

Шмандий В.М., Харламова Е.В., Ригас Т.Е.

ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ХИМИКО-ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Кременчугский национальный университет им. М. Остроградского Министерства образования и науки Украины, 396000, Кременчуг, Украина

Рассматриваются результаты исследований по разработке элементов управления экологической безопасностью в условиях действий химико-техногенных факторов. Актуальность темы определяется недостаточной изученностью одновременного воздействия факторов формирования экологической опасности разного генезиса, несовершенностью и дороговизной существующих технических средств управления безопасностью. Исследования проведены в Кременчугской социально-экономической зоне – регионе с интенсивной техногенной нагрузкой. Здесь имеет место присутствие разных типов опасности и неблагоприятное позиционирование её источников относительно объектов различного назначения. По результатам мониторинга состояний экологической опасности выявлены регионально значимые её составляющие и источники: полигон размещения отходов, технологические пруды промывно-пропарочной станции, техногенные землетрясения. На основе результатов инструментальных измерений зафиксированы проявления экологической опасности: превышения допустимых концентраций вредных веществ в водоносных горизонтах, вследствие чего вода в колодцах не соответствует стандартам и непригодна для употребления; превышения допустимых уровней колебаний элементов конструкций в жилых помещениях, также обнаружены трещины и осыпания штукатурки, зафиксированы временные ухудшения здоровья людей. Разработана система технических решений по управлению экологической безопасностью. Применена технология обезвреживания донных отложений биодеструкторами, благодаря чему ликвидированы источники экологической опасности на промывно-пропарочной станции. Обоснована целесообразность улучшения позиционных характеристик источников техногенных землетрясений, а именно искусственное изменение параметров среды с целью ограничения зоны распространения волн до различных объектов (проведение малоомощных взрывов для измельчения твёрдых пород; сооружение приповерхностных полых защитных сооружений, заполненных пористыми материалами; высадка определённых пород деревьев с развитой корневой системой). Для очистки водных объектов от тяжёлых металлов, нефтепродуктов и жиров использованы сорбенты повышенной поглощательной способности, изготовленные по усовершенствованному способу (использование процессов помолы и механоактивации) из отходов агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: управление; экологическая опасность; химико-технологические факторы; экологическая безопасность; техногенные землетрясения; сорбенты; очистка вод.

Для цитирования: Шмандий В.М., Харламова Е.В., Ригас Т.Е. Элементы управления экологической безопасностью в условиях действия химико-техногенных факторов. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(9): 809-812. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-9-809-812>

Для корреспонденции: Харламова Елена Владимировна, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры экологической безопасности и организации природопользования Кременчугского национального университета им. М. Остроградского, 396000, Кременчуг, Украина. E-mail: ecsafety.sh@gmail.com.

Shmandiy V.M., Kharlamova E.V., Rigas T.E.

CONTROL ELEMENTS OF ENVIRONMENTAL SAFETY UNDER THE CONDITIONS OF CHEMICAL AND MAN-MADE FACTORS

Mykhaylo Ostrohradsky Kremenchuk National University, Kremenchuk, 396000, Ukraine

The results of investigations are examined in terms of the development of custom ecological safety controls of the action of chemical and technogenic factors. The work is executed in the Department of Ecological Safety and Natural Management of Kremenchuk Mykhaylo Ostrohradskyi National University (Ukraine). The actuality of the theme is determined by insufficient knowledge of the simultaneous impact of factors of the formation of the ecological danger of different genesis, imperfection and the high cost of existing technical safety management tools. Research is conducted in the Kremenchug socio-economic area – region with the intensive technogenic loading. Where the simultaneous presence of constituents of the danger of different genesis and unfavorable keeping of its sources takes place in relation to the objects of the different setting. On results of monitoring of the states of the ecological danger, its regionally significant components and sources are identified: a waste disposal site, technological ponds of a washing and steaming station, technogenic earthquakes. On the basis of monitoring observations and instrumental measurements, manifestations of an ecological danger are recorded: exceeding the permissible concentrations of harmful substances in aquifers, as a result of which the water in the wells does not meet the standards and is not suitable for consumption; exceeding the permissible levels of vibrations of structural elements in living quarters, cracks and plastering of plaster were also found, temporary deterioration of people's health was recorded. The system of technical decisions is developed on a management ecological safety. The technology of rendering of the ground deposits by destructors harmless is applied, due to what the sources of ecological danger are liquidated at the washing-steaming station. Experience of the improvement of position descriptions of sources of technogenic earthquakes is grounded, namely artificial change of parameters of environment with the purpose of limitation of area of distribution of waves to the dangerous objects (low-power explosions for the crushing of hard rocks, the construction of near-surface hollow protective structures filled with porous materials, the planting of certain tree species with developed root system). For cleaning of water objects from heavy metals, petroleum products, and fats, the sorbents of increased absorptive

