodirected variation in the requirement of cultured plant cells for cell-division factors // Development. 1994. V. 120. P. 1163–1168.

51. Schmulling T., Schafer S., Romanov G. Cytokinins as regulators of gene expression // Physiol. Plant. 1997. V. 100. P. 505–519.

52. Woodward A.W., Bartel B. Auxin: regulation, action, and interaction // Annals Bot. 2005. V. 95. № 5. P. 707–735.

53. Ванюшин Б.Ф. Метилирование ДНК и эпигенетика // Генетика. 2006. Т. 42. № 9. С. 1186–1199.

54. Davletova S., Meszaros T., Miskolczi P. Auxin and heat shock activation of a novel member of the calmodulin like domain protein kinase gene family in cultured alfalfa cells // J. Exp. Bot. 2001. V. 52. P. 215–221.

55. Reiser V., Raitt D.C., Saito H. Yeast osmosensor Sln1 and plant

tomato plants with the gene Fe dependent superoxide dismutase // Doklady Rosselkhozakademii. № 4. P. 12–14 (in Russian).

45. Baranova E.N., Gulevich A.A., Maysuryan A.N., Lavrova N.V. Ultrastructural organization of cells of transgenic tomato plants with gene Fe-SOD in conditions of salinization of the nutrient medium // Izvestiya TSKHA. 2011. № 1. P. 90–96 (in Russian).

46. Basu U., Good A. G., Taylor G. J. Transgenic *Brassica napus* plants overexpressing aluminium-induced mitochondrial manganese superoxide dismutase cDNA are resistant to aluminium // Plant. Cell Envir. 2001. V. 24. P. 1269–1278.

47. Larkin P.J., Scowcroft W.R. Somaclonal variation – a novel source of variability from cell culture for plant improvement // Theor. Appl. Genet. 1981. V. 60. P. 197–214.

48. Moon D.H., Ottoboni L.M.M., Souza A.P., Sibov S.T., Gaspar M., Arruda P. Somaclonal-variation-induced aluminum-sensitive mutant from an aluminum-inbred maize tolerant line // Plant Cell Rep. 1997. V. 16. P. 686–691.

49. Marchenko A.O. Realization of morphogenetic potential of plant organisms: calibration approach // Zhurnal obshchey biologii. 1999. T. 60. № 6. P. 654–667 (in Russian).

50. Meins F. Jr, Seldran M. Pseudodirected variation in the requirement of cultured plant cells for cell-division factors // Development. 1994. V. 120. P. 1163–1168.

51. Schmulling T., Schafer S., Romanov G. Cytokinins as regulators of gene expression // Physiol. Plant. 1997. V. 100. P. 505–519.

52. Woodward A.W., Bartel B. Auxin: regulation, action, and interaction // Annals Bot. 2005. V. 95. № 5. P. 707–735.

53. Vanyushin B.F. DNA methylation and epigenetics // Genetics. 2006. T. 42. № 9. P. 1186–1199 (in Russian).

54. Davletova S., Meszaros T., Miskolczi P. Auxin and heat shock activation of a novel member of the calmodulin like domain protein kinase gene family in cultured alfalfa cells // J. Exp. Bot. 2001. V. 52. P. 215–221.

55. Reiser V., Raitt D.C., Saito H. Yeast osmosensor Sln1 and plant

cytokinin receptor Cre 1 respond to changes in turgor pressure // J. Cell. Biol. 2003. V. 161. P. 1035–1040.

56. Schellenbaum P., Mohler V., Wenzel G., Walter B. Variation in DNA methylation patterns of grapevine somaclones (*Vitis vinifera* L.) // BMC Plant Biol. 2008. V. 8. P. 78–87.

57. Liu L., Shen J., Liu B. Genetic and epigenetic instabilities induced by tissue culture in wild barley (*Hordeum brevisubulatum* (Trin.) // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2007. V. 90. P. 153–168.

58. Koukalova B., Fojtova M., Lim K.Y., Fulnecek J., Leitch R.A., Kovarik A. Dedifferentiation of tobacco cells is associated with ribosomal RNA gene hypomethylation, increased transcription, and chromatin alterations // Plant Physiology. 2005. V. 139. P. 275–286.

59. Cheng C., Daigen M., Hirochika H. Epigenetic regulation of the rice retrotransposon Tos17 // Mol. Genet. Genomics. 2006. V. 276 (4). P. 378–390.

60. Foy C.D., Duncan R.R., Waskon R.M., Miller D.R. Tolerance of sorghum genotypes to an acid, aluminum toxic tatum subsoil // J. Plant Nutr. 1993. V. 161. P. 97–127.

61. Dall'Agnol M., Bouton J.H., Parrott W.A. Screening methods to develop alfalfa germplasms tolerant of acid, aluminum toxic soils // Crop Sci. 1996. V. 36. P. 64–70.

62. Conner A.J., Meredith C.P. Large scale selection of aluminum-resistant mutants from plant cell cultures: expression and inheritance in seedlings // Theor. Appl. Genet. 1985. V. 71. P. 159–165.

63. Arihara A., Kumagai R., Koyama H., Ojima K. Aluminum tolerance of carrot (*Daucus carota* L.) plants regenerated from cell cultures // Soil Sci. Plant Nutr. 1991. V. 37. P. 699–705.

64. Muyuan, Y.Z., Jianwei, P., Lilin, W., Qing, G., Chunyuan, H. Mutation induced enhancement of Al tolerance in barley cell lines // Plant Science. 2003. V. 164. P. 17–23.

65. Shirokikh I.G., Ogorodnikova S.Yu., Dalke I.V., Shupletsova O.N. Biochemical and physiological estimation of barley regenerants obtained in selective systems // Biology Bulletin. 2011. V. 38. № 6. P. 602–607.

cytokinin receptor Cre 1 respond to changes in turgor pressure // J. Cell. Biol. 2003. V. 161. P. 1035–1040.

56. Schellenbaum P., Mohler V., Wenzel G., Walter B. Variation in DNA methylation patterns of grapevine somaclones (*Vitis vinifera* L.) // BMC Plant Biol. 2008. V. 8. P. 78–87.

57. Liu L., Shen J., Liu B. Genetic and epigenetic instabilities induced by tissue culture in wild barley (*Hordeum brevisubulatum* (Trin.) // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2007. V. 90. P. 153–168.

58. Koukalova B., Fojtova M., Lim K.Y., Fulnecek J., Leitch R.A., Kovarik A. Dedifferentiation of tobacco cells is associated with ribosomal RNA gene hypomethylation, increased transcription, and chromatin alterations // Plant Physiology. 2005. V. 139. P. 275–286.

59. Cheng C., Daigen M., Hirochika H. Epigenetic regulation of the rice retrotransposon Tos17 // Mol. Genet. Genomics. 2006. V. 276 (4). P. 378–390.

60. Foy C.D., Duncan R.R., Waskon R.M., Miller D.R. Tolerance of sorghum genotypes to an acid, aluminum toxic tatum subsoil // J. Plant Nutr. 1993. V. 161. P. 97–127.

61. Dall'Agnol M., Bouton J.H., Parrott W.A. Screening methods to develop alfalfa germplasms tolerant of acid, aluminum toxic soils // Crop Sci. 1996. V. 36. P. 64–70.

62. Conner A.J., Meredith C.P. Large scale selection of aluminum-resistant mutants from plant cell cultures: expression and inheritance in seedlings // Theor. Appl. Genet. 1985. V. 71. P. 159–165.

63. Arihara A., Kumagai R., Koyama H., Ojima K. Aluminum tolerance of carrot (*Daucus carota* L.) plants regenerated from cell cultures // Soil Sci. Plant Nutr. 1991. V. 37. P. 699–705.

64. Muyuan, Y.Z., Jianwei, P., Lilin, W., Qing, G., Chunyuan, H. Mutation induced enhancement of Al tolerance in barley cell lines // Plant Science. 2003. V. 164. P. 17–23.

65. Shirokikh I.G., Ogorodnikova S.Yu., Dalke I.V., Shupletsova O.N. Biochemical and physiological estimation of barley regenerants obtained in selective systems // Biology Bulletin. 2011. V. 38. № 6. P. 602–

<p>66. Шуплецова О.Н., Широких И.Г. Создание новых сортов ячменя методами биотехнологии и результаты оценки их хозяйственной ценности // Растения в условиях глобальных и локальных природно-климатических и антропогенных воздействий. Петрозаводск: КНЦ РАН, 2015. С. 606.</p>	<p>607. 66. Shupletsova O.N., Shirokikh I.G. Creation of new barley varieties by biotechnology methods and the results of evaluating their economic value // Rasteniya v usloviyakh globalnikh i lokalnikh prirodno-klimaticheskikh i antropogennikh vozdeystviy. Petrozavodsk: KNCRAN, 2015. P. 606.</p>
<p>Раздел 2</p>	<p>Section 2</p>
<p>Методология и методы исследований. Проблемы и прогнозы</p>	<p>Methodology and research methods. Models and forecasts</p>
<p>Название</p>	<p>Title</p>
<p>Новый метод определения общего содержания хлорофилла в кроне растений</p>	<p>New method of determination of total amount of chlorophyll in the vegetation crown</p>
<p>Авторы</p>	<p>Contributors</p>
<p>Абдуррахманова И. Г., нач. отд. НИИ аэрокосмической информатики, Национальное аэрокосмическое агентство, AZ 1115, Азербайджан, г. Баку, ул. Ахундова, стр. 1</p>	<p>Abdurrahmanova I. H., National Aerospace Agency, 1, Akhundov st., Baku, Azerbaijan, AZ1115</p>
<p>e-mail</p>	<p>e-mail</p>
<p>irada.abdurrahmanova@mail.ru</p>	<p>irada.abdurrahmanova@mail.ru</p>
<p>Аннотация</p>	<p>Abstract</p>
<p>В общем случае хлорофилл в листьях может быть определён с учетом спектра отражения, так как красный участок спектра сильно поглощается хлорофиллом. Однако изменения в красной области спектра отражения в расчете на единицу измерения хлорофилла при увеличении содержания хлорофилла малы. Рост LAI приводит к увеличению содержания хлорофилла в кроне независимо от изменений среднего содержания хлорофилла в листьях. Хлорофилл <i>a</i> и <i>b</i> поглощают меньше радиации в зелёном спектральном диапазоне, а также в диапазоне «Red edge». Индексы «Chl-G» и «Chl-Re» являются более чувствительными к изменению значения содержания хлорофилла в листьях так как в них используются зелёные и красные диапазоны. Триангулярный вегетационный индекс (TGI), вычисляемый по треугольнику с узловыми</p>	<p>Commonly the amount of chlorophyll in leaves can be determined taking into account the reflection spectrum, because the red zone of spectrum is strongly absorbed by chlorophyll. But changes in the red zone of reflection spectrum are low if calculated per unit of chlorophyll measurement upon increase of chlorophyll content. The increase of LAI index leads to increase of content of chlorophyll in the vegetation crown independently from changes of the average amount of chlorophyll in leaves. Chlorophyll <i>a</i> and <i>b</i> absorb less radiation in green spectral zone, as well as in and the «red edge» band. The indices «Chl-G» and «Chl-Re» are more sensitive to changes of leaves chlorophyll content because these indices use green and red spectral zones. Triangular vegetation index (TGI), calculated using a triangle with node points (R_n, R_g) and (λ_g, R_g), R_n is a reflectance coefficient in the</p>

<p>точками (R_n, R_g) и (λ_n, λ_r), где R_n является коэффициентом отражения в ближнем инфракрасном диапазоне; λ_n, λ_r и λ_g являются центральными длинами волн в ближнем инфракрасном, красном и зелёном диапазонах соответственно имеет существенно различные зависимости от содержания хлорофилла $a+b$ и от индекса листевой площади. В статье исследуется возможность определения временного максимума общего содержания хлорофилла в кроне растений с помощью треугольного вегетационного индекса. Получена формула для определения суммарного количества хлорофилла в кроне применительно к моменту стыка вегетационного и репродуктивного циклов в фенологии растений. Показано, что произведение $ChLA$ имеет максимум от треугольного вегетационного индекса TGI. При этом имеет место совпадение максимума $ChLA$ от индекса TGI с максимумом $ChLA$ от текущего времени фенологического цикла T_{fen}. Следовательно, экстремальное значение общего содержания хлорофилла в кроне растений в вегетационном цикле может быть определено с помощью индекса TGI. Показано, что при этом достигается существенное упрощение измерительных процедур и достаточным в этих целях является измерение индекса TGI во временной последовательности вегетационного цикла или нормализованной разницы измеренных спектральных значений в двух диапазонах.</p>	<p>near infrared band, λ_n, λ_r and λ_g are accordingly central wavelengths in near infrared, red and green bands, is characterized by a significantly different dependence on chlorophyll content $a+b$ and on leaf area index. The paper studies the possibility of determination of temporal maximum of total amount of chlorophyll in the vegetation crown with the help of triangular vegetation index. The formula for determination of total amount of chlorophyll in the crown in application to time point of juncture of vegetation and reproduction cycles in the vegetation phenology is derived. It is shown that product $ChLA$ has a maximum of the triangular vegetation index TGI. At the same time the maximums of $ChLA$ depending on TGI coincides with the maximum of $ChLA$ in dependence of current time of phenology cycle T_{fen}. Therefore, the extremum value of total content of chlorophyll in the vegetation crown during the vegetational cycle can be calculated using TGI index. It is shown that it can simplify significantly the measuring procedures and for that purpose it would be enough to measure the TGI index in the temporal sequence of vegetational cycle or normalized difference of measured spectral values in two spectral bands.</p>
<p>Ключевые слова</p>	<p>Keywords</p>
<p>растительность, хлорофилл, спектр, вегетационный индекс, дистанционное зондирование, треугольный индекс</p>	<p>vegetation, chlorophyll, spectrum, vegetation index, remote sensing, triangular index</p>
<p>Литература</p>	<p>References</p>
<p>1. Hunt E.R., Daughtry C.S., Eitel J.U.H., Long D.S. Remote sensing leaf chlorophyll content using a visible band index // Agronomy journal, 2011. V. 103. Issue 4. P. 1090–1099. 2. Daughtry C.S.T., Warthall C.I., Kim M.S., de Colstoun E.B., McMurtrey J.F. Estimating leaf chlorophyll concentration for leaf and canopy reflectance // Remote Sens. Environ., 2000. V. 74. P. 229–239. 3. Gitelson A.A., Gritz Y., Merzlyak M.N. Relationships between leaf</p>	<p>1. Hunt E.R., Daughtry C.S., Eitel J.U.H., Long D.S. Remote sensing leaf chlorophyll content using a visible band index // Agronomy journal, 2011. V. 103. Issue 4. P. 1090–1099. 2. Daughtry C.S.T., Warthall C.I., Kim M.S., de Colstoun E.B., McMurtrey J.F. Estimating leaf chlorophyll concentration for leaf and canopy reflectance // Remote Sens. Environ., 2000. V. 74. P. 229–239. 3. Gitelson A.A., Gritz Y., Merzlyak M.N. Relationships between leaf</p>