capacity, manufactured using an improved method (the use of grinding and mechanical activation processes) from wastes from the agro-industrial complex are used.

Key words: *management; ecological danger; chemical-technogenic factors; ecological safety; technogenic(man-made) earthquakes; sorbents; water treatment*

For citation: Shmandiy V.M., Kharlamova E.V., Rigas T.E. Control elements of environmental safety under the conditions of chemical and man-made factors. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(9): 809-812. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-9-809-812>

For correspondence: *Olena V. Kharlamova*, MD, Ph.D, Associate Professor, Ecological Safety and Natural Management of Mykhaylo Ostrohradskyi Kremenchuk National University, Kremenchuk, 396000, Ukraine. E-mail: ecsafety.sh@gmail.com.

Information about authors: Shmandiy V.M., <http://orcid.org/0000-0002-8811-4824>; Kharlamova O.V., <http://orcid.org/0000-0002-9422-4990>; Rigas T.E., <http://orcid.org/0000-0001-9297-2787>.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Received: 07 December 2017

Accepted: 24 April 2018

Введение

Промышленно развитые регионы с мощной индустриальной, транспортной и энергетической структурами характеризуются высокой концентрацией техногенной нагрузки, вследствие чего возникают противоречия между социальной сферой и природной средой. Формируется экологическая опасность различного происхождения. Одной из приоритетных задач социально-экономического развития регионов является совершенствование подходов, направленных на профилактику и снижение распространённости экологически зависимых заболеваний, в том числе минимизация риска воздействия неблагоприятных факторов среды обитания на население [1]. Тем не менее, в современных научных исследованиях не всегда учитываются даже основные факторы, влияющие на состояние экологической безопасности [2].

Мы придерживаемся концептуальной позиции: для разработки эффективной системы управления экологической безопасностью необходимо проведение мониторинга проявлений экологической опасности, анализа конкретных факторов с целью выявления регионально значимых составляющих опасности и её источников [3].

Следует отметить, что техногенное загрязнение компонентов окружающей среды химическими веществами является существенным фактором формирования экологической опасности практически для всех регионов [4]. В значительной степени это относится к системе обращения с отходами [5] (в частности, рассматриваются технологические процессы экологически безопасной утилизации отходов [6]), а также загрязнению подземных водоносных горизонтов, воды которых используются для питьевого снабжения населения [7]. Недостаточно изучены техногенные землетрясения [3]. Поскольку относительно мощными источниками техногенных землетрясений являются карьеры по добыче полезных ископаемых взрывным способом, представляет определённый интерес методология оценки экологических рисков в горнопромышленных регионах [8]. Для очистки водной среды от загрязнителей наряду с другими методами широко применяются адсорбционные методы [9]. В настоящее время большинство из используемых для этих целей сорбентов имеет высокую стоимость, сложные технологии получения и регенерации [10]. Следовательно, создание эффективных сорбентов (с вовлечением в этот процесс определённых отходов) и практическое использование их в технологиях адсорбционной очистки от загрязнений компонентов окружающей среды является одним из приоритетных направлений технического обеспечения экологической безопасности. Актуальность нашего исследования определяется недостаточной изученностью одновременного воздействия факторов формирования эко-

логической опасности разного генезиса, несовершенностью и дороговизной существующих технических средств управления безопасностью.

Цель работы состоит в разработке мероприятий по управлению экологической безопасностью в техногенно нагруженном регионе при действии химико-техногенных факторов. В соответствии с указанной целью сформулированы задачи исследования:

- мониторинг состояний экологической опасности в конкретном техногенно нагруженном регионе;
- определение наиболее значимых факторов формирования и проявлений опасности;
- разработка мероприятий по управлению экологической безопасностью.

Материал и методы

В качестве объекта экспериментальных исследований выбрана Кременчугская социально-экономическая зона (КСЭЗ) – регион с интенсивной техногенной нагрузкой. Работа выполнялась на кафедре экологической безопасности и организации природопользования Кременчугского национального университета на протяжении последних пяти лет.

Основными методами исследований являются системный анализ условий и закономерностей формирования экологической опасности, поиск эффективных способов управления экологической безопасностью. В экспериментальных исследованиях применены апробированные методы. В частности, определение скорости смещения грунта и элементов конструкций при техногенных землетрясениях проводили путём многоканальной регистрации кратковременных процессов, протекающих в геологической среде, с последующим анализом амплитудно-частотных параметров. Для инструментальных замеров использованы виброграф И-00-2, магнитограф НО-68, сейсмодатчики СМ-3, СВ-20, АТП-1М. Градуировку сейсмического канала осуществляли динамическим методом на вибростенде ВУТ-300/6. Изучение структуры сорбентов проводилось с помощью рентгенофазового анализа на дифрактометре ДП-2,0; снимки поверхности образцов получены на электронном микроскопе ЭМИ-100Л. Удельную поверхность сорбентов определяли методом низкотемпературной адсорбции азотом. Сорбционную способность устанавливали методом экстракции загрязнителей органическим растворителем с последующим применением метода инфракрасной фотометрии. Проверка однородности и достоверности экспериментальных данных проводилась методами статистического анализа. Принадлежность рассматриваемых вариантов к выборке подтверждалась сравнением расчётного максимального значения *t*-критерия Стьюдента с критическим. Достоверность данных проверена с помощью метода спрямлённых диаграмм.

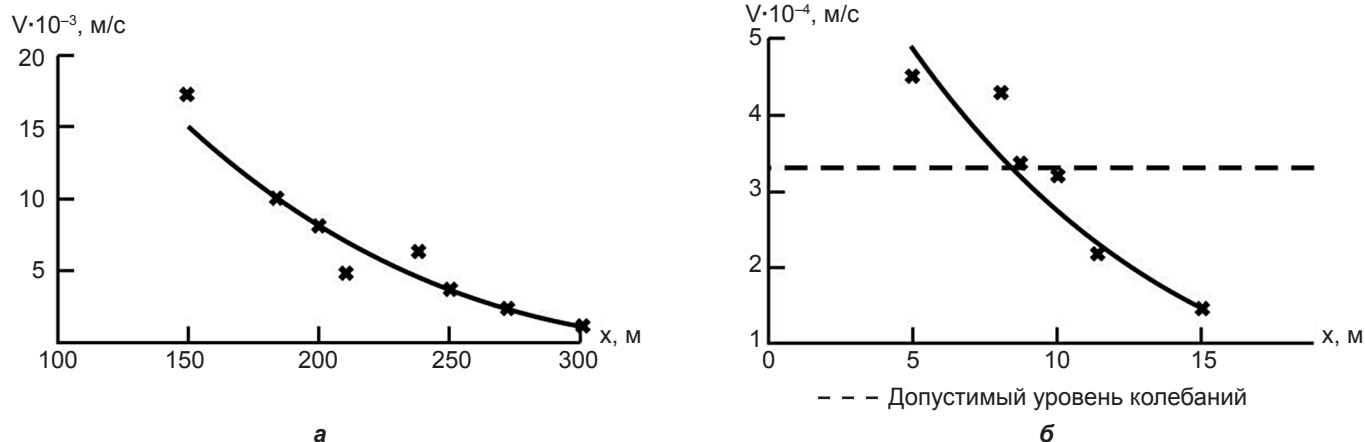


Рис. 1. Зависимость скорости смещения от расстояния от источника опасности до точки наблюдения для различных типов источников техногенных землетрясений: а – взрывы на карьерах; б – движение большегрузного транспорта.