<p>chlorophyll content and spectral reflectance algorithms for non-destructive chlorophyll in higher plants // J. Plant Physiol., 2003. V. 160. P. 271–282.</p> <p>4. Giganda V., et.al. Non-destructive determination of maize leaf and canopy chlorophyll content // J. Plant Physiol., 2009. V. 166 (2). P. 157–167.</p> <p>5. Gitelson A.A., Vina A., Rundquist DC., Giganda V., Arkebauer T.J. Remote estimation of canopy chlorophyll content in crops // Geophys Res Lett., 2005. V. 32. L08403.</p> <p>6. Broge N.H., Leblanc E. Comparing predictive power and stability of board band and hyperspectral vegetation indices for estimation of green leaf area index and canopy chlorophyll density // Remote Sens. Environ., 2001. V. 76. P. 156–172.</p> <p>7. Gonzales M.C., Toan T.L., Moreno J., Guanter L. Multi-temporal biophysical parameters from MERIS-FR Data in agricultural areas. MERIS-(A)ATSR Workshop, ESA-ESRIN, Frascati, September 2005. Proceeding of Workshop. P. 132–137.</p> <p>8. Gitelson A.A., Peng Y., Arkebauer T.J., Schepers J. Relationships between gross primary green LAI, and canopy chlorophyll content in maize: Implications for remote sensing of primary production // Remote Sensing Environment. 2014. V. 144. P. 65–72.</p>	<p>chlorophyll content and spectral reflectance algorithms for non-destructive chlorophyll in higher plants // J. Plant Physiol., 2003. V. 160. P. 271–282.</p> <p>4. Giganda V., et.al. Non-destructive determination of maize leaf and canopy chlorophyll content // J. Plant Physiol., 2009. V. 166 (2). P. 157–167.</p> <p>5. Gitelson A.A., Vina A., Rundquist DC., Giganda V., Arkebauer T.J. Remote estimation of canopy chlorophyll content in crops // Geophys Res Lett., 2005. V. 32. L08403.</p> <p>6. Broge N.H., Leblanc E. Comparing predictive power and stability of board band and hyperspectral vegetation indices for estimation of green leaf area index and canopy chlorophyll density // Remote Sens. Environ., 2001. V. 76. P. 156–172.</p> <p>7. Gonzales M.C., Toan T.L., Moreno J., Guanter L. Multi-temporal biophysical parameters from MERIS-FR Data in agricultural areas. MERIS-(A)ATSR Workshop, ESA-ESRIN, Frascati, September 2005. Proceeding of Workshop. P. 132–137.</p> <p>8. Gitelson A.A., Peng Y., Arkebauer T.J., Schepers J. Relationships between gross primary green LAI, and canopy chlorophyll content in maize: Implications for remote sensing of primary production // Remote Sensing Environment. 2014. V. 144. P. 65–72.</p>
Раздел 3	Section 3
Мониторинг антропогенно нарушенных территорий	Monitoring of anthropo-genically disturbed areas
Название	Title
Накопление свинца, меди и цинка базидиомицетами разных эколого-трофических групп в парках г. Кирова	Accumulation of lead, copper, and zinc by Basidiomycetes of different ecological trophic groups in the parks of Kirov
Авторы	Contributors
<p>Д. В. Попыванов¹, аспирант, А. А. Широких^{1,2}, д.б.н., профессор, ¹ Вятский государственный университет, 610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, д. 36, ² Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого, 610007, Россия, г. Киров, ул. Ленина, 166 а</p>	<p>D. V. Popyvanov¹, A. A. Shirokikh² ¹ Vyatka State University, 36 Moskovskaya st., Kirov, Russia, 610000 ² N.V. Rudnitski Zonal North-East Agricultural Research Institute, 166a Lenin st., Kirov, Russia, 610007</p>

e-mail	e-mail
1fast@mail.ru	1fast@mail.ru
Аннотация	Abstract
<p>На территории парков и скверов в различных районах города было собрано и проанализировано 94 образца базидиальных грибов, относящихся к 24 видам, 14 семействам и 4 порядкам (Polyporales, Agaricales, Russulaceae, Boletaceae). Представлены данные по содержанию Cu, Pb, Zn в плодовых телах представителей базидиомицетов разных эколого-трофических групп. Установлено, что между представителями различных эколого-трофических групп наиболее выражены различия в способности аккумулировать медь. Отмечена также достоверная разница между содержанием цинка в базидиомах различных эколого-трофических групп. Способность грибов накапливать Zn снижалась в ряду: микоризообразующие базидиомицеты – сапротрофы – ксилотрофы. Максимальными концентрациями меди характеризовались плодовые тела сапротрофных видов <i>Clitocybe nebularis</i> (84,7 мкг/г) и <i>Agaricus campestris</i> (42,9 мкг/г), цинка – микоризообразующие виды <i>Tricholoma terreum</i> (253,6 мкг/г) и <i>Cortinarius torvus</i> (236,7 мкг/г), свинца – ксилотрофный вид <i>T. gibbosa</i> (5,4 мкг/г). Большинство исследованных видов грибов вообще не накапливали в плодовых телах свинец или накапливали его в незначительных количествах (менее 0,03 мкг/г). По суммарному накоплению ТМ в плодовых телах лидировали представители симбиотрофных микоризообразующих грибов (в среднем 230 мкг/г), существенно уступали им сапротрофные виды (187 мкг/г) и ксилотрофы (117,5 мкг/г). Полученные результаты представляют интерес для развития методов биоиндикации загрязнения ТМ городской среды.</p>	<p>94 samples related to 24 species of Basidiomycetes were collected on the territory of parks and gardens in various parts of the city. All the samples which belong to 14 families, 4 orders (Polyporales, Agaricales, Russulaceae, Boletaceae) were analyzed as for content of heavy metals (HM). The article contain data about concentration of Cu, Pb, Zn in fruit bodies of different species related to different ecological trophic groups (saprotrophs, xylotrophic and mycorrhizal macromycetes). It was stated that the most pronounced differences between different ecological trophic groups are in their ability to accumulate copper. Significant difference in the content of zinc in bodies of Basidiomycetes of different ecological trophic groups was stated. The ability to accumulate Zn can be arranged in order of descending: mycorrhizal macromycetes – saprotrophic – xylotrophic macromycetes. The maximum concentration of copper was characteristic of the fruit bodies of the species <i>Clitocybe nebularis</i> (84.7 µg/g) and <i>Agaricus campestris</i> (42.9 µg/g) belonging to the saprotrophic group, the maximum concentration of zinc was characteristic of the of the fruit bodies of the mycorrhizal macromycetes species <i>Tricholoma terreum</i> (253.6 µg/g) and <i>Cortinarius torvus</i> (236.7 µg/g), and the maximum concentration of lead was characteristic of xylotrophic macromycetes <i>T. gibbosa</i> (5.4 µg/g). Most of the fungi species studied did not accumulate Pb in their fruit bodies, or accumulated it in small amounts (up to 0.03 µg/g). The representatives of mycorrhizal fungi (on the average 230 µg/g) accumulated HM in the fruit bodies most of all, saprotrophic group (187 µg/g) and xylotrophic (117.5 µg/g) accumulated significantly less HM. The results obtained are of interest for the development of bio-indication of urban environment pollution with HM.</p>
Ключевые слова	Keywords
тяжёлые металлы, базидиомицеты, ксилотрофы, микоризообразователи, сапротрофы.	heavy metals, basidiomycetes, xylotrophic macromycetes, mycorrhizal macromycetes, saprotrophic macromycetes.

Литература	References
<p>1. Особенности урбоэкосистем подзоны южной тайги Европейского Северо-Востока / Под ред. Т. Я. Ашихминой, Л. И. Домрачевой. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2012. 282 с.</p>	<p>1. Features of urboecosystems of southern taiga of the European Northeast / Eds. T.Ya. Ashihmina, L.I. Domracheva. Kirov: Izd-vo VyatGGU, 2012. 282 p. (in Russian).</p>
<p>2. Иванов А.И., Костычев А.А., Скобанев А.В., Аккумуляция тяжёлых металлов и мышьяка базидиомами макромицетов различных эколого-трофических и таксономических групп // Поволжский экологический журнал. 2008. № 3. С. 190–199.</p>	<p>2. Ivanov A.I., Kostychev A.A., Skobanev A.V. Accumulation of heavy metals and arsenic by fruit bodies of macromycetes of different ecological trophic and taxonomic groups // Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal. 2008. № 3. P. 190–199 (in Russian).</p>
<p>3. Костычев А.А. Накопление свинца и мышьяка плодовыми телами дикорастущих грибов в условиях Пензенской области // Современная микология в России. М.: Национальная академия микологии, 2012. Т. 3. С. 187.</p>	<p>3. Kostychev A.A. Accumulation of lead and arsenic in fruit bodies of wild mushrooms in the conditions of Penza region // Sovremennaya mikologiya v Rossii. M.: Natsionalnaya akademiya mikologii, 2012. T. 3. 187 p. (in Russian).</p>
<p>4. Широких А.А., Пушкарева Л.В., Широких И.Г. Polyporus squamosus как биоиндикатор загрязнения среды тяжёлыми металлами // Современная микология в России. М.: Национальная академия микологии, 2012. Т. 3. С. 196–197.</p>	<p>4. Shirokikh A.A., Pushkareva L.V., Shirokikh I.G. Polyporus squamosus as a bioindicator of heavy metal pollution // Sovremennaya mikologiya v Rossii. M.: Natsionalnaya akademiya mikologii, 2012. T. 3. P. 196–197 (in Russian).</p>
<p>5. Пельгунов А.Н., Пельгунова Л.А. Аккумуляция тяжёлых металлов грибами на территории национального парка «Плещеево озеро» // Поволжский экологический журнал. 2015. № 2. С. 215–219.</p>	<p>5. Pelgunov A.N., Pelgunova L.A. Heavy metal accumulation by fungi in the National Park «Lake Pleshcheyevo» // Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal. 2015. № 2. P. 215–219 (in Russian).</p>
<p>6. Цветнова О.Б., Шатрова Н.Е., Щеглов А.И. Накопление радионуклидов и тяжёлых металлов грибным комплексом лесных экосистем // Сб. науч. трудов ИЯИ. Киев. 2001. № 3 (5). С. 171–176.</p>	<p>6. Tsvetnova O.B., Shatrova N.E., Shcheglov A.I. The accumulation of radionuclides and heavy metals by the mushroom complex of forest ecosystems // Sb. nauch. trudov IYAI. Kiev. 2001. № 3 (5). P. 171–176 (in Russian).</p>
<p>7. Ниемеля Т. Трутовые грибы Финляндии и прилегающей территории России. Хельсинки: Botanical Museum, Finnish museum of Natural History, 2001. 120 с.</p>	<p>7. Niemela T. Polypores of Finland and adjacent Russia. Helsinki: Botanical Museum, Finnish museum of Natural History, 2001. 120 p. (in Russian).</p>
<p>8. Лессо Т. Грибы: Определитель. М.: ООО «Издательство АСТ», 2003. 304 с.</p>	<p>8. Laessoe T. Fungi: Identification guide. M.: ООО «Izdatelstvo AST», 2003. 304 p. (in Russian).</p>
<p>9. Кибби Дж. Атлас грибов: Определитель видов. СПб.: Амфора, 2009. 269 с.</p>	<p>9. Kibby G. Fungi atlas: Identification guide of species. S-Pb.: Amphora, 2009. 269 p. (in Russian).</p>
<p>10. Отмахов В.И., Петрова Е.В., Пушкарева Т.Н., Островерхова Г.П. Атомно-эмиссионная методика анализа грибов на содержание тяжёлых металлов и использование ее для целей экомониторинга // Изв. Томского политех., унив. 2004. Т. 307. № 6. С. 44–46.</p>	<p>10. Otmakhov V.I., Petrova E.V., Pushkareva T.N., Ostroverkhova G.P. The technique of atomic emission analysis of fungi as for the content of heavy metals and its use in environmental monitoring // Izvestiya</p>

<p>11. Воробьева Л.А. Теория и практика химического анализа почв. М.: Геос, 2006. 400 с.</p> <p>12. Широких А.А., Широких И.Г. Накопление тяжёлых металлов ксилотрофными базидиальными грибами в городских экосистемах // Микология и фитопатология. 2010. Т. 44. Вып. 4. С. 359–366.</p> <p>13. Смит С.Э., Рид Д.Дж. Влияние эктомикоризной колонизации на устойчивость к токсичным ионам металлов // Микоризный симбиоз. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2012. С. 378–381.</p> <p>14. Blaudez D., Jacob C., Turnau K., Colpaert J. V., Ahonen-Jonnarth U., Finlay R., Botton B., Chalot M. Differential responses of ectomycorrhizal fungi to heavy metals <i>in vitro</i> // Mycological Research. 2000. V. 104. P. 1366–1371.</p> <p>15. Andriaensen K., Vralstad T., Noben J.P., Vangronsveld J., Colpaert J.V. Copper – adapted <i>Suillus luteus</i>, a symbiotic solution for pines colonizing Cu mine spoils // Applied and Environmental Microbiology. 2005. V. 71. № 11. P. 7279–7284.</p>	<p>Tomskogo politekh. univ. 2004. T. 307. № 6. P. 44–46. (in Russian).</p> <p>11. Vorobyeva L.A. Theory and practice of chemical soil analysis. M.: Geos, 2006. 400 p. (in Russian).</p> <p>12. Shirokikh A.A., Shirokikh I.G. Heavy metals accumulation by xylophilic Basidiomycetes in urban ecosystems // <i>Micologiya i fitopatologiya</i>. 2010. T. 44. P. 359–366.</p> <p>13. Smith S.E., Reed D.J. Influence of ectomycorrhizas colonization on the resistance to toxic metal ions // <i>Mikoriznyy simbios</i>. M.: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2012. P. 378–381 (in Russian).</p> <p>14. Blaudez D., Jacob C., Turnau K. et al. Differential responses of ectomycorrhizal fungi to heavy metals <i>in vitro</i> // <i>Mycological Research</i>. 2000. Vol. 104. P. 1366–1371.</p> <p>15. Andriaensen K., Vralstad T., Noben J.P., Vangronsveld J., Colpaert J.V. Copper – adapted <i>Suillus luteus</i>, a symbiotic solution for pines colonizing Cu mine spoils // <i>Applied and Environmental Microbiology</i>. 2005. V. 71. № 11. P. 7279–7284.</p>
Раздел 3	Section 3
Мониторинг антропогенно нарушенных территорий	Monitoring of anthropo-genically disturbed areas
Название	Title
Токсичность тяжёлых металлов для растений ячменя, почвенной и ризосферной микрофлоры	Heavy metal toxicity and barley plants, soil and rhizosphere microflora
Авторы	Contributors
<p>С. Г. Скугорева^{1,2}, к.б.н., н.с., А. И. Фокина², к.б.н., доцент, Л. И. Домрачева^{1,3} д.б.н., профессор</p> <p>¹Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН,</p> <p>167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28,</p> <p>²Вятский государственный университет,</p> <p>610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, д. 36,</p> <p>³Вятская государственная сельскохозяйственная академия,</p> <p>610017, Россия, г. Киров, Октябрьский проспект, д. 133</p>	<p>S. G. Skugoreva^{1,2}, A. I. Fokina², L. I. Domracheva^{1,3}</p> <p>¹Institute of Biology of the Komi Science Centre of the Ural Division RAS,</p> <p>28 Kommunisticheskaya st., Syktyvkar, Russia, 167982,</p> <p>²Vyatka State University,</p> <p>36 Moskovskaya st., Kirov, Russia, 610000,</p> <p>³Vyatka State Agricultural Academy,</p> <p>133 Oktyabrsky Prospect, Kirov, Russia, 610017</p>
e-mail	e-mail
skugoreva@mail.ru	skugoreva@mail.ru

<p>Аннотация</p>	<p>Abstract</p>
<p>Исследовали состояние урбаноэмов на содержание тяжёлых металлов (ТМ) в зоне действия горно-металлургического комбината на территории г. Владикавказа (Республика Северная Осетия-Алания). Установлено, что почвы участков, расположенных вблизи ОАО «Электроцинк» имеют чрезвычайно высокий уровень загрязнения подвижными формами свинца и цинка, более чем в 200 раз превышающим значения фона и ПДК.</p> <p>В ходе модельного эксперимента изучена аккумуляция ТМ растениями ячменя сорта Новичок. Установлено, что наибольшим накоплением цинка и свинца отличались растения, выращенные на загрязнённых почвах. Аккумуляция ТМ в корнях была выше, чем в побегах. Однако, по сравнению с почвой, корни содержали меньше ТМ: коэффициент накопления был меньше 1. С увеличением содержания ТМ в почве увеличивалось их содержание в корнях, однако, при этом количество элементов в побегах мало изменялось, что свидетельствует о барьерной функции корней. Всё же даже незначительная аккумуляция побегами свинца (4 ПДК) и цинка (1,44 ПДК) в расчёте на сырую массу приводила к снижению накопления их биомассы в среднем в два раза. Согласно рассчитанным коэффициентам биологического поглощения, свинец является элементом слабого накопления, а медь, никель и цинк – сильного накопления.</p> <p>Изучение особенностей развития микробных комплексов в ризосферной и внешней почве показало, что наиболее сильное влияние ТМ оказывают на азотфиксирующие бактерии. Ризосферный эффект в загрязнённой почве не проявляется так ярко, что обычно бывает характерным для незагрязнённых почв. Существенное подавление всех групп изучаемых микроорганизмов (аммонификаторов, азотфиксаторов, грибов) отмечено на участке № 5 с максимальным уровнем загрязнения почвы ТМ.</p>	<p>The state urban soil was researched as for heavy metals (HM) content within the area of mining and metallurgical complex in the city of Vladikavkaz (the Republic of North Ossetia-Alania). It was found that level of pollution of the soil in the sites located near the JSC «Electrozink» is extremely high. It is contaminated with mobile forms of lead and zinc, the contamination level is more than 200 times higher than the background values and MPC.</p> <p>A model experiment was conducted, the accumulation of HM by barley plants of the species Novichok. It has been established that the greatest lead and zinc accumulation is characteristic of plants which are grown in contaminated soils. The accumulation of HM in roots was higher than in shoots. However, the accumulation of HM in roots is less than in soil: accumulation ratio was less than 1. With the increase of HM in soil the content of HM in the roots also increased, at the same time the amount of HM in shoots changed just a little, which suggests the barrier function of roots. Yet, even a slight accumulation of lead (4 MPC) and zinc (1.44 MPC) in shoots as for wet weight lead to two times decrease in their biomass accumulation on the average. According to biological absorption coefficients calculated lead is an element of poor accumulation, while copper, nickel, and zinc – of strong accumulation.</p> <p>The study of microbial complexes development in rhizosphere and in foreign soil has shown that HM have the strongest influence on nitrogen-fixing bacteria. Rhizosphere effect in polluted soil does not appear to be so evident that usually is typical of uncontaminated soil. Significant suppression of all groups of micro-organisms (ammonifiers, nitrogen-fixing bacteria, fungi) is noted on Site 5 with the maximum level of soil pollution with HM.</p>
<p>Ключевые слова</p>	<p>Keywords</p>
<p>тяжёлые металлы, загрязнение почвы, сорбция, ячмень, ризосферные микроорганизмы, почвенные микроорганизмы, токсичность</p>	<p>heavy metals, contamination of soil, sorption, barley, rhizosphere microorganisms, soil micro-organisms, toxicity</p>

Литература	References
<p>1. Фёдорова Е.В., Одинцева Г.Я. Биоаккумуляция металлов растительностью в пределах малого аэротехногенного загрязнения водосбора // Экология. 2005. № 1. С. 26–31.</p>	<p>1. Fedorova Ye.V., Odintseva G.Ya. The bioaccumulation of metals in vegetation in the affairs of small pre-watershed environmental contamination // Ekologiya. 2005. № 1. P. 26–31 (in Russian).</p>
<p>2. Broos K., Mertens J., Smolders E. Toxicity of heavy metals in soil assessed with various soil microbial and plant growth assays: A comparative study // Environ. Toxicol. and Chem. V. 24. № 3. P. 634–640.</p>	<p>2. Broos K., Mertens J., Smolders E. Toxicity of heavy metals in soil assessed with various soil microbial and plant growth assays: A comparative study // Environ. Toxicol. and Chem. V. 24. № 3. P. 634–640.</p>
<p>3. Горностаева Е.А., Злобин С.С., Сунцова Е.С., Елькина Т.С., Домрачева Л.И., Ашихмина Т.Я. Микробиологический статус почв в зоне действия Кирово-Чепецкого химического комбината // Теор. и прикл. экология. 2012. № 3. С. 44–49.</p>	<p>3. Gornostayeva Ye.A., Zlobin S.S., Suntsova Ye.S., Yelkina T.S., Domracheva L.I., Ashikhmina T.Ya. The microbiological status of soils in the zone of Kirovo-Chepetsk Chemical Plant // Teor. i prikl. ekologiya. 2012. № 3. P. 44–49 (in Russian).</p>
<p>4. Дабах Е.В., Кондакова Л.В., Домрачева Л.И., Злобин С.С. Альго-микологическая оценка состояния почв в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Почвоведение. 2013. № 2. С. 187–194.</p>	<p>4. Dabakh Ye.V., Kondakova L.V., Domracheva L.I., Zlobin S.S. Algo-mycological assessment of soil condition in the zone of influence of Kirovo-Chepetsk Chemical Plant // Pochvovedeniye. 2013. № 2. P. 187–194 (in Russian).</p>
<p>5. Фокина А.И., Ашихмина Т.Я., Домрачева Л.И., Горностаева Е.А., Огородникова С.Ю. Тяжёлые металлы как фактор изменения метаболизма у микроорганизмов (обзор) // Теор. и прикл. экология. 2015. № 2. С. 5–18.</p>	<p>5. Fokina A.I., Ashikhmina T.Ya., Domracheva L.I., Gornostayeva Ye.A., Ogorodnikova S.Yu. Heavy metals as a factor of changes in metabolism of microorganisms (review) // Teor. i prikl. ekologiya. 2015. № 2. P. 5–18 (in Russian).</p>
<p>6. Евдокимова Г.А. Почвенная микробиота как фактор устойчивости почв к загрязнению // Теор. и прикл. экология. 2014. № 2. С. 17–24.</p>	<p>6. Evdokimova G.A. Soil microbiota as a factor of soil resistance to pollution // Teor. i prikl. ekologiya. 2014. № 2. P. 17–24 (in Russian).</p>
<p>7. Krumova E.T., Stoitsova S.R., Paunova-Krasteva T.S., Pashova S.B., Angelova M.B. Copper stress and filamentous fungus <i>Humicolalutea</i> 103 – ultrastructural changes and activities of key metabolic enzymes // Can J. Microbiol. 2012. V. 58. № 12. P. 1335–1343.</p>	<p>7. Krumova E.T., Stoitsova S.R., Paunova-Krasteva T.S., Pashova S.B., Angelova M.B. Copper stress and filamentous fungus <i>Humicolalutea</i> 103 – ultrastructural changes and activities of key metabolic enzymes // Can J. Microbiol. 2012. V. 58. № 12. P. 1335–1343.</p>
<p>8. Jaroslawiecka A., Piotrowska-Seget Z. Lead resistance in microorganisms // Microbiology. 2014. V. 160. № 1. P. 12–25.</p>	<p>8. Jaroslawiecka A., Piotrowska-Seget Z. Lead resistance in microorganisms // Microbiology. 2014. V. 160. № 1. P. 12–25.</p>
<p>9. Лапыгина Е.П., Лысак Л.В., Бакулина Е.А., Звягинцев Д.Г. Устойчивость аутохтонных почвенных бактерий к шоковым биоцидным воздействиям // Почвоведение. 2006. № 11. С. 1363–1367.</p>	<p>9. Lapygina Ye.P., Lysak L.V., Bakulina Ye.A., Zvyagintsev D.G. Resistance of autochthonic soil bacteria to shock biocidal effects // Pochvovedeniye. 2006. № 11. P. 1363–1367 (in Russian).</p>
<p>10. Кондакова Л.В., Домрачева Л.И. Использование водорослей для биоконтроля состояния почвы при её химическом загрязнении // Водоросли: таксономия, экология, использование в мониторинге. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. С. 294–299.</p>	<p>10. Kondakova L.V., Domracheva L.I. Использование водорослей для биоконтроля состояния почвы при её химическом загрязнении // Водоросли: таксономия, экология, использование в мониторинге. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. С. 294–299.</p>

11. Свистова И.Д., Корецкая И.И., Талалайко Н.Н., Сенчакова Т.Ю. Биоразнообразие микромицетов чернозёма природных и антропогенных экосистем // Роль особо охраняемых природных территорий лесостепной и степной природных зон в сохранении и изучении биологического разнообразия. Матер. научно-практ. конф., посвящённой 80-летию Воронежского государственного природного биосферного заповедника, Воронеж, 17–21 сент. 2007. Волгоград, 2007. С. 87–89.

12. Муратова А.Ю. Растительно-микробные ассоциации в условиях углеводородного загрязнения: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Саратов, 2013. 48 с.

13. Горностаева Е.А. Влияние ионов меди и никеля на почвенные цианобактерии и цианобактериальные сообщества: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2015. 26 с.

14. Уткин А.А., Ефремова М.А. исследование особенностей синергизма и антагонизма тяжёлых металлов на примере свинца и кадмия в системе торфяная низинная почва – растение // Гумус и гумусообразование. Санкт-Петербург, 2004. С. 181–184.

15. Шведова Л.В., Чеснокова Т.А., Невский А.В. Миграция тяжёлых металлов в системе «почва – растение» // Инж. экология. 2004. № 6. С. 46–53.

16. Автухович И.Е. Индуцированная фиторемедиация травянистыми растениями грунта, загрязнённого свинцом // Докл. ТСХА. 2009. № 281. С. 136–139.

17. Панин М.С., Койгельдинова М.Т. Накопление цинка растениями видов *Trifolium hybridum* L., *Medicago sativa* L., *Brassica napus* L., *Avena sativa* L. из тёмно- каштановой почвы // Агрехимия. 2010. № 10. С. 59–67.

18. Yong E., Song G., Bian W., Zhang X. Impact of sewage amendment on heavy metal in soils of maize field // *Agrochimica*. 2010. V. 54. № 2. P. 115–128.

19. Буравцев В.Г., Ильинский А.В., Котова Е.А., Головатая Н.Н. Подбор растений для фиторемедиации почв, загрязнённых тяжёлыми

10. Kondakova L.V., Domracheva L.I. The use of algae in biocontrol of state of chemically polluted soil // *Vodorosli: taksonomiya, ekologiya, ispolzovaniye v monitoringe*. Yekaterinburg: UrO RAN, 2011. P. 294–299 (in Russian).

11. Svistova I.D., Koretskaya I.I., Talalayko N.N., Senchakova T.Yu. Biodiversity of mikromycetes in black soil of natural and anthropogenic ecosystems // *Rol osobo okhranyayemykh prirodnikh territoriy lesostepnoy i stepnoy prirodnikh zon v sokhranении i izuchenii biologicheskogo raznoobraziya*. Mater. nauchno-prakt. konf., posvyashchennoy 80-letiyu Voronezhskogo gosudarstvennogo prirodnogo biosfernogo zapovednika, Voronezh, 17–21 sent. 2007. Volgograd, 2007. P. 87–89 (in Russian).

12. Muratova A.Yu. Plant-microbial associations in terms of hydrocarbon contamination: Avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk. Saratov, 2013. 48 p. (in Russian).

13. Gornostayeva Ye.A. Influence of copper and nickel ions on soil cyanobacteria and cyanobacterial communities: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. M., 2015. 26 p. (in Russian).

14. Utkin A.A., Yefremova M.A. Study of features of synergy and antagonism of heavy metals by the example of lead and cadmium in the system lowland peat soil – plant // *Gumus i gumusooobrazovaniye*. Sankt-Peterburg, 2004. P. 181–184 (in Russian).

15. Shvedova L.V., Chesnokova T.A., Nevskiy A.V. The migration of heavy metals in the system «soil – plant» // *Inzh. ekologiya*. 2004. № 6. P. 46–53 (in Russian).

16. Avtukhovich I.E. Induced herbaceous plants phytoremediation of soil contaminated with lead // *Dokl. TSKhA*. 2009. № 281. P. 136–139 (in Russian).

17. Panin M.S., Koygeldinova M.T. Accumulation of zinc by plants of the species *Trifolium-hybridum* L., *Medicago sativa* L., *Brassica napus* L., *Avena sativa* L. in dark chestnut soils // *Agrokhimiya*. 2010. № 10. P. 59–67 (in Russian).

18. Yong E., Song G., Bian W., Zhang X. Impact of sewage amendment on heavy metal in soils of maize field // *Agrochimica*. 2010. V.

металлами // Научно-исследовательские технологии в мелиорации: Материалы I Всероссийского научно-исследовательского конгресса (Костяковские чтения). Москва, 2005. С. 282–285.

20. Геревич Т.С., Лялина Е.И., Горностаева Е.А., Кабалоев З.В. Влияние предприятий г. Владикавказа на содержание тяжёлых металлов в объектах окружающей среды // Экология родного края: проблемы и пути их решения: Матер. Всероссийской молодежной науч.-практ. конф. с международным участием. Киров, 2012. С. 195–198.

21. Зангелиди В.В. Влияние техногенного загрязнения на состояние почв г. Владикавказа: Дисс. канд. биол. наук. Владикавказ, 2009. 120 с.

22. Хубаева Г.П. Охрана окружающей среды утилизацией отходов горно-металлургического производства: дисс. канд. техн. наук. Владикавказ, 2004. 170 с.

23. Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. М.: Изд-во Московского университета, 1964. 229 с.

24. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. М.: Академический проект, 2007. 237 с.

25. ФР.1.31.2012.13573. Методика выполнения измерений массовых долей токсичных металлов в пробах почв атомно-абсорбционным методом. Москва, 2012. 16 с.

26. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. М.: Государственный комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. 8 с.

27. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 488 с.

28. Сборник методик выполнения измерений массовой концентрации ионов меди, свинца, кадмия, цинка, висмута, марганца, никеля и кобальта, методом вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА». М.: НПП ООО «Эконикс-Эксперт», 2004. 61 с.

29. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка

54. № 2. P. 115–128.

19. Buravtsev V.G., Ilinskiy A.V., Kotova Ye.A., Golovataya N.N. Science-intensive technologies in amelioration // Materialy I Vseross. nauchno-issled. konf. (Kostyakovskiye chteniya). Moskva, 2005. P. 282–285 (in Russian).

20. Gerevich T.S., Lyalina Ye.I., Gornostayeva Ye.A., Kabaloyev Z.V. Influence of enterprises of Vladikavkaz on the content of heavy metals in the environment // Ekologiya rodnogo kraya: problemy i puti ikh resheniya: Mater. Vseros. molodezhnoy nauch.-prakt. konf. s mezhdunarodnym uchastiyem. Kirov, 2012. P. 195–198 (in Russian).

21. Zangelidi V.V. Influence of technogenic pollution on soil of Vladikavkaz: Diss. kand. biol. nauk. Vladikavkaz, 2009. 120 p. (in Russian).

22. Khubayeva G.P. Environmental disposal of mining and metallurgical industry waste: Diss. kand. tekhn. nauk. Vladikavkaz, 2004. 170 p. (in Russian).

23. Glazovskaya M.A. Geochemical basics of typology and methodology of studies of natural landscapes. M.: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1964. 229 p. (in Russian).

24. Motuzova G.V., Bezuglova O.S. Environmental monitoring of soil. M.: Akademicheskiy proyekt, 2007. 237 p. (in Russian).

25. FR.1.31.2012.13573. Methods of measurement of mass fraction of toxic metals in soil samples by atomic absorption spectrometry. Moskva, 2012. 16 p. (in Russian).

26. GOST 26213-91. Soils. Methods for determination of organic substance. M.: Gosudarstvennyy komitet standartizatsii i metrologii SSSR, 1991. 8 p. (in Russian).

27. Arinushkina E.V. Manual on chemical analysis of soil. M.: MGU, 1970. 488 p. (in Russian).

28. The collection of methods of measurement of mass concentration of ions of copper, lead, cadmium, zinc, bismuth, manganese, nickel and cobalt, by voltammetry using voltammetric analyzer «Ecotest-VA». M.: NPP OOO «Koniks-Ekspert», 2004. 61 p. (in Russian).

проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. М.: Стандартиформ, 2010. 12 с.

30. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов. М.: Высшая школа, 1988. 328 с.

31. Практикум по микробиологии / Под ред. А.И. Нетрусова. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 608 с.

32. Ревич Б.А., Сагет Ю.Е., Смирнова Р.С., Сорокина Е.П. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. М.: ИМГРЭ, 1982. 112 с.

33. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве / Ревич Б.А., Сагет Ю.Е., Смирнова Р.С. (Утв. 15 мая 1990 г. № 5174-90). М.: ИМГРЭ, 1990. 15 с.

34. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 15 с.

35. ГН 2.1.7.2042-06. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. 11 с.

36. СанПиН 42-123-4089-86. Предельно допустимые концентрации тяжёлых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах. М.: 1986. 56 с.

37. Авессаломов И.А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов: Учебно-методическое пособие. М.: Изд-во Московского университета, 1987. 108 с.

38. Покровская С.Ф. Загрязнение почв тяжёлыми металлами и его влияние на сельскохозяйственное производство. М., 1986. 57 с.

39. Кураков А.В., Звягинцев Д.Г., Филип З. Изменение комплекса гетеротрофных микроорганизмов при загрязнении дерново-подзолистой почвы свинцом // Почвоведение. 2000. № 12. С. 1448–1456.

29. GOST 26929-94. Raw materials and food products. Sample preparation. Mineralization for determination of the content of toxic elements. М.: Standartiform, 2010. 12 p. (in Russian).

30. Glazovskaya M.A. Geochemistry of natural and man-made landscapes. М.: Vysshaya shkola, 1988. 328 p. (in Russian).

31. Workshop on microbiology / Ed. A.I. Netrusov. М.: Izdatelskiy tsentr «Akademiya», 2005. 608 p. (in Russian).

32. Revich B.A., Sayet Yu.E., Smirnova R.S., Soroki-na E.P. Methodical recommendations on geochemical evaluation of contamination of towns with chemical elements. М.: IMGRE, 1982. 112 p. (in Russian).

33. Guidelines on assessment of the degree of atmospheric pollution with heavy metals judging from their content in snow cover and soil in settlements / Revich B.A., Sayet Yu.E., Smirnova R.S. (Utv. 15 maya 1990 g. № 5174-90). М.: IMGRE, 1990. 15 p. (in Russian).

34. Maximum permissible concentration (MPC) of chemicals in soil. Hygienic standards. М.: Federalnyy tsentr gigiyeny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2006. 15 p. (in Russian).

35. GN 2.1.7.2042-06. Approximate permissible concentration (APC) of chemicals in soil. Hygienic standards. М.: Federalnyy tsentr gigiyeny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2006. 11 p. (in Russian).

36. SanPiN 42-123-4089-86. Maximum allowable concentrations of heavy metals and arsenic in food raw materials and food products. М., 1986. 56 p. (in Russian).

37. Avessalomov I.A. Geochemical indicators in the study of landscapes: Teaching aid. М.: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1987. 108 p. (in Russian).

38. Pokrovskaya S.F. Soil pollution with heavy metals and its impact on agricultural production. М., 1986. 57 p. (in Russian).

39. Kurakov A.V., Zvyagintsev D.G., Filip Z. Changing of the complex of heterotrophic microorganisms in contaminated sod-podzolic soil // Pochvovedeniye. 2000. № 12. P. 1448–1456 (in Russian).