Результаты

Расположенный в южной части КСЭЗ полигон размещения отходов эксплуатируется с нарушениями требований экологической безопасности. По результатам анализа отобранных проб установлено, что концентрации железа, свинца, марганца, нефтепродуктов, фенола в грунтовых водах превышают ПДК в 4–26 раз по разным ингредиентам. Из-за этого вода в колодцах не соответствует стандартам и непригодна для употребления. В северной части КСЭЗ расположена промывно-пропарочная станция, предназначенная для подготовки цистерн к наливу нефтесодержащих жидкостей, в технологических прудах которой накапливаются вредные вещества, твёрдые донные отложения (ТДО). Пруды формируют экологическую опасность: вследствие инфильтрации под ними образовалась зона загрязнения грунтовых вод. Длительное накопление вредных веществ и их миграция по водоносным горизонтам способствовали пространственному распространению экологической опасности, которая проявляется в непригодности воды для потребления из подземных горизонтов. По результатам анализа отобранных проб установлено: рН 6,2–8,0; минерализация – до 4000 мг/дм³; жесткость составила 9–16 мг-экв/дм³; концентрации нефтепродуктов и фенолов – до 300 и 40,0 мг/дм³, соответственно.

На территории КСЭЗ сосредоточено значительное количество источников техногенных землетрясений: действуют 5 карьеров по добыче полезных ископаемых взрывным способом, а также проходят транспортные магистрали (автомобильные и железнодорожные) с интенсивным движением большегрузных транспортных средств [3]. Высокая концентрация источников техногенных землетрясений и расположение последних на селитебно-производственных территориях с развитой сетью коммуникаций и сооружений с учётом геологических условий региона (залегание кристаллического фундамента на незначительной глубине от земной поверхности обуславливает незначительное поглощение энергии сейсмических волн при их пространственном распространении) существенно усиливает влияние позиционных свойств источников опасности. Позиционность [2] подразумевает не только учёт взаимного расположения источника опасности и объекта, на который она влияет, но и характеристики среды, в которой опасность распространяется. В ходе мониторинга состояний экологической опасности, связанной с техногенными землетрясениями, осуществлены инструментальные замеры (рис. 1.). Проведена

статистическая обработка полученных данных. Рассчитанное максимальное значение *t*-критерия Стьюдента (0,08) значительно меньше критического (1,67). Это подтверждает гипотезу о принадлежности рассматриваемых вариантов к выборке, а данные выборки считаются однородными с уровнем достоверности 0,95. Достоверность данных проверена с помощью метода спрямлённых диаграмм.

Максимальное значение скорости смещения в жилых помещениях зарегистрировано на уровне 0,6 мм/с, что превышает в 1,8 раза допустимый уровень колебаний. Выявлены трещины и осыпания штукатурки, зафиксированы временные расстройства здоровья людей (головные и сердечные боли, изменение артериального давления).

Обсуждение

На основе анализа и обобщения фактического материала, а также результатов собственных мониторинговых исследований состояний экологической опасности констатируем, что в КСЭЗ наблюдается одновременное присутствие составляющих опасности разного генезиса, неблагоприятная позиционность её источников относительно объектов, на которые она влияет (см. таблицу).

Нами разработаны элементы системы управления экологической безопасностью относительно химико-техногенных факторов:

1. С целью снижения влияния промывно-пропарочной станции применена технология обезвреживания донных отложений биодеструкторами, основанная на способности микроорганизмов минерализовать углеводы нефти с помощью ферментных систем в аэробных условиях, которая включает несколько этапов (рис. 2). В результате реализации предложенного технического решения ликвидированы источники экологической опасности.