Раздел 4	Section 4
Популяционная экология	Population ecology
Название	Title
Личинки ручейников в реках национального парка «Югыд ва» (Республика Коми)	Larvae of caddis flies (Trichoptera) in rivers of the Yugyd Va National Park (Komi Republic)
Авторы	Contributors
В. Н. Шубина , д.б.н., в.н.с., Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, 167982, Россия, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28	V.N. Shubina , Institute of Biology Komi Scientific Center of Ural Branch of RAS, 28, Kommunisticheskaya st., Syktyvkar, Komi Republic, Russia, 167982
e-mail	e-mail
vshubina@ib.komisc.ru	vshubina@ib.komisc.ru
Аннотация	Abstract
<p>Личинки древнего отряда насекомых – ручейников (Trichoptera) – в реках парка «Югыд ва» – основная группа зообентоса и главный объект питания рыб. Фауна ручейников парка насчитывает 59 видов и форм 17 семейств, относящихся к двум подотрядам: Annulipalpia и Integripalpia. Массовое развитие получают немногие виды ручейников. Наибольшее число видов – 19 – принадлежит семейству Limnephilidae, остальные 16 семейств имеют по 1–5 видов. Трихoptерофауна парка характеризуется как голаркто-палеарктическая с присутствием северных и сибирских видов. Степень сходства фауны ручейников парка водотоков Северного и Приполярного Урала составляет по Сёренсену 69,7% и обусловлена генетической близостью этих территорий, общностью гидрологического, гидрохимического, термического режимов рек. Общий экологический характер фауны ручейников парка «Югыд ва» определяют холодолюбивые реофильные и близкие к ним виды, предъявляющие высокие требования к кислородному режиму и чистоте вод и предпочитающие стабильные твердые грунты с растительными обрастаниями. В осенне-летний период в питании основных рыб водотоков парка – хариуса и молоди сёмги – установлено 34 вида ручейников, из них по массе, как правило, в пище рыб</p>	<p>Fauna formation of caddis flies (Trichoptera) in the Yugyd Va National Park, which is located on west slopes of the Northern and sub-Polar Urals, depends on the geographical location of the park (high latitude, natural border between Europe and Asia), severe climate, serious geographical history of the area, and various ecological environmental factors in mountain rivers. Now, water fauna is strongly impacted not only by natural processes but also anthropogenically.</p> <p>Larvae of the ancient insect order – caddis flies – are the principle group of bottom invertebrates and the main nutrition source for fish in rivers of the Yugyd Va National Park. They take 35–50% total zoobenthos biomass in open water period. In winter typical species of caddis flies continue growth and development under ice: biomass of these hydrobionts at pupa stage attains 90% total bottom population biomass towards end winter-early spring.</p> <p>Fauna of caddis flies counts 59 species and varieties of 17 families and two suborders: <i>Annulipalpia</i> (21 species and varieties of 7 families) and <i>Integripalpia</i> (38 species and varieties of 10 families). The highest number of species (19) belongs to <i>Limnephilidae</i> family, the least 16 families have 1–5 species each. Trichoptera fauna of the park is of a holarctic-paleartic type</p>

<p>преобладают один-три вида ручейников, которые доминируют в это время и в бентосе.</p>	<p>with some northern and Siberian species. The similarity degree of Trichoptera fauna between water streams in the Northern and sub-Polar Urals comprises 69.7% (by Syerensen) and is conditioned by the genetic similarity of the areas, common hydrologic, hydrochemical, and thermal river regimes.</p> <p>Ecologically, Trichoptera fauna in the Yugyd Va National Park is dominated by cryophilous rheophilic and similar species which are highly sensitive to oxygen regime and water purity, and prefer stable solid grounds with vegetation. But here you can meet some species with a relatively broad ecological plasticity to several factors as they have to adapt to unstable hydrological conditions in mountain rivers. The majority of caddis flies in the park are oligosaprobites being highly sensitive to oxygen regime and water purity. Only few species are mesosaprobites which inhabit slightly polluted waters.</p> <p>In autumn-summer period, nutrition diet of the major fish species in water streams of the park, i.e. grayling and salmon, 34 species of caddis flies were found. One-three species of <i>Trichoptera</i> prevail in fish food by weight and they also dominate in benthos at that time of the year.</p>
<p>Ключевые слова</p>	<p>Keywords</p>
<p>река, зообентос, ручейники, фауна, вид, семейство, биомасса</p>	<p>river, zoobenthos, <i>Trichoptera</i>, fauna, species, family, biomass</p>
<p>Литература</p>	<p>References</p>
<p>1. Национальный парк «Югыд ва». М.: ДИК, 2001. 208 с. 2. Качалова О.Л. Ручейники рек Латвии. Рига: Зинатне, 1972. 216 с. 3. Шубина В.Н. Гидробиология лососевой реки Северного Урала. Л.: Наука, 1986. 158 с. 4. Лепнева С.Г. Ручейники. М.-Л.: Наука, 1964. 560 с.; 1966. 560 с. (Фауна СССР; Нов. сер., № 95. Т. II. Вып. 1.; Т. II. Вып. 2). 5. Limnofauna Europaea / Hrsg. von Joachim Illies. Stuttgart; New York; Amsterdam: Gustav Fisher Verlag Swets @ Zeittinger B.V., 1978. 532 P. 6. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5 Высшие насекомые / Под общ. ред. С.Я. Цалолыхина. СПб.: Наука, 2001. 836 с. 7. Sørensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to</p>	<p>1. National Park «Yugyd va». M.: DIK, 2001. 208 p. (in Russian). 2. Kachalova O.L. Caddis flies of the Latvian rivers. Riga: Zinatne, 1972. 216 p. (in Russian). 3. Shubina V.N. Hydrobiology of the salmon river in the Northern Urals. L.: Nauka, 1986. 158 p. (in Russian). 4. Lepneva S.G. Caddis flies. M; L.: Nauka, 1964. 560 p.; 1966. 560 p. (Fauna SSSR; Nov. ser. № 95. T. II. Vyp. 1; T. II. Vyp. 2) (in Russian). 5. Limnofauna Europaea / Hrsg. von Joachim Illies. Stuttgart; New York; Amsterdam: Gustav Fisher Verlag Swets @ Zeittinger B. V., 1978. 532 P. 6. Identification Guide to Freshwater invertebrates of Russia and adjacent land. V. 5. Higher insects / Ed. S.Ya. Tsalolikhin. SPb.: Nauka, 2001. 836 p. (in Russian).</p>

<p>analyses of the vegetation on Danish commons // Biol. Skr. 1948. V. 5. P. 1–34.</p> <p>8. Шорыгин А.А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря. М.: Пищепромиздат, 1952. 268 с.</p> <p>9. Шубина В.Н. Ручейники (Trichoptera) водоёмов Печорского бассейна. СПб.: Наука, 2012. 183 с.</p> <p>10. Жадин В.И. Общие вопросы, основные понятия и задачи гидробиологии пресных вод // Жизнь пресных вод. М; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. Т. III. С. 7–112.</p> <p>11. Влияние разработки россыпных месторождений Приполярного Урала на природную среду. Сыктывкар, 1994. 167 с. (Коми НЦ УрО РАН).</p> <p>12. Шубина В.Н., Шубин Ю.П. Влияние эксплуатации газопровода СРТО-Торжок на сообщества гидробионтов лососевых рек Северного Урала// Водные организмы в естественных и трансформированных экосистемах европейского Северо-Востока. Сыктывкар, 2002. С. 114–125. (Тр. Коми НЦ УрО РАН; № 170).</p> <p>13. Константинов А.С. Общая гидробиология. М.: Высшая школа, 1979. 480 с.</p> <p>14. Лоскутова О.А. Амфибиотические насекомые в бентосе рек западного склона Полярного и Приполярного Урала // Матер. II Всерос. симпозиума по амфибиотическим и водным насекомым. Воронеж, 2004. С. 109–110.</p> <p>15. Зверева О.С. Особенности биологии главных рек Коми АССР. Л.: Наука, 1969. 279 с.</p> <p>16. Яковлев В.А. Пресноводный зообентос северной Фенноскандии (разнообразие, структура и антропогенная динамика). Апатиты: Изд. Кольского НЦ РАН, 2005. Ч. 2. 145 с.</p> <p>17. Шубина В.Н. Бентос лососевых рек Урала и Тимана. СПб.: Наука, 2006. 401 с.</p> <p>18. Мантейфель Б.П. Адаптивное значение периодических миграций водных организмов // Вопр. ихтиологии. 1959. Т. 5. Вып. 13. С. 3–15.</p> <p>19. Сидоров Г.П., Решетников Ю.С. Лососеобразные рыбы водоёмов европейского Северо-Востока. М.: Тов-во научн. изданий КМК, 2014. 346 с.</p> <p>20. Красная книга Республики Коми. М.: ДИК, 1998. 527 с.</p>	<p>7. Sørensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons // Biol. Skr. 1948. V. 5. P. 1–34 (in Russian).</p> <p>8. Shorygin A.A. Nutrition and nutrition interactions of fish species in the Caspian Sea. M.: Pishchepromizdat, 1952. 268 p. (in Russian).</p> <p>9. Shubina V.N. Caddis flies (Trichoptera) of the water bodies of the Pechora basin. SPb.: Nauka, 2012. 183 p. (in Russian).</p> <p>10. Zhadin V.I. General issues, main ideas and tasks of freshwater hydrobiology // Zhizne presnykh vod. M; L.: Izd-vo AN SSSR, 1950. T. III. P. 7–112 (in Russian).</p> <p>11. Impact of placer deposits development on the environment in the sub-Polar Urals. Syktyvkar, 1994. 167 p. (Komi NTS UrO RAN) (in Russian).</p> <p>12. Shubina V.N., Shubin Yu.P. Impact of the SRTO-Torzhok gas pipeline on hydrobiont communities of salmon rivers in the Northern Urals / Vodnye organizmy v yestestvennykh i transformirovannykh ekosistemakh yevropeyskogo Severo-Vostoka. Syktyvkar, 2002. P. 114–125. (Tr. Komi NTS UrO RAN; № 170) (in Russian).</p> <p>13. Konstantinov A.S. Total hydrobiology. M.: Vysshaya shkola, 1979. 480 p. (in Russian).</p> <p>14. Loskutova O.A. Amphibiotic insects in river benthos of the western slope in the Polar and sub-Polar Urals // Mater. II Vseros. simpoziuma po amfibioticheskim i vodnym nasekomym. Voronezh, 2004. P. 109–110 (in Russian).</p> <p>15. Zvereva O.S. Biology of the main rivers of the Komi ASSR. L.: Nauka, 1969. 279 p. (in Russian).</p> <p>16. Yakovlev V.A. Freshwater zoobenthos of Northerhern Fennoscandia (diversity, structure and anthropogenic dynamic). Apatity: Izd. Koleskogo NTS RAN, 2005. Ch. 2. 145 p. (in Russian).</p> <p>17. Shubina V.N. Benthos of salmon rivers of the Ural and Timan Mountains. SPb.: Nauka, 2006. 401 p. (in Russian).</p> <p>18. Manteyfele B.P. Adaptive importance of water organisms regular migrations.// Vopr. ikhtiologii, 1959. T. 5. Vyp. 13. P. 3–15 (in Russian).</p>
--	---

	<p>19. Sidorov G.P., Reshetnikov Yu.S. Salmon fish species in water bodies of the European North-East. M.: Tov-vo nauchn. izdaniy KMK, 2014 346 p. (in Russian).</p> <p>20. The Red Data Book of the Komi Republic. M.: DIK, 1998. 527 p. (in Russian).</p>
--	---

Раздел 5	Section 5
Экотоксикология	Ecotoxicology
Название	Title
Биологические последствия радиоактивного загрязнения для мышевидных грызунов в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС	Biological consequences of radioactive contamination for rodents in the exclusion zone of the Chernobyl NPP
Авторы	Contributors
<p>А. И. Таскаев¹, к.б.н., директор, Л. Д. Материй¹, к.б.н., с.н.с., А. Г. Кудяшева¹, д.б.н., зав. лабораторией, О. В. Ермакова¹, д.б.н., в.н.с., Л. А. Башлыкова¹, к.б.н., с.н.с., Н. Г. Загорская¹, н.с., Л. Н. Шишкина², д.х.н., профессор, зав. лабораторией, ¹ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28, ² Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, 119334, Россия, г. Москва, ул. Косыгина, д. 4</p>	<p>A.I. Taskaev¹, L.D. Materiy¹, A.G. Kudyasheva¹, O.V. Ermakova¹, L.A. Baschlikova¹, N.G. Zagorskya¹, L.N. Shishkina², ¹ Institute of Biology of the Komi Science Centre of the Ural Division RAS, 28 Kommunisticheskaya st., Syktyvkar, Russia, 167982, ² N.M. Emanuel Science Institute of Biochemical Physics RAS, 4 Kosygin st., Moscow, Russia, 119334</p>
e-mail	e-mail
kud@ib.komisc.ru	kud@ib.komisc.ru
Аннотация	Abstract
<p>Проведены мониторинговые исследования влияния радиоактивного загрязнения в 30-километровой зоне аварии на Чернобыльской АЭС на организм мышевидных грызунов разных видов в течение 1986–1993 гг. и 2007 г. с использованием экологических, радиохимических, морфологических, гематологических, гистоморфологических, цитогенетических, биохимических и биофизических методов. Прослежены этапы формирования и развития изменений в основных системах организма и изучены процессы их</p>	<p>Monitoring of the radioactive contamination effects on the organism of different species of rodents was carried out in a 30-km zone of the Chernobyl accident in 1986–1993 and 2007 using ecological, radiochemical, morphophysiological, hematological, histomorphological, cytogenetic, biochemical and biophysical methods. The stages of forming and developing changes in the major systems of the organism were observed and the regulation processes in several generations of rodents inhabiting in the Chernobyl accident zone were studied. Despite the</p>

<p>регуляции у нескольких поколений мышевидных грызунов, обитающих в аварийной зоне ЧАЭС. Несмотря на их внешнее благополучие, обнаружены многочисленные структурные, морфологические, биохимические, биофизические, цитогенетические изменения в клетках и тканях обследованных зверьков. Нарушение корреляционных взаимосвязей между различными показателями позволяет сделать вывод о качественных изменениях состояния популяций мышевидных грызунов в результате длительного обитания на радиоактивно загрязнённых территориях. Нарушения в системе регуляции перекисного окисления липидов и дезинтеграция энергетического обмена, процессов кроветворения, дисбаланс органов эндокринной системы, цитогенетические нарушения в половых и соматических клетках могут являться следствием срыва стабилизирующих механизмов либо ускоренного истощения резервных возможностей исследуемых систем.</p>	<p>external well-being numerous structural, morphological, biochemical, biophysical, cytogenetic changes in cells and tissues of animals were found. Disturbances in correlation between different indices allow us to conclude that qualitative changes in the state of the rodent populations took place as a result of their inhabiting the radioactively contaminated areas for a long time. Disturbances in the lipid peroxidation regulatory system and disruption of energy exchange, blood formation processes, imbalance in the organs of the endocrine system, cytogenetic disturbances in germinal and somatic cells should be the result of the failure in stabilizing mechanisms or the accelerated exhaustion of the reserve capabilities of the systems under investigation.</p>
<p>Ключевые слова</p>	<p>Keywords</p>
<p>мониторинг, 30-километровая зона, авария на Чернобыльской АЭС, мышевидные грызуны, биологические последствия.</p>	<p>monitoring, 30-km zone, the Chernobyl accident, mouse-like rodents, biological consequences.</p>
<p>Литература</p>	<p>References</p>
<p>1. Кудяшева А.Г., Шишкина Л.Н., Загорская Н.Г., Таскаев А.И. Биохимические механизмы радиационного поражения природных популяций мышевидных грызунов. СПб.: Наука, 1997. 156 с. 2. Кудяшева А.Г., Шишкина Л.Н., Шевченко О.Г., Башлыкова Л.А., Загорская Н.Г. Биологические эффекты радиоактивного загрязнения в популяциях мышевидных грызунов. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 214 с. 3. Материй Л.Д., Ермакова О.В., Таскаев А.И. Морфофункциональная оценка состояния организма мелких млекопитающих в радиоэкологических исследованиях (на примере полёвки-экономки). Сыктывкар, 2003. 164 с. 4. Кудяшева А.Г., Шишкина Л.Н., Шевченко О.Г., Башлыкова Л.А., Загорская Н.Г. Мониторинг популяций полёвок-экономок (<i>Microtus oeconomus</i> Pall), обитающих в условиях повышенного радиационного фона // Радиационная биология. Радиоэкология. 2004. Т. 44. № 3. С. 262–268.</p>	<p>1. Kudyasheva A.G., Shishkina L.N., Zagorskaya N.G., Taskaev A.I. Biochemical Mechanisms of Radiation Damage in the Natural Populations of Rodents. SPb.: Nauka, 1997. 156 p. (in Russian). 2. Kudyasheva A.G., Shishkina L.N., Shevchenko O.G., Bashlykova L.A., Zagorskaya N.G. Biological Effects of Radioactive Contamination in Populations of Rodents. Ekaterinburg: UrO RAN, 2004. 214 p. (in Russian). 3. Materiy L.D., Ermakova O.V., Taskaev A.I. Morphofunctional Assessment of the State of Organisms of Small Mammals in Radioecological Research (by the example of root vole). Syktyvkar, 2003. 164 p. (in Russian). 4. Kudyasheva A.G., Shishkina L.N., Shevchenko O.G., Bashlykova L.A., Zagorskaya N.G. Monitoring of populations of tundra vole (<i>Microtus oeconomus</i> Pall.) inhabiting the areas with the increased radiation background // Radiats. biologiya. Radioecologiya. 2004. T. 44. № 3. P. 262–268 (in Russian).</p>

<p>5. Маслова К.И., Материй Л.Д., Ермакова О.В., Таскаев А.И. Атлас патоморфологических изменений у полёвок-экономок из очагов локального радиоактивного загрязнения. СПб.: Наука, 1994. 192 с.</p> <p>6. Ermakova O.V. Comparative morphological analysis of peripheral endocrine glands of small mammals inhabiting areas with high levels of radioactivity and exposed to chronic irradiation in model experiments // Biophysics. 2011. T. 56. № 1. P. 135–139.</p> <p>7. Таскаев А.И., Башлыкова Л.А., Зайнуллин В.Г. Эколого-генетический мониторинг мышевидных грызунов из популяций, подвергшихся хроническому облучению // Радиационная биология. Радиоэкология. 2010. Т. 50. № 5. С. 560–571.</p> <p>8. Kudyasheva A.G., Shishkina L.N., Zagorskaya N.G., Taskaev A.I. Biochemical consequences of radioactive contamination in the exclusion zone of the Chernobyl accident in populations of wild rodent / 20 years after the Chernobyl accident: past, present and future / Eds. E.B. Burlakova and V.I. Naidich. Nova Science Publishers: New York, 2006. P. 303–329.</p> <p>9. Shishkina L.N., Kudyasheva A.G., Zagorskaya N.G., Shevchenko O.G., Taskaev A.I. Participation of the lipid peroxidation processes in mechanism of the wild rodent adaptation to radioactive contamination of the Chernobyl NPP zone / The lessons of Chernobyl: 25 years later / Eds. E.B. Burlakova and V.I. Naidich. Nova Science Publishers: New York, 2012. P. 187–208.</p>	<p>5. Maslova K.I., Materiy L.D., Ermakova O.V., Taska-ev A.I. Atlas of pathomorphological changes in voles from the areas of local radioactive contamination. SPb.: Nauka, 1994. 192 p. (in Russian).</p> <p>6. Ermakova O.V. Comparative morphological analysis of peripheral endocrine glands of small mammals inhabiting areas with high levels of radioactivity and exposed to Chronic irradiation in model experiments // Biophysics. 2011. T. 56. № 1. P. 135–139 (in Russian).</p> <p>7. Taskaev A.I., Bashlykova L.A., Zainullin V.G. Ecological and genetic monitoring of Muridae from the populations which have been suffering from chronic radiation // Radiats. biologiya. Radioecologiya. 2010. T. 50. № 5. P. 560–571 (in Russian).</p> <p>8. Kudyasheva A.G., Shishkina L.N., Zagorskaya N.G., Taskaev A.I. Biochemical consequences of radioactive contamination in the exclusion zone of the Chernobyl accident in populations of wild rodent / 20 years after the Chernobyl Accident: past, present and future / Eds. E.B. Burlakova and V.I. Naidich. Nova Science Publishers: New York, 2006. P. 303–329.</p> <p>9. Shishkina L.N., Kudyasheva A.G., Zagorskaya N.G., Shevchenko O.G., Taskaev A.I. Participation of the lipid peroxidation processes in mechanism of the wild rodent adaptation to radioactive contamination of the Chernobyl NPP zone / The Lessons of Chernobyl: 25 Years Later / Eds. E.B. Burlakova and V.I. Naidich. Nova Science Publishers: New York, 2012. P. 187–208.</p>
Раздел 5	Section 5
Экотоксикология	Ecotoxicology
Название	Title
Сравнение эффективности двух способов переработки муниципальных органических отходов (на примере Казани)	Comparing the effectiveness of two methods of processing municipal organic waste (by the example of Kazan)
Авторы	Contributors
П. А. Курынцева , ассистент, П. Ю. Галицкая , к. б. н., доцент, Л. Р. Бикташева , аспирант, С. Ю. Селивановская , д. б. н., профессор, Институт экологии и природопользования ФГАОУ ВО «Казанский федеральный университет»	P.A. Kuryntseva, P.Yu. Galitskaya, L.R. Biktasheva, S.Yu. Selivanovskaya , Institute of Environmental Sciences, Kazan Federal University, 18 Kremlevskaya st., Kazan, Russia, 420008

420008, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18	
e-mail	e-mail
svetlana.selivanovskaya@kpfu.ru	svetlana.selivanovskaya@kpfu.ru
Аннотация	Abstract
<p>Осадок сточных вод (ОСВ), отсев твёрдых коммунальных отходов (ОТС) и их смесь (2:1) были подвергнуты трём видам биологической переработки в лабораторных условиях. При сбраживании в течение 25 сут выход биогаза для ОСВ составил 73, для ОТС – 46 и для ОТС+ОСВ – 125 мл/г с.в. При компостировании в течение 90 сут респираторная активность изменялась в пределах 66–178 мг CO₂-C/кг · сут, при последовательном сбраживании и компостировании – от 51 до 108 мг CO₂-C/кг · сут. Также была оценена токсичность конечных продуктов переработки. Показано, что переработка смеси является более целесообразной по сравнению с индивидуальными субстратами, и что, исходя из токсичности продуктов, оптимальными методами переработки являются компостирование и последовательное сбраживание и компостирование. Для последних было проведено сравнение экономической эффективности на основании соотношений доходов и затрат. Установлено, что дисконтированный срок окупаемости модельного предприятия, осуществляющего переработку муниципальных отходов города-миллионника (на примере Казани), составляет 4 года для компостирования и 3,7 лет для последовательного анаэробного сбраживания и компостирования.</p>	<p>Sewage sludge (SS), organic fraction of municipal solid waste (OFMSW) and their mixture (in 2:1 ratio) were treated by three biological methods: anaerobic digestion, composting, and subsequent digestion and composting. After digestion for 25 days biogas yield for SS was 73, for OFMSW – 46 and for the mixture SS+OFMSW – 125 mL g⁻¹ DM. After 90 days of composting, respiratory activity of the raw wastes ranged from 66 to 178 mg CO₂-C kg⁻¹ d⁻¹, and of the preliminary digested samples – from 51 to 108 mg CO₂-C kg⁻¹ d⁻¹. Then ecotoxicity of the initial wastes, their mixtures and final products of three treatments was estimated using elutriate bioassays with water flea <i>Daphnia magna</i> and infusorium <i>Paramecium caudatum</i>, and contact bioassay with higher plant <i>Avena sativa</i>. On the basis of ecotoxicity assessment results it was concluded that the treatment of mixture is more efficient as compared with separate initial wastes, and that composting and subsequent digestion and composting are the two preferable methods of treatment. Then economic efficiency of these two methods for SS+OFMSW was compared. In the calculations, a model company operating all municipal wastes in the city with 1 million population (by the example of Kazan) was used. It was demonstrated that the length of the discounted payback period is 4 years for composting and 3.7 years for subsequent digestion and composting.</p>
Ключевые слова	Keywords
анаэробное сбраживание, компостирование, биотехнология, экономическая эффективность, осадок сточных вод, отсев твёрдых коммунальных отходов (ТКО)	anaerobic digestion, composting, biotechnology, economic efficiency, sewage sludge, organic fraction of municipal solid waste
Литература	References
1. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2014 году». 2015. 531 с.	1. State report «On the state and Environmental Protection of the Russian Federation in 2013». 2013. 531 p. (in Russian). 2. Sosnowski P., Wiczorek A., Ledakowicz S. Anaerobic co-

- | | |
|---|--|
| <p>2. Sosnowski P., Wieczorek A., Ledakowicz S. Anaerobic co-digestion of sewage sludge and organic fraction of municipal solid wastes // <i>Adv. Environ. Res.</i> 2003. Vol. 7. № 3. P. 609–616.</p> <p>3. Chiu S.-F., Chiu J.-Y., Kuo W.-C. Biological stoichiometric analysis of nutrition and ammonia toxicity in thermophilic anaerobic co-digestion of organic substrates under different organic loading rates // <i>Renew. Energy.</i> 2013. Vol. 57. P. 323–329.</p> <p>4. Weiland P. Biogas production: current state and perspectives // <i>Appl. Microbiol. Biotechnol.</i> 2010. Vol. 85. № 4. P. 849–860.</p> <p>5. Alkanok G., Demirel B., Onay T.T. Determination of biogas generation potential as a renewable energy source from supermarket wastes // <i>Waste Manag.</i> 2014. Vol. 34. № 1. P. 134–140.</p> <p>6. Lisboa M.S., Lansing S. Characterizing food waste substrates for co-digestion through biochemical methane potential (BMP) experiments // <i>Waste Manag.</i> 2013. Vol. 33. № 12. P. 2664–2669.</p> <p>7. Long J.H., Aziz N.T., de los Reyes III F.L., Ducoste J.J. Anaerobic co-digestion of fat, oil, and grease (FOG): A review of gas production and process limitations // <i>Process Saf. Environ. Prot.</i> 2012. Vol. 90. № 3. P. 231–245.</p> <p>8. Vaneckhaute C., Meers E., Michels E., Buysse J., Tack F.M.G. Ecological and economic benefits of the application of bio-based mineral fertilizers in modern agriculture // <i>Biomass and Bioenergy.</i> 2013. Vol. 49. P. 239–248.</p> <p>9. Elango D., Pulikesi M., Baskaralingam P., Ramamurthi V., Sivanesan S. Production of biogas from municipal solid waste with domestic sewage. // <i>J. Hazard. Mater.</i> 2007. Vol. 141. № 1. P. 301–304.</p> <p>10. Borowski S. Co-digestion of the hydromechanically separated organic fraction of municipal solid waste with sewage sludge // <i>J. Environ. Manage.</i> 2015. Vol. 147. P. 87–94.</p> <p>11. Epstein E. <i>The Science of Composting</i> – CRC Press Book [Electronic resource]. 1997. URL: https://www.crcpress.com/The-Science-of-Composting/Epstein/9781566764780 (accessed: 17.08.2015).</p> <p>12. ГОСТ 26423-85 Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки. 1985. 7 с.</p> | <p>digestion of sewage sludge and organic fraction of municipal solid wastes // <i>Adv. Environ. Res.</i> 2003. Vol. 7. № 3. P. 609–616.</p> <p>3. Chiu S.-F., Chiu J.-Y., Kuo W.-C. Biological stoichiometric analysis of nutrition and ammonia toxicity in thermophilic anaerobic co-digestion of organic substrates under different organic loading rates // <i>Renew. Energy.</i> 2013. Vol. 57. P. 323–329.</p> <p>4. Weiland P. Biogas production: current state and perspectives // <i>Appl. Microbiol. Biotechnol.</i> 2010. Vol. 85. № 4. P. 849–860.</p> <p>5. Alkanok G., Demirel B., Onay T.T. Determination of biogas generation potential as a renewable energy source from supermarket wastes // <i>Waste Manag.</i> 2014. Vol. 34. № 1. P. 134–140.</p> <p>6. Lisboa M.S., Lansing S. Characterizing food waste substrates for co-digestion through biochemical methane potential (BMP) experiments // <i>Waste Manag.</i> 2013. Vol. 33. № 12. P. 2664–2669.</p> <p>7. Long J.H., Aziz N.T., de los Reyes III F.L., Ducoste J.J. Anaerobic co-digestion of fat, oil, and grease (FOG): A review of gas production and process limitations // <i>Process Saf. Environ. Prot.</i> 2012. Vol. 90. № 3. P. 231–245.</p> <p>8. Vaneckhaute C., Meers E., Michels E., Buysse J., Tack F.M.G. Ecological and economic benefits of the application of bio-based mineral fertilizers in modern agriculture // <i>Biomass and Bioenergy.</i> 2013. Vol. 49. P. 239–248.</p> <p>9. Elango D., Pulikesi M., Baskaralingam P., Ramamurthi V., Sivanesan S. Production of biogas from municipal solid waste with domestic sewage // <i>J. Hazard. Mater.</i> 2007. Vol. 141. № 1. P. 301–304.</p> <p>10. Borowski S. Co-digestion of the hydromechanically separated organic fraction of municipal solid waste with sewage sludge // <i>J. Environ. Manage.</i> 2015. Vol. 147. P. 87–94.</p> <p>11. Epstein E. <i>The Science of Composting</i> – CRC Press Book [Electronic resource]. 1997. URL: https://www.crcpress.com/The-Science-of-Composting/Epstein/9781566764780 (accessed: 17.08.2015).</p> <p>12. GOST 26423-85. Methods of assessment of conductivity, pH, and the solid residue of the aqueous extract. 1985. 7 p. (in Russian).</p> |
|---|--|

<p>13. ГОСТ 28268–89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. 2006. 8 с.</p> <p>14. ISO 14235:1998. Soil quality – Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation. 1998. 5 p.</p> <p>15. ISO 11261:1995. Soil quality – Determination of total nitrogen – Modified Kjeldahl method. 1995. 4 p.</p> <p>16. ФР.1.39.2003.00923. Методика определения токсичности отходов, почв, осадков сточных вод, сточных, и очищенных сточных, поверхностных, грунтовых и питьевых вод методом биотестирования с использованием равноресничных инфузорий <i>Paramecium caudatum</i>. 2003. 20 с.</p> <p>17. ПНД Ф Т 14.1:2:4.12-06 Т 16.1:2.3.3.9-06. Токсикологические методы анализа. Методика определения острой токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по смертности дафний (<i>Daphnia magna</i> S.). 1999. 31 с.</p> <p>18. ISO 11269-2:2012. Soil quality – Determination of the effects of pollutants on soil flora Part 2: Effects of contaminated soil on the emergence and early growth of higher plants. 2012. 19 p.</p> <p>19. Zucconi F., Pera A., Forte M., De Bertoldi M. Evaluating toxicity of immature compost [Phytotoxicity]. JG Press, 1981.</p> <p>20. ISO 16072:2002. Soil quality – Laboratory methods for determination of microbial soil respiration. 2002.</p> <p>21. Альт-инвест [Electronic resource]. URL: http://www.alt-invest.ru/index.php/ru/programmy</p> <p>22. Постановление Правительства РФ от 28.08.1992 N 632 (ред. от 26.12.2013) «Об утверждении Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия». 1992. 4 с.</p> <p>23. Wang P., Changa C.M., Watson M.E., Dick W.A., Chen Y., Hoitink H.A.J. Maturity indices for composted dairy and pig manures // Soil Biol. Biochem. 2004. Vol. 36. № 5. P. 767–776.</p>	<p>13. GOST 28268-89. Soils. Methods of assessing moisture content, the maximum absorbent moisture and stable plants wilting moisture. 2006. 8 p. (in Russian).</p> <p>14. ISO 14235:1998. Soil quality – Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation. 1998. 5 p. (in Russian).</p> <p>15. ISO 11261:1995. Soil quality – Determination of total nitrogen – Modified Kjeldahl method. 1995. 4 p. (in Russian).</p> <p>16. ФР.1.39.2003.00923. Methods of assessing toxicity of wastes, soil, sewage sludge, waste water, and of renovated, surface, ground, and drinking water with the biotesting method using holotrichs <i>Paramecium caudatum</i>. 2003. 20 p. (in Russian).</p> <p>17. ПНД Ф 14.1 Т:2:4.12-06 16.1 Т:2.3.3.9-06. Toxicological analysis methods. Methods of determining the acute toxicity of drinking water, fresh water and sewage, water extract of soil, sewage sludge and waste judging from mortality of <i>Daphnia</i> (<i>Daphnia magna</i> S.) 1999. 31 p. (in Russian).</p> <p>18. ISO 11269-2:2012. Soil quality – Determination of the effects of pollutants on soil flora. Part 2: Effects of contaminated soil on the emergence and early growth of higher plants. 2012. 19 p.</p> <p>19. Zucconi F., Pera A., Forte M., De Bertoldi M. Evaluating toxicity of immature compost [Phytotoxicity]. JG Press, 1981.</p> <p>20. ISO 16072:2002. Soil quality – Laboratory methods for determination of microbial soil respiration. 2002.</p> <p>21. Alt-invest [Electronic resource]. URL: http://www.alt-invest.ru/index.php/ru/programmy (in Russian).</p> <p>22. RF Government Decree of 28.08.1992 N 632 (ed. of 26.12.2013) «On approval of determining fees and its size limits for environmental pollution, waste disposal and other harmful effects». 1992. 4 p. (in Russian).</p> <p>23. Wang P., Changa C.M., Watson M.E., Dick W.A., Chen Y., Hoitink H.A.J. Maturity indices for composted dairy and pig manures // Soil Biol. Biochem. 2004. V. 36. № 5. P. 767–776.</p> <p>24. Kapanen A., Itävaara M. Ecotoxicity tests for compost</p>
---	---