Проявления экологической опасности в исследуемом регионе

Следствия проявлений экологической опасности	Локализация проявлений опасности	Факторы антропогенного влияния
Ухудшение показателей качества подземных вод	Северная и южная части КСЭЗ	Миграция вредных химических веществ по водоносным горизонтам
Повреждение сооружений, временные расстройства здоровья населения	Жилые и производственные сооружения	Техногенные землетрясения

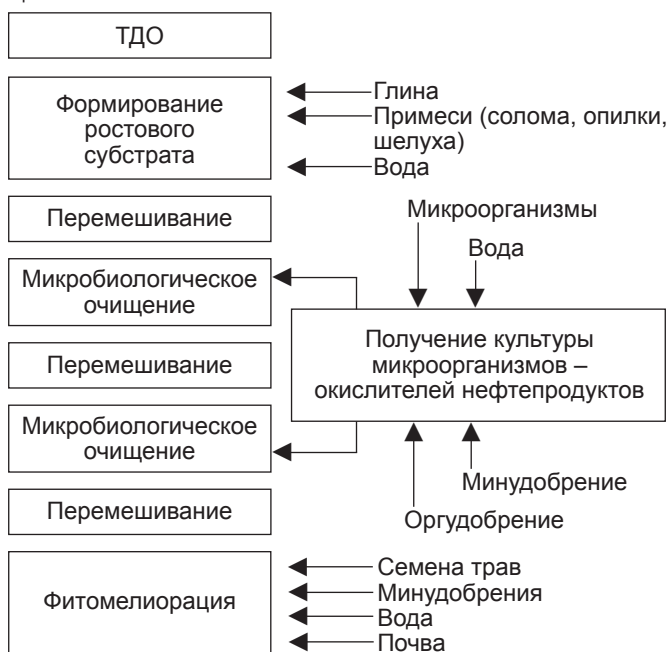


Рис. 2. Последовательность технологических операций обезвреживания ТДО.

2. В качестве технических решений по снижению влияния техногенных землетрясений обоснована целесообразность улучшения позиционных характеристик источников опасности – искусственное изменение параметров среды с целью ограничения зоны распространения механических волн до объектов:

- проведение на пути распространения волн маломощных взрывов для измельчения твердых пород;
- сооружение приповерхностных полых защитных сооружений, заполненных пористыми материалами; инструментальные замеры показали снижение интенсивности колебаний в 2,6 раза после реализации мероприятия;
- формирование сети зелёных насаждений (деревьев с развитой корневой системой, которая фактически является эластичной сеткой, поглощающей механические колебания за счёт упругих сил); интенсивность воздействия уменьшается в 1,4 раза.

3. С целью эффективного снижения концентраций вредных веществ в водной среде нами усовершенствован способ получения сорбента на основе отходов (шелухи гречки) [11], модифицированных в результате помола и механоактивации. По результатам исследования процесса очистки жиросодержащих промывных вод полученным сорбентом установлено, что уже на 15 минуте наблюдается адсорбция жира на уровне 91%; эффективность очистки сточных вод от технологических масел составляет 99,95%. Степень поглощения ионов тяжёлых металлов равна (г/кг): хром (III) – 73, никель (II) – 80, цинк (II) – 64, железо (III) – 83. Установлено, что максимальное извлечение этих ионов достигается при pH = 9. Полученные в эксперименте данные проверены на репрезентативность.

Выводы

1. Проанализированы особенности формирования экологической опасности в результате действия регионально значимых химико-техногенных факторов её возникновения. По результатам инструментальных замеров установлены превышения допустимых норм содержания вредных веществ в водах подземных горизонтов вследствие проникновения их из полигона размещения отходов и техно-

логических прудов промывно-пропарочной станции, из-за этого вода в колодцах не соответствует стандартам и непригодна для употребления.

2. По результатам мониторинга состояний экологической опасности, связанной с техногенными землетрясениями, установлено превышение допустимых уровней колебаний в жилых помещениях. Выявлены трещины и осыпания штукатурки, зафиксированы временные расстройства здоровья людей.