24. Kapanen A., Itävaara M. Ecotoxicity tests for compost applications. A battery of toxicity tests as indicators of decontamination in composting oily waste. // Ecotoxicol. Environ. Saf. 2001. Vol. 49. P. 1–16.	applications. A battery of toxicity tests as indicators of decontamination in composting oily waste // Ecotoxicol. Environ. Saf. 2001. V. 49. P. 1–16.
Раздел 5	Section 5
Экотоксикология	Ecotoxicology
Название	Title
Выяснение особенностей рост-ингибирующего действия тяжёлых металлов на фоне различных форм минерального азота (на примере <i>Hordeum vulgare</i> L.)	The peculiarities of growth inhibitory effect of heavy metals on the background of various forms of mineral nitrogen (by the example of <i>Hordeum vulgare</i> L.)
Авторы	Contributors
Е.С. Петухова ¹ , аспирант, Т.Я.Ашихмина ^{1,2} , д.т.н, профессор, ¹ Вятский государственный университет, 610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, д. 36, ² Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, 167982, Россия, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28	Е.С. Petukhova ¹ , Т.Я. Ashihmina ^{1,2} , ¹ Vyatka State University, 36 Moskovskaya st., Kirov, Russia, 610000, ² Institute of Biology of the Komi Science Centre of the Ural Division RAS, 28 Kommunisticheskaya st., Syktyvkar, Komi Republic, Russia, 167982
e-mail	e-mail
ecolab2@gmail.com	ecolab2@gmail.com
Аннотация	Abstract
В модельном эксперименте проведено изучение эффектов свинца, меди, цинка, кадмия и нитрата аммония при раздельном и совместном действии на прорастание семян ячменя сорта Новичок. Тяжёлые металлы и азотсодержащие соединения вносились в варианты с дистиллированной водой в виде водорастворимых солей: CuCl ₂ , ZnCl ₂ , CdCl ₂ , PbCl ₂ , NH ₄ Cl, NaNO ₃ и NH ₄ NO ₃ с концентрацией ионов Cu ²⁺ , Zn ²⁺ , Cd ²⁺ , Pb ²⁺ , NH ₄ ⁺ и NO ₃ ⁻ 100 мкмоль/л (мкМ). Контролем была дистиллированная вода. Всего было исследовано 44 комбинации металлов, включающих свинец, медь, цинк, кадмий по отдельности и в двойных, тройных и четверных сочетаниях на рост проростков ячменя <i>Hordeum vulgare</i> L. в присутствии различных форм минерального азота.	The model experiment was carried out to find out separate and joint effect of lead, copper, zinc, cadmium, and ammonium nitrate on seed germination of barley of the species Novichok. Heavy metals and nitrogen-containing compounds were introduced in variants with distilled water in the form of water-soluble salts CuCl ₂ , ZnCl ₂ , CdCl ₂ , PbCl ₂ , NH ₄ Cl, NaNO ₃ and NH ₄ NO ₃ with ion concentration Cu ²⁺ , Zn ²⁺ , Cd ²⁺ , Pb ²⁺ , NH ₄ ⁺ , and NO ₃ ⁻ 100 μmol/l (μM). Distilled water was control. 44 combinations of metals were studied including lead, copper, zinc, cadmium, both individually and in double, triple, and quadruple combinations as for their influence on the growth of seedlings of barley <i>Hordeum vulgare</i> L. in the presence of various forms of mineral nitrogen.

<p>В эксперименте выявлена способность ионов свинца, кадмия и меди в концентрации 100 мкМ оказывать ингибирующее действие на рост корня проростков и некоторая стимулирующая способность при этом ионов цинка. Нитрат-ионы в концентрации 100 мкМ не оказывали ингибирующего действия на рост корня проростков, а совместно с ионами Zn^{2+}, Pb^{2+}, Cd^{2+}, Cu^{2+} увеличивали их ингибирующее действие. Совместное действие ионов NH_4^+, при концентрации 100 мкМ, с исследуемыми ионами металлов также увеличивало ингибирование роста. Наибольшее ингибирующее действие на рост корня проявлялось при совместном действии ионов Zn^{2+} и Cu^{2+}, а также Cd^{2+} и Cu^{2+}. Ионы Zn^{2+}, Pb^{2+}, Cd^{2+}, Cu^{2+} по отдельности ингибировали рост корня проростков в большей степени, чем при совместном воздействии с нитратом аммония, который является важным источником азотного питания растений.</p>	<p>The experiment revealed that lead, cadmium and copper in concentration 100 μm have an inhibitory effect on root growth of seedlings, while zinc ions have some stimulating ability. Nitrate-ions in concentration of 100 μm did not have any inhibitory effect on the growth of seedlings roots, and in combination with ions of Zn^{2+}, Pb^{2+}, Cd^{2+}, Cu^{2+} their inhibitory effect was increased. Their combination with ions of NH_4^+ in concentration of 100 μm, also lead to increase in growth inhibition. The combined effect of ions Zn^{2+} and Cu^{2+}, as well as Cd^{2+} and Cu^{2+} had the biggest inhibitory effect. The inhibitory effect of ions of Zn^{2+}, Pb^{2+}, Cd^{2+}, Cu^{2+} taken separately on seedlings root growth was greater than that when in a double combination with ammonium nitrate, which is an important source of nitrogen nutrition of plants.</p>
<p>Ключевые слова</p>	<p>Keywords</p>
<p>тяжёлые металлы, ингибиторы, стимуляторы, совместное и раздельное действие, эффект суммации</p>	<p>heavy metals, inhibitors, stimulators, joint and separate action, the effect of summation</p>
<p>Литература</p>	<p>References</p>
<p>1. Башмаков Д.И., Лукаткин А.С. Эколого-физиологические аспекты аккумуляции и распределения тяжёлых металлов у высших растений / Под ред. А. С. Лукаткина. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. 236 с.</p> <p>2. Григорьев А.А., Бородихин А.С., Руденко О.В. Оценка влияния степени загрязнения почвы тяжёлыми металлами на процесс вегетации топинамбура // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1 (часть 1) (29.05.2015). [Электронный ресурс] http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-stepeni-zagryazneniya-pochvy-tyazhelyimi-metallami-na-protsess-vegetatsii-topinambura (дата обращения: 3.05.2016).</p> <p>3. Дьяконова О.В. Тяжёлые металлы и минеральные формы азота в системе почва – растение: Автореф. дис. ... канд. сельскохозяйственных наук. Барнаул, 2005. 16 с.</p> <p>4. Ильин В.Б. Тяжёлые металлы в системе почва – растение. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1991. 151 с.</p> <p>5. Казнина Н.М. Влияние свинца и кадмия на рост, развитие и</p>	<p>1. Bashmakov D.I., Lukatkin A.S. Ecological and physiological aspects of accumulation and distribution of heavy metals in higher plants / Ed. A.S. Lukatkin. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta, 2009. 236 p. (in Russian).</p> <p>2. Grigoryev A.A., Borodikhin A.S., Rudenko O.V. Evaluation of the effect of the degree of soil contamination with heavy metals on the vegetation of Jerusalem artichoke // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2015. № 1 (chast 1). (29.05.2015). URL: http://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-stepeni-zagryazneniya-pochvy-tyazhelyimi-metallami-na-protsess-vegetatsii-topinambura (accessed: 3.05.2016) (in Russian).</p> <p>3. Dyakonova O.V. Heavy metals and mineral forms of nitrogen in the system soil – plant: Avtoref. dis. ... cand. selskokhozyaystvennikh nauk. Barnaul, 2005. 16 p. (in Russian).</p> <p>4. Ilyin V.B. Heavy metals in the system soil – plant. Novosibirsk: Nauka, Sib. otd-nie, 1991. 151 p. (in Russian).</p> <p>5. Kaznina N.M. Influence of lead and cadmium on growth,</p>

<p>некоторые другие физиологические процессы однолетних злаков (ранние этапы онтогенеза): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2003. 23 с.</p> <p>6. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологические последствия загрязнения почв тяжёлыми металлами. Ростов н/Д: Изд-во «СКНЦ ВШ», 2000. 232 с.</p> <p>7. Косицына А.А., Макурина О.Н., Нестеров В.Н., Розенцвет О.А. Влияние ионов меди и кадмия на пигментный комплекс водных растений семейства HYDROCHARITACEAE / Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т.12. № 1. С.156–161.</p> <p>8. Радионов Н. В. Физиологические и молекулярные ответные реакции растений рапса на воздействие солей меди и цинка: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва, 2008. 25 с.</p> <p>9. Willkins D.A. The Measurment of tolerance to edaphic factors by means of root growth // <i>New Phytol.</i> 1978. V. 80. P. 623–633.</p> <p>10. Wang W. Root elongation method for toxicity testing of organic and inorganic pollutants // <i>Environ. Toxicol. Chem.</i> 1987. V. 6. P. 409–414.</p> <p>11. Breckle S.-W. Growth under stress: heavy metals // <i>Plant roots: the hidden half</i> / Eds.: Y. Waisel, A. Eshel and U. Kafkafi. NY.: M. Dekker, 1991. P. 351–373.</p> <p>12. Серёгин И.В., Кожевников А.Д. Роль тканей корня и побега в транспорте и накоплении кадмия, свинца, никеля и стронция // <i>Физиология растений.</i> 2008. Т. 55. С. 3–26.</p> <p>13. Майсурян Н.А., Степанов В.Н., Кузнецов В.С., Лукьянюк В.И., Черномаз П.А. Растениеводство. М.: Изд-во «Колос», 1965. 472 с.</p> <p>14. Зарипова, Н.Р. Действие избыточных концентраций тяжёлых металлов на экспрессию хлоропластных генов растений ячменя: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва, 2008. 21 с.</p> <p>15. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М., 1989. 439 с.</p>	<p>development and some other physiological processes of annual grasses (early stages of ontogenesis): Avtoref. dis. ... cand. biol. nauk. Petrozavodsk, 2003. 23 p. (in Russian).</p> <p>6. Kolesnikov S.I., Kazeev K.Sh., Valkov V.F. Environmental consiquences of soil pollution with heavy metals. Rostov n/D: Izd-vo SKNTS VSH, 2000. 232 p. (in Russian).</p> <p>7. Kositsyna A.A., Makurina O.N., Nesterov V.N., Rozentsvet O.A. The influence of ions of copper and cadmium on pigment complex of aquatic plant family HYDROCHARITACEAE. <i>Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk</i>, 2010. T. 12. № 1. P. 156–161 (in Russian).</p> <p>8. Radionov N.V. Physiological and molecular responses of rape plants to the effect of salts of copper and zinc: Avtoref. dis. ... cand. biol. nauk. Moskva, 2008. 25 p. (in Russian).</p> <p>9. Willkins D.A. The measurment of tolerance to edaphic factors by means of root growth // <i>New Phytol.</i> 1978. V. 80. P. 623–633.</p> <p>10. Wang W. Root elongation method for toxicity testing of organic and inorganic pollutants // <i>Environ. Toxicol. Chem.</i> 1987. V. 6. P. 409–414.</p> <p>11. Breckle S.-W. Growth under stress: heavy me-tals // <i>Plant roots: the hidden half</i> / Eds. Y. Waisel, A. Eshel and U. Kafkafi. NY.: M.Dekker. 1991. P. 351–373.</p> <p>12. Seregin I. V., Kozhevnikov A. D. The role of root and shoot tissues in the transportation and accumulation of cadmium, lead, nickel, and strontium // <i>Physiologiya rasteniy.</i> 2008. T. 55. P. 3–26 (in Russian).</p> <p>13. Misuryan N.A., Stepanov V.N., Kuznetsov V.S., Lukyanuk I.V., Chernomaz P.A. <i>Plant breeding.</i> M.: Kolos, 1965. 472 p. (in Russian).</p> <p>14. Zaripova N.R. The effect of excess concentrations of heavy metals on expression of chloroplast genes of barley plants: Avtoref. dis. ... cand. biol. nauk. Moskva, 2008. 21 p. (in Russian).</p> <p>15. Kabata-Pendias A., Pendias H. <i>Trace elements in soils and plants.</i> M., 1989. 439 p. (in Russian).</p>
---	---

Ремедиация и рекультивация	Remediation and recultivation
Название	Title
Сравнение ремедиационных эффектов Биочара и Лигногумата на почвы при полиметаллическом загрязнении	Evaluation of biochar and lignogumate remediation effect in heavy metal-contaminated soil
Авторы	Contributors
<p>М.А. Пукальчик¹, к.б.н., н.с.; В.А. Терехова^{2,3}, д.б.н., зав. лабораторией; О.С. Якименко¹, к.б.н., с.н.с.; М.И. Акулова^{1,2}, аспирант,</p> <p>¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 119991, Ленинские горы, д.1, стр.12, г. Москва, Россия,</p> <p>²Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 119071, Ленинский проспект, д. 33, г. Москва, Россия,</p> <p>³Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, 117997, Островитянова, д.1, г. Москва, Россия</p>	<p>М.А. Pukalchik¹; V.A. Terekhova^{2,3}; O.S. Yakimenko¹; M.I. Akulova^{1,2},</p> <p>¹Lomonosov MSU, 1-12 Leninskie Gory, Moscow, Russia, 119991,</p> <p>²Institute of Ecological and Evolutional Issues named after A.N. Severtsov RAS, 33 Leninskiy pr., Moscow, Russia, 119071,</p> <p>³Russian national research medical University named after N.I. Pirogov 1Ostrovitianov st., Moscow, Russia, 117997</p>
e-mail	e-mail
pukalchik.maria@gmail.com, letap.msu@gmail.com	pukalchik.maria@gmail.com, letap.msu@gmail.com
Аннотация	Abstract
<p>Проведена оценка влияния двух мелиорантов (Биочара и Лигногумата) на почву, загрязнённую тяжёлыми металлами. В опытах через 3, 10 и 30 суток после внесения препаратов оценивали pH почв, динамику подвижных форм катионов Cd²⁺, Zn²⁺, Pb²⁺ и токсичность образцов по выживаемости червей <i>Eisenia fetida</i>. Результаты показали, что значения pH CaCl₂ почв повышались при внесении мелиорантов в количестве 0,5% и более. Одновременно в более щелочной почве значительно уменьшалась подвижность Pb и в меньшей степени Cd и Zn. Степень изменений химико-физических показателей зависела как от типа мелиоранта, его концентрации, так и срока экспозиции. Варианты, содержащие 0,05% Биочара и Лигногумата, не отличались от контроля, в то время как в вариантах, содержащих более 0,5% препаратов, наблюдали снижение концентрации подвижных форм Cd, Zn, Pb. Наибольший эффект иммобилизации достигнут при внесении 5% Биочара на 30-е сутки –</p>	<p>Heavy metals (HM) are considered priority pollutants of environmental concern. There are several technologies of remediating HM-polluted soil using amendments produced from natural sources which is becoming more popular for remediation purposes. This paper focuses on chemical and ecotoxicological influence of Biochar (BC) and Lignohumate (LG) onto heavily-contaminated fluviosoil. A greenhouse pot experiment has been carried out for 30 days. Soils were treated with two different types and three levels of amendments (0.05, 0.5 and 5% for BC and 0.05, 0.5 and 1% for LG) according to the final soil pH(CaCl₂) rate: 6.0, 6.5 and 7.0. Samples were collected after three time-term treatments (3, 10 and 30 days). Results revealed that 0.5–5% BC and 0.5–1% LG treatments significantly reduced active lead, zinc and cadmium concentrations, probably due to formation of metal-organic complexes. Higher survival rate of <i>E.fetida</i> in soil with all LG treatments indicated that remediation measures improved soil quality.</p>

<p>наблюдалось снижение доли подвижных форм Pb на 60%, Zn на 20%, Cd на 35%. Внесение 1% Лигногумата снизило подвижность Pb на 53%, Zn на 14%, Cd на 30%. Результаты статистической обработки данных методом главных компонент выявили, что влияние дозы мелиорантов на концентрацию подвижных форм тяжёлых металлов статистически значимо для 2/3 проанализированных проб и составляет до 69,9% наблюдаемой суммарной дисперсии. При биотестировании проб почв, обработанных Биочаром, наблюдалась существенная гибель червей уже в первые сроки наблюдений, что, возможно, связано с изменением структуры почвы и нарушением пористости. В то время как Лигногумат значительно нивелировал токсическое действие тяжёлых металлов на червей <i>Eisenia fetida</i>.</p>	<p>However, BC treatments had a detrimental effect in soil toxicity, induced earthworms mortality in high concentration (up to 100% after 3 days). The results showed that the bioassay data from the treated variants did not supposedly reflect decrease in Pb, Zn and Cd concentrations in soil, but depended on some amendments' properties. It suggests that bioassays are necessary to assess ecotoxicity of soil in case of remediation study with novel amendments.</p>
<p>Ключевые слова</p>	<p>Keywords</p>
<p>тяжёлые металлы, мелиоранты, биотестирование, гуминовые вещества, качество почв, <i>Eisenia fetida</i>.</p>	<p>heavy metals, amendments, bioassay, humic substances, soil quality, <i>Eisenia fetida</i>.</p>
<p>Литература</p>	<p>References</p>
<p>1. Perminova I., Hatfield K., Hertkorn N. (Eds.). Use of humic substances to remediate polluted environments: from theory to practice. Netherlands: Springer, 2005. 506 p.</p> <p>2. Lehmann J., Joseph S. (Eds.). Biochar for environmental management: science and technology. London, UK: Earthscan, 2009. 404 p.</p> <p>3. Beesley L., Moreno-Jiménez E., Gomez-Eyles J.L., Harris E., Robinson B., Sizmur T. A review of biochars' potential role in the remediation, revegetation and restoration of contaminated soils // Environmental Pollution. 2011. V. 159 (12). P. 3269–3282.</p> <p>4. Castellini M., Giglio L., Niedda M., Palumbo A.D., Ventrella D. Impact of biochar addition on the physical and hydraulic properties of a clay soil // Soil and Tillage Research. 2015. V. 154. P. 1–13.</p> <p>5. Lim T.J., Spokas K.A., Feyereisen G., Novak J.M. Predicting the impact of biochar additions on soil hydraulic properties // Chemosphere. 2016. V. 142. P. 136–144.</p> <p>6. Abujabhah I.S., Bound S.A., Doyle R., Bowman J.P. Effects of biochar and compost amendments on soil physico-chemical properties and the total</p>	<p>1. Perminova I., Hatfield K., Hertkorn N. (Eds.). Use of humic substances to remediate polluted environments: from theory to practice. Netherlands: Springer, 2005. 506 p.</p> <p>2. Lehmann J., Joseph S. (Eds.). Biochar for environmental management: science and technology. London, UK: Earthscan, 2009. 404 p.</p> <p>3. Beesley L., Moreno-Jiménez E., Gomez-Eyles J.L., Harris E., Robinson B., Sizmur T. A review of biochars' potential role in the remediation, revegetation and restoration of contaminated soils // Environmental Pollution. 2011. V. 159 (12). P. 3269–3282.</p> <p>4. Castellini M., Giglio L., Niedda M., Palumbo A.D., Ventrella D. Impact of biochar addition on the physical and hydraulic properties of a clay soil // Soil and Tillage Research. 2015. V. 154. P. 1–13.</p> <p>5. Lim T.J., Spokas K.A., Feyereisen G., Novak J.M. Predicting the impact of biochar additions on soil hydraulic properties // Chemosphere. 2016. V. 142. P. 136–144.</p> <p>6. Abujabhah I.S., Bound S.A., Doyle R., Bowman J.P. Effects of biochar and compost amendments on soil physico-chemical properties and the total</p>

<p>community within a temperate agricultural soil // <i>Applied Soil Ecology</i>. 2016. V. 98. P. 243–253.</p> <p>7. Forján R., Asensio V., Rodríguez-Vila A., Covelo E.F. Contribution of waste and biochar amendment to the sorption of metals in a copper mine tailing // <i>Catena</i>. 2016. V. 137. P. 120–125.</p> <p>8. Yakimenko O.S., Terekhova V.A. Humic preparations and the assessment of their biological activity for certification purposes // <i>Eurasian Soil Science</i>. 2011. V. 44. № 11. P. 1222–1230.</p> <p>9. Кыдралиева К.А., Жоробекова Ш.Ж., Топильская О.М., Акулова М.И., Терехова В.А. Экспериментальная характеристика ремедиационных свойств гуминовых препаратов разного генезиса по фону загрязнения почв медью // <i>Теоретическая и прикладная экология</i>. 2015. № 2. С. 74–79.</p> <p>10. Trevisan S., Francioso O., Quaggiotti S., Nardi S. Humic substances biological activity at the plant – soil interface: From environmental aspect to molecular factors // <i>Plant Signal Behav</i>. 2010. V. 5 (6). P. 635–643.</p> <p>11. Manzano R., Esteban E., Peñalosa J.M., Alvarenga P. Amendment application in a multicontaminated mine soil: effects on soil enzymatic activities and ecotoxicological characteristics // <i>Environ Sci Pollut Res</i>. 2014. V. 21 (6). P. 4539–4550.</p> <p>12. Marks E.A.N., Mattana S., Alcañiz J.P., Domene X. Biochars provoke diverse soil mesofauna reproductive responses in laboratory bioassays // <i>European Journal of Soil Biology</i>. 2014. V. 60. P. 104–111.</p> <p>13. Pukalchik M.A., Terekhova V.A., Yakimenko, O. S., Kydraliev, K. A., Akulova M.I. Triad method for assessing the remediation effect of humic preparations on urbano-zems // <i>Eurasian Soil Science</i>. 2015. V. 48 (6). P. 645–663.</p> <p>14. Kuppusamy S., Thavamani P., Megharaj M., Venkateswarlu K., Naidu R. Agronomic and remedial benefits and risks of applying biochar to soil: Current knowledge and future research directions // <i>Environment International</i>. 2016. V. 87. P. 1–12.</p> <p>15. Vaněk A., Ettler V., Grygar T., Borůvka L., Šebek O., Drábek O. Combined chemical and mineralogical evidence for heavy metal binding in mining- and smelting-affected alluvial soils // <i>Pedosphere</i>. 2005. V. 18 (4). P.</p>	<p>total community within a temperate agricultural soil // <i>Applied Soil Ecology</i>. 2016. V. 98. P. 243–253.</p> <p>7. Forján R., Asensio V., Rodríguez-Vila A., Covelo E.F. Contribution of waste and biochar amendment to the sorption of metals in a copper mine tailing // <i>Catena</i>. 2016. V. 137. P. 120–125.</p> <p>8. Yakimenko O.S., Terekhova V.A. Humic preparations and the assessment of their biological activity for certification purposes // <i>Eurasian Soil Science</i>. 2011. V. 44. № 11. P. 1222–1230.</p> <p>9. Kydraliev, K.A., Zhorobekova Sh. Zh., Topilska-ya O.M., Akulova M.I., Terekhova V.A. Experimental characterization of remediation properties of different humic preparations in copper contaminated soil // <i>Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya</i>. 2015. № 2. P. 74–79 (in Russian).</p> <p>10. Trevisan S., Francioso O., Quaggiotti S., Nardi S. Humic substances biological activity at the plant – soil interface: From environmental aspect to molecular factors // <i>Plant Signal Behav</i>. 2010. V. 5 (6). P. 635–643.</p> <p>11. Manzano R., Esteban E., Peñalosa J.M., Alvarenga P. Amendment application in a multicontaminated mine soil: effects on soil enzymatic activities and ecotoxicological characteristics // <i>Environ Sci Pollut Res</i>. 2014. V. 21 (6). P. 4539–4550.</p> <p>12. Marks E.A.N., Mattana S., Alcañiz J.P., Domene X. Biochars provoke diverse soil mesofauna reproductive responses in laboratory bioassays // <i>European Journal of Soil Biology</i>. 2014. V. 60. P. 104–111.</p> <p>13. Pukalchik M.A., Terekhova V.A., Yakimenko, O. S., Kydraliev, K. A., Akulova M.I. Triad method for assessing the remediation effect of humic preparations on urbano-zems // <i>Eurasian Soil Science</i>. 2015. V. 48 (6). P. 645–663.</p> <p>14. Kuppusamy S., Thavamani P., Megharaj M., Venkateswarlu K., Naidu R. Agronomic and remedial benefits and risks of applying biochar to soil: Current knowledge and future research directions // <i>Environment International</i>. 2016. V. 87. P. 1–12.</p> <p>15. Vaněk A., Ettler V., Grygar T., Borůvka L., Šebek O., Drábek O. Combined chemical and mineralogical evidence for heavy metal binding in mining- and smelting-affected alluvial soils // <i>Pedosphere</i>. 2005. V. 18 (4). P.</p>
---	---

<p>464–478.</p> <p>16. Břendová K., Tlustoš P., Száková J. Biochar immobilizes cadmium and zinc and improves phytoextraction potential of willow plants on extremely contaminated soil // <i>Plant Soil Environ.</i> 2015. V. 61 (7). P. 303–308.</p> <p>17. Becquer T., Dai J., Quantin C., Lavelle P. Sources of bioavailable trace metals for earthworms from a Zn-, Pb- and Cd-contaminated soil // <i>Soil Biology and Biochemistry.</i> 2005. V. 37 (8). P. 1564–1568.</p> <p>18. Sizmur T., Hodson M.E. Do earthworms impact metal mobility and availability in soil? – A review // <i>Environmental Pollution.</i> 2009. V. 157 (7). P. 1981–1989.</p> <p>19. Fotyma M., Jadczyzyn T., Jozefaciuk G.. Hundredth molar calcium chloride extraction procedure. Part II: calibration with conventional soil testing methods for pH // <i>Communications in Soil Science & Plant Analysis.</i> 1998. V. 29. P. 1625–1632.</p> <p>20. Earthworm acute toxicity tests. Guideline 207. Paris, France: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 1984. 9 p.</p> <p>21. Earthworm reproduction test (<i>Eisenia fetida/Eisenia andei</i>) Guideline 222. Paris, France: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 1984. 18 p.</p> <p>22. Алексеев Ю.В. Тяжёлые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987. 142 с.</p> <p>23. Sauve S., Hendershot W., Allen S.E. Solid-solution partitioning of metals in contaminated soils: dependence on pH, total metal burden, and organic matter // <i>Environmental Science and Technology.</i> 2000. V. 34. P. 1125–1131.</p> <p>24. Uchimiya M., Bannon D. Solubility of lead and copper in biochar-amended small arms range soils: influence of soil organic carbon and pH // <i>J. Agric. Food Chem.</i> 2013. V. 61 (32). P. 7679–7688.</p>	<p>464–478.</p> <p>16. Břendová K., Tlustoš P., Száková J. Biochar immobilizes cadmium and zinc and improves phytoextraction potential of willow plants on extremely contaminated soil // <i>Plant Soil Environ.</i> 2015. V. 61 (7). P. 303–308.</p> <p>17. Becquer T., Dai J., Quantin C., Lavelle P. Sources of bioavailable trace metals for earthworms from a Zn-, Pb- and Cd-contaminated soil // <i>Soil Biology and Biochemistry.</i> 2005. V. 37 (8). P. 1564–1568.</p> <p>18. Sizmur T., Hodson M.E. Do earthworms impact metal mobility and availability in soil? – A review // <i>Environmental Pollution.</i> 2009. V. 157 (7). P. 1981–1989.</p> <p>19. Fotyma M., Jadczyzyn T., Jozefaciuk G.. Hundredth molar calcium chloride extraction procedure. Part II: calibration with conventional soil testing methods for pH // <i>Communications in Soil Science & Plant Analysis.</i> 1998. V. 29. P. 1625–1632.</p> <p>20. Earthworm acute toxicity tests. Guideline 207. Paris, France: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 1984. 9 p.</p> <p>21. Earthworm reproduction test (<i>Eisenia fetida/Eisenia andei</i>) Guideline 222. Paris, France: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 1984. 18 p.</p> <p>22. Alekseev Y.V. Heavy metals in soils and plants. L.: Agropromizdat, 1987. 142 p. (in Russian).</p> <p>23. Sauve S., Hendershot W., Allen S.E. Solid-solution partitioning of metals in contaminated soils: dependence on pH, total metal burden, and organic matter // <i>Environmental Science and Technology.</i> 2000. V. 34. P. 1125–1131.</p> <p>24. Uchimiya M., Bannon D. Solubility of lead and copper in biochar-amended small arms range soils: influence of soil organic carbon and pH // <i>J. Agric. Food Chem.</i> 2013. V. 61 (32). P. 7679–7688.</p>
---	---

Ремедиация и рекультивация	Remediation and recultivation
Название	Title
Отбор растений и микроорганизмов для дальнейшего применения в ризоремедиации	The screening of plant and microorganisms for further application in rhizoremediation
Авторы	Contributors
Д. Н. Отрошко, аспирант, Н. Н. Волченко, к. б. н., доцент, А. А. Самков, к. б. н., преподаватель А. А. Худокормов, к. б. н., доцент Кубанский государственный университет 350040, Россия, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149	D. N. Otroshko, N. N. Volchenko, A. A. Samkov, A. A. Khudokormov, Kuban State University 149 Stavropolskaya st., Krasnodar, Russia, 350040
e-mail	e-mail
otroshko_dmitrii@mail.ru	otroshko_dmitrii@mail.ru
Аннотация	Abstract
<p>Для оценки фитотоксического эффекта сырой нефти и дизельного топлива использовали следующие виды: люцерна посевная (<i>Medicago sativa</i>), редис обыкновенный (<i>Raphanus sativus</i>), горчица белая (<i>Sinapis alba</i>), пшеница озимая (<i>Triticum durum</i>), рапс (<i>Brassica napus</i>). В ходе экспериментальной работы было показано, что токсическое воздействие дизельного топлива и углеводородов нефти на такие ростовые показатели (энергия прорастания семян, всхожесть и приживаемость) различных видов сельскохозяйственных растений носило зависимый характер от концентрации вносимого токсиканта. Количество взошедших семян снижалось на 50% и более при внесении 5% дизельного топлива и сырой нефти от массы среды. При этом токсический эффект ярко проявлялся для дизельного топлива: у растений проявлялся хлороз, вегетативные части имели меньшую длину по сравнению с контролем, на 10 сутки наблюдали гибель проростков. Был проведен скрининг культур нефтеокисляющих микроорганизмов на фитостимулирующую активность. Из 25 коллекционных культур только 9 проявили явные фитостимулирующие свойства по отношению к контрольной группе растений. При этом наибольший эффект на развитие растений был показан штаммами микроорганизмов <i>Pseudomonas sp.</i> J6, <i>Rhodococcus sp.</i> J12 и <i>Rhodococcus erythropolis B2</i> (VKM Ac-2017D). Скрининг на способность синтезировать</p>	<p>The following species were used to evaluate the phytotoxicity rate: alfalfa (<i>Medicago sativa</i>), radish (<i>Raphanus sativus</i>), white mustard (<i>Sinapis alba</i>), wheat (<i>Triticum durum</i>), rapeseed (<i>Brassica napus</i>). The experimental part of the research showed that toxic effect of diesel and petroleum hydrocarbons, which influence growth parameters (the energy germination, germination and survival) of different species of agricultural plants, depends on the concentration of fluorine insertion. Moreover, the number of germinating seeds decreased by 50% or more by adding 5% diesel and crude oil of the mass medium. Thus, the toxicity of diesel resulted in chlorosis in the plants. Furthermore, vegetative parts have a smaller length as compared to the control, and the seedlings died on the 10th day. In addition, the culture screening of the oxidizing microorganisms' on phytostimulating activity was also made. The research showed 9 from 25 collective culture samples with obvious phytostimulating properties. The most effective influence on plant's development was shown by strains of microorganisms <i>Pseudomonas sp.</i> J6, <i>Rhodococcus sp.</i> J12 and <i>Rhodococcus erythropolis B2</i> (VKM Ac-2017D). Screening of the ability of these bacteria strains to produce indole-3-acetic acid showed that the presence of tryptophan in the medium (1 g/l) affected the production below: 12.1, 8.2, 69.9 µg/ml. The use of <i>Rhodococcus erythropolis B2</i> (VKM Ac-2017D) with wheat <i>Triticum durum</i> and alfalfa <i>Medicago</i></p>