3. С целью снижения влияния химико-технологических факторов разработаны и реализованы технические решения по управлению экологической безопасностью:

- применена технология обезвреживания донных отложений в технологических прудах промывно-пропарочной станции;
- обоснована целесообразность изменения позиционных характеристик источников техногенных землетрясений путём искусственного влияния на характеристики среды распространения механических волн;
- использованы сорбенты повышенной поглощательной способности, изготовленные по усовершенствованному способу из отходов агропромышленного комплекса для очистки водных объектов от тяжёлых металлов, нефтепродуктов и жиров.

Финансирование. Финансовая поддержка не оказывалась.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература (пп. 6, 8, 9 см. References)

1. Рахманин Ю.А., Синицына О.О. Состояние и актуализация задач по совершенствованию научно-методологических и нормативно-правовых основ в области экологии человека и гигиены окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2013; 5: 4-7.
2. Шмандий В.М., Харламова Е.В., Ригас Т.Е. Исследование проявлений экологической опасности на региональном уровне. *Гигиена и санитария*. 2015; 7: 90-3.
3. Шмандий В.М., Харламова Е.В., Гальчук С.В. Экологическая безопасность в регионе с интенсивным воздействием источников техногенных землетрясений. *Гигиена и санитария*. 2012; 5: 52-3.
4. Сергеева М.В., Якушева М.Ю. Оценка риска влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения на муниципальном уровне. *Гигиена и санитария*. 2010; 1: 21-3.
5. Рахманин Ю.А., Русаков Н.В., Самутин Н.М. Отходы - как интегральный эколого-гигиенический критерий комплексного воздействия на окружающую среду и здоровье населения. *Гигиена и санитария*. 2015; 6: 5-6.
7. Унгурияну Т.Н. Риск для здоровья населения при комплексном действии веществ, загрязняющих питьевую воду. *Экология человека*. 2011; 3: 14-7.
10. Большанина С. Б., Воробьева И. Г., Гловин Н. М., Малованый М. С. Исследование способности глинистых сорбентов к адсорбции ионов цинка. *Вісник Кременчуцького національного університету*. 2013; 3 (80): 203-4.
11. Шмандий В.М., Безденежных Л.А., Харламова Е.В. Использование адсорбентов, полученных из отходов, для улучшения состояния среды обитания человека. *Гигиена и санитария*. 2012; 6: 44-2.

References

1. Rakhmanin Yu. A., O. O. Sinitsyna Status and actualization of tasks to improve the scientific-methodological and regulatory frameworks in the field of human ecology and environmental hygiene. *Gigiena i sanitariya*. 2013; 5: 4-7. (in Russian).
2. Shmandiy V. M., Kharlamova O. V., Rigas T. E. Research of manifestations of ecological danger at the regional level. *Gigiena i sanitariya*. 2015; 7: 90-3. (in Russian).
3. Shmandiy V. M., Kharlamova E. V., Gal'chuk S. V. Environmental security in the region with heavy exposure to sources of man-made earthquakes. *Gigiena i sanitariya*. 2012; 5: 52-3. (in Russian).
4. Sergeeva M. V., Yakusheva M. Yu. Risk assessment of the impact of environmental pollution on the health of the population at the municipal level. *Gigiena i sanitariya*. 2010; 1: 21-3. (in Russian).
5. Rakhmanin Y. A., Rusakov N. V., Samutin N. M. Waste as an integral ecological hygienic criteria of comprehensive impact on the environment and human health. *Gigiena i sanitariya*. 2015; 6: 5-6. (in Russian).
6. Vambol S., Shakhov Y., Vambol V., Petukhov I. A mathematical description of the separation of gas mixtures generated by the thermal utilization of waste. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*. 2016; 1/2(79): 35-41. (in Ukraine).
7. Unguryanu T. N. The risk to health of the population at complexdatatype of pollutants in drinking water. *Ekologiya Cheloveka*. 2011; 3: 14-7. (in Russian).
8. Gorova, A., Pavlychenko, A., Borysovska, O., Krupskaya, L. The development of methodology for assessment of environmental risk degree