<p>индолил-3-уксусную кислоту этими штаммами бактерий показал, что при наличии в среде триптофана (1 г/л) они продуцировали 12,1, 8,2, 69,9 мкг/мл соответственно. При использовании <i>Rhodococcus erythropolis</i> B2 (ВКМ Ас-2017D) совместно с высаживанием пшеницы озимой <i>Triticum durum</i> и люцерны посевной (<i>Medicago sativa</i>) в условиях почвенного эксперимента наблюдалась наибольшая убыль углеводов.</p>	<p><i>sativa</i> resulted in decline of hydrocarbons in soil.</p>
<p>Ключевые слова фитотестирование, фитотоксичность, нефтеокисляющие бактерии, родококки, фитостимуляци, растительно-микробные взаимодействия</p>	<p>Keywords phytoassay method, phytotoxicity, oil-degrading bacteria, rhodococci, phytostimulation, plant-microbial interaction, rhizoremediation</p>
<p>Литература</p>	<p>References</p>
<p>1. Tang J., Wang M., Wang F., Sun Q., Zhou Q. Ecotoxicity of petroleum hydrocarbon contaminated soil // Journal of Environmental Sciences. 2011. V. 23. № 5. P. 845–851. 2. Хазиев Ф.Х., Тишкина Е.И., Киреева Н.А., Кузяхметов Г.Г. Влияние нефтяного загрязнения на некоторые компоненты агроэкосистем // Агрохимия. 1988. № 2. С. 56–61. 3. Киреева Н.А., Водопьянов В.В., Мифтахова А.М. Влияние нефтяного загрязнения на целлюлозную активность почв // Почвоведение. 2000. № 6. С. 748–753. 4. Смольникова В.В., Емельянов С.А., Дементьев Н.С. Воздействие углеводов нефти на окружающую среду и способы очистки нефтезагрязнённых субстратов // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. Т. 11. № 1 (6). С. 1378–1380. 5. Adam G., Duncan H. Influence of diesel fuel on seed germination // Environmental pollution. 2002. V. 120. № 2. P. 363–370. 6. Назаров А.В. Влияние нефтяного загрязнения почвы на растения // Вестник Пермского университета. 2007. № 5. С. 134–141. 7. Shahsavari E., Adetutu E.M., Taha M., Ball A.S. Rhizoremediation of phenanthrene and pyrene contaminated soil using wheat // Journal of environmental management. 2015. V. 155. P. 171–176. 8. Волченко Н.Н., Карасёва Э.В. Скрининг углеводородокисляющих бактерий-продуцентов поверхностно- активных веществ биологической природы и их применение в опыте по ремедиации нефтезагрязнённой почвы</p>	<p>1. Tang J., Wang M., Wang F., Sun Q., Zhou Q. Eco-toxicity of petroleum hydrocarbon contaminated soil // Journal of Environmental Sciences. 2011. V. 23. № 5. P. 845–851. 2. Khaziev F.Kh., Tishkina E.I., Kireeva N.A., Kuzyakhmetov G.G. Effect of oil pollution on some components of agroecosystems // Agrokimiya. 1988. № 2. P. 56–61 (in Russian). 3. Kireeva N.A., Vodopyanov V.V., Miftakhova A.M. The impact of oil pollution on soil cellulose activity // Pochvovedenie. 2000. № 6. P. 748–753 (in Russian). 4. Smolnikova V.V., Emelyanov S.A., Demytyev N.S. Influence of oil hydrocarbons on the environment and ways of sanitation of the petropolluted substrats // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2009. T. 11. № 1 (6). P. 1378–1380 (in Russian). 5. Adam G., Duncan H. Influence of diesel fuel on seed germination // Environmental pollution. 2002. V. 120. № 2. P. 363–370. 6. Nazarov A.V. The effect of oil pollution of soil on plants // Vestnik Permskogo universiteta. 2007. № 5. P. 134–141 (in Russian). 7. Shahsavari E., Adetutu E.M., Taha M., Ball A.S. Rhizoremediation of phenanthrene and pyrene contaminated soil using wheat // Journal of environmental management. 2015. V. 155. P. 171–176. 8. Volchenko N.N., Karaseva E.V. Screening of hydrocarbon-oxidizing biosurfactant-producing bacteria and their application in the remediation of oil-polluted soil and sludge // Biotekhnologiya. 2006. № 2. P. 57–62 (in Russian).</p>

<p>и нефтешлама // Биотехнология. 2006. № 2. С. 57–62.</p> <p>9. Нетрусов А.И., Егорова М.А., Захарчук Л.М. Практикум по микробиологии. М.: «Академия». 2005. 608 с.</p> <p>10. Meudt W. J., Gaines T.P., Studies on the oxidation of indole-3-acetic acid by peroxidase Enzymes. Colorimetric Determination of Indole-3-Acetic Acid Oxidation Products // Plant Physiology. 1967. № 42. P. 1395–1399.</p> <p>11. Marti M.C., Camejo D., Fernandez-Garcia N., Rellan-Alvarez R., Marques S., Sevilla F., Jimenez A. Effect of oil refinery sludges on the growth and antioxidant system of alfalfa plants // Journal of hazardous materials. 2009. V. 171. № 1. P. 879–885.</p> <p>12. MacKinnon G., Duncan H. J. Phytotoxicity of branched cyclohexanes found in the volatile fraction of diesel fuel on germination of selected grass species // Chemosphere. 2013. V. 90. № 3. P. 952–957.</p> <p>13. Liste H.H., Alexander M. Plant-promoted pyrene degradation in soil // Chemosphere. 2000. V. 40. № 1. P. 7–10.</p> <p>14. Frankenberger W.T., Chang A.C., Arshad M. Response of <i>Raphanus sativus</i> to the auxin precursor, L-tryptophan applied to soil // Plant and Soil. 1990. V. 129. № 2. P. 235–241.</p> <p>15. Perrig D., Boiero M.L., Masciarelli O.A., Penna C., Ruiz O.A., Cassan F.D., Luna M. V. Plant-growth-promoting compounds produced by two agronomically important strains of <i>Azospirillum brasilense</i>, and implications for inoculant formulation // Applied microbiology and biotechnology. 2007. V. 75. № 5. P. 1143–1150.</p> <p>16. Ahmad F., Ahmad I., Khan M.S. Indole acetic acid production by the indigenous isolates of <i>Azotobacter</i> and fluorescent <i>Pseudomonas</i> in the presence and absence of tryptophan // Turkish Journal of Biology. 2005. V. 29. № 1. P. 29–34.</p> <p>17. Худокормов А.А., Карасёва Э.В., Волченко Н.Н., Самков А.А., Козицын А.Е. Деструкция углеводородов различными морфотипами нефтеокисляющих актинобактерий // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 92. С. 153–175.</p> <p>18. Худокормов А.А., Карасёва Э.В., Самков А.А., Волченко Н.Н.,</p>	<p>9. Netrusov A.I., Egorova M.A., Zakharchuk L.M. Workshop on microbiology. M.: «Akademiya», 2005. 608 p. (in Russian).</p> <p>10. Meudt W.J., Gaines T.P., Studies on the oxidation of indole-3-acetic acid by peroxidase Enzymes. Colorimetric Determination of Indole-3-Acetic Acid Oxidation Products // Plant Physiology. 1967. № 42. P. 1395–1399.</p> <p>11. Marti M. C., Camejo D., Fernandez-Garcia N., Rellan-Alvarez R., Marques S., Sevilla F., Jimenez A. Effect of oil refinery sludges on the growth and antioxidant system of alfalfa plants // Journal of hazardous materials. 2009. V. 171. № 1. P. 879–885.</p> <p>12. MacKinnon G., Duncan H.J. Phytotoxicity of branched cyclohexanes found in the volatile fraction of diesel fuel on germination of selected grass species // Chemosphere. 2013. V. 90. № 3. P. 952–957.</p> <p>13. Liste H.H., Alexander M. Plant-promoted pyrene degradation in soil // Chemosphere. 2000. V. 40. № 1. P. 7–10.</p> <p>14. Frankenberger Jr.W.T., Chang A.C., Arshad M. Response of <i>Raphanus sativus</i> to the auxin precursor, L-tryptophan applied to soil // Plant and Soil. 1990. V. 129. № 2. P. 235–241.</p> <p>15. Perrig D., Boiero M.L., Masciarelli O.A., Penna C., Ruiz O.A., Cassan F.D., Luna M.V. Plant-growth-promoting compounds produced by two agronomically important strains of <i>Azospirillum brasilense</i>, and implications for inoculant formulation // Applied microbiology and biotechnology. 2007. V. 75. № 5. P. 1143–1150.</p> <p>16. Ahmad F., Ahmad I., Khan M.S. Indole acetic acid production by the indigenous isolates of <i>Azotobacter</i> and fluorescent <i>Pseudomonas</i> in the presence and absence of tryptophan // Turkish Journal of Biology. 2005. V. 29. № 1. P. 29–34.</p> <p>17. Khudokormov A.A., Karaseva E.V., Volchenko N.N., Samkov A.A., Kozitsyn A.E. Destruction of hydrocarbons with various morphotypes of oil oxidizing actinobacteria // Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 92. P. 153–175 (in Russian).</p> <p>18. Khudokormov A.A., Karasyeva E.V., Samkov A.A., Volchenko</p>
---	--

<p>Карасёв С.Г., Батина Е.В. Влияние источника углерода на устойчивость к тяжёлым металлам штаммов нефтеокисляющих актинобактерий, используемых в процессах биоремедиации // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 83. С. 119–128.</p> <p>19. Соляникова И.П., Головлева Л.А. Физиолого-биохимические свойства актинобактерий как основа их высокой биodeградативной активности (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. 2015. Т. 51. № 2. С. 132–140.</p>	<p>N.N., Karasyev S.G., Batina E.V. Effects of carbon source to resistance of heavy metals of oil-destructive strains actinobacteria used for bioremediation // Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 83. P. 119–128 (in Russian).</p> <p>19. Solyanikova I. P., Golovleva L. A. Physiological and biochemical properties of actinobacteria as the basis of their high biodegradative activity (review) // Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya. 2015. T. 51. № 2. P. 132–140 (in Russian).</p>
---	---

Раздел 7	Section 7
Социальная экология	Social Ecology
Название	Title
Эколого-геокриологическая специфика проектируемого магистрально газопровода «Алтай»	Ecological-Permafrost specificity designed the main gas pipeline «Altai»
Авторы	Contributors
М. М. Шац , к.г.н., в.н.с., Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 677010, Россия, г. Якутск, ул. Мерзлотная, д. 36	M. M. Shats , Permafrost Institute P. I. Melnikova, SB RAS, 36, st. Permafrost, Yakutsk, Russia, 677010
e-mail	e-mail
mmshatz@mail.ru	mmshatz@mail.ru
Аннотация	Abstract
Показана специфика извлечения углеводородов в Сибири, связанная с отрицательным влиянием объектов добычи, транспортировки и переработки жидких и газообразных видов этого полезного ископаемого на окружающую среду. Цель данной публикации состоит в прогнозе масштабов преобразования природной среды в зоне влияния проектируемой магистральной газотранспортной системы (ГТС) Новый Уренгой – Сургут – КНР «Алтай» и основных тенденций её негативной динамики. Освещены актуальность создания грандиозного объекта, история принятия решения по его созданию и перспективы, сложные природная и геотехническая обстановки зоны его влияния и т.д.	In this article the specificity of hydrocarbon extraction in Siberia is shown, which is connected with the negative impact of production, transportation and processing of liquid and gaseous forms of the mineral on the environment. The purpose of this publication is to forecast the extent of transformation of the natural environment in the area of the designed main gas pipeline system (GTS) Novy Urengoy – Surgut – PRC (People's Republic of China) «Altai» impact, and the main trends of its negative dynamics. The relevance of building the grand object is highlighted, as well as the history of the decision on its creation and prospects, complex natural and

<p>В статье использованы как обзорные материалы из сводок и карт, так и результаты непосредственных наблюдений сотрудников Института мерзлотоведения СО РАН прошлых лет, а также современные данные, в том числе и анализ дистанционных снимков. Показано что территории, на которые распространяется влияние трубопровода, отличаются сложной ландшафтной структурой (высокая сейсмичность и динамичность мерзлотной обстановки). Многолетнемерзлые породы (ММП) на большей части трассы имеют преимущественно островное, редко прерывистое распространение. На основе ландшафтно-криоиндикационного подхода установлено, что мощность многолетнемерзлой толщи горных пород варьирует от 30–50 м (на отметках 1900–2200 м) до 250–300 м (на высотах порядка 2700–2900 м) в зависимости от состава пород, растительности, экспозиции и т. д.</p> <p>Охарактеризованы геоэкологические проблемы, свойственные всем стадиям создания объекта и освоения территории Западной Сибири и Центральной Азии, связанные с негативной динамикой природной среды.</p> <p>В заключении отмечено, что игнорирование приведенных материалов и выявленных особенностей, недостаточное изучение последствий нарушения естественных процессов тепло-массообмена в горных породах с изменением их свойств, неизбежно вызовут серьезные осложнения при строительстве и эксплуатации объектов ГТС «Алтай», сопровождающиеся нарушением их устойчивости и нерациональными экономическими затратами на исправление ситуации.</p>	<p>geotechnical situations of its zone of influence, etc.</p> <p>The article considers the data from survey reports and maps, as well as the results of direct observations of the Permafrost Institute scientists from 1970s up to and the current state. The analysis shows that the area under the impact of the pipeline has a variegated complex landscape structure. First of all, it is high seismicity and dynamics of permafrost conditions. Long-term permafrost in most of the tracks has a predominantly massive island-like, rarely interrupted distribution. On the basis of landscape cryo-indicational approach it was found that the thickness of long-term permafrost rocks varies from 30–50 m (at elevations of 1900–2200 m) up to 250–300 m (at altitudes of 2700–2900 m), depending on the composition of rocks, vegetation, exposure, etc.</p> <p>Geo-environmental problems have been defined, typical for all stages of the object creation and development of Western Siberia and Central Asia territory, which is connected with negative dynamics of the natural environment.</p> <p>In the conclusion it is noted, that in case of ignoring the information mentioned and the features identified, as well as lack of study of violations of the natural processes of heat and mass transfer in the rocks with changes in their properties consequences, would inevitably result in serious complications during the construction and operation of the hydraulic structures «Altai», their stability would be disturbed of and unsustainable economic costs of remedying the situation would be required.</p>
<p>Ключевые слова</p>	<p>Keywords</p>
<p>магистральная газопроводная система, зоны влияния трубопровода, стадии освоения территории, мерзлые породы</p>	<p>trunk gas pipeline system, the zone of influence of the pipeline, stages of territory development, frozen rocks</p>
<p>Литература</p>	<p>References</p>
<p>1. Шац М.М. Геоэкологические проблемы нефтегазовой отрасли Якутии // Промышленная безопасность и экология. 2009. № 10 (43). С. 36–42.</p> <p>2. Макаров В.Н., Шац М.М. Геоэкологический мониторинг районов добычи и транспортировки углеводородов Якутии // Материалы международной конференции «Мониторинг криосферы». Пушкино: 20–23</p>	<p>1. Shats M.M. Geoenvironmental problems of the oil and gas industry of Yakutia // Promyshlennaya bezopasnost i ekologiya. 2009. № 10 (43). P. 36–42 (in Russian).</p> <p>2. Makarov V.N., Shats M.M. Geo-environmental monitoring areas of production and transportation of hydrocarbons in Yakutia // Materialy mezhhdunarodnoy konferentsii «Monitoring Kriptosfery». Pushchino: 20–23</p>

<p>апреля 1999 г. С. 185–189.</p> <p>3. Макаров В.Н., Шац М.М. Масштабные изменения среды Якутии, связанные с промышленной деятельностью // Наука и образование. 2001. № 1. С. 109–114.</p> <p>4. Макаров В.Н., Шац М.М., Слепцов А.Н. Геоэкологические условия территории нефтяного комплекса Талакан-Витим // Наука и образование. 1998. № 2. С. 100–106.</p> <p>5. Шац М.М. ВСТО: проблемы реальные и мнимые // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2011. № 2. С. 32–37.</p> <p>6. VestiRegion.ru [Электронный ресурс] http://vestiregion.ru/2010/03/12/prezident-yakutii-i-glava-gazproma-podpisali-gensxemu-gazifikacii-respubliki/</p> <p>7. Шац М.М. Геоэкологические условия Алтае-Саянской горной страны. Новосибирск: Наука, 1978. 78 с.</p> <p>8. Юрий Барсуков [Электронный ресурс] http://news.mail.ru/economics/17224245/?frommail=1.</p> <p>9. Сергей Пикин. Источник: Взгляд. [Электронный ресурс] http://news.ykt.ru/article/22454.</p> <p>10. «Газпром» ведёт на Укоке изучение трассы газопровода «Алтай» [Электронный ресурс] http://www.regnum.ru/news/1443174.html#ixzz2x7kz6aiY.</p>	<p>Aprelya 1999 g. P. 185–189 (in Russian).</p> <p>3. Makarov V.N., Shats M.M. Large-scale changes in the environment of Yakutia caused by industrial activity // Nauka i obrazovanie. 2001. № 1. P. 109–114 (in Russian).</p> <p>4. Makarov V.N., Shats M.M., Sleptsov A.N. Geoecological conditions on the territory of the oil complex Talakan- Vitim // Nauka i obrazovanie. 1998. № 2. P. 100–106 (in Russian).</p> <p>5. Shats M.M. VSTO: problems real and imaginary // Truboprovodnyy transport: teoriya i praktika. 2011. № 2. P. 32–37 (in Russian).</p> <p>6. VestiRegion.ru [Electronic resource] http://vestiregion.ru/2010/03/12/prezident-yakutii-i-glava-gazproma-podpisali-gensxemu-gazifikacii-respubliki/ (in Russian).</p> <p>7. Shats M.M. Permafrost conditions of the Altai- Sayan mountain country. Novosibirsk: Nauka, 1978. 78 p. (in Russian).</p> <p>8. Yury Barsukov [Electronic resource] http://news.mail.ru/economics/17224245/?frommail=1 (in Russian).</p> <p>9. Sergey Pikin. Source: Vzglyad. [Electronic resource] http://news.ykt.ru/article/22454 (in Russian).</p> <p>10. «Gazprom» leads on Ukokto the study of the gas pipeline «Altai» [Electronic resource] http://www.regnum.ru/news/1443174.html#ixzz2x7kz6aiY (in Russian).</p>
--	--

Раздел 8	Section 8
Библиография	Bibliography
Название	Title
Новая монография о физиолого-биохимической обусловленности морфологических изменений у растений	New monograph on the physiological and biochemical bases of morphological changes in plants
Авторы	Contributors
Н. П. Савиных , д. б. н., профессор, Вятский государственный университет, 610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, д. 36	N. P. Savinykh , Vyatka State University, 36 Moskovskaya st., Kirov, Russia, 610000

Раздел 9	Section 9
Хроника	The chronicle
Название	Title
О юбилее издательства «О-Краткое»	About Jubilee Publishing house «O-Kratkoe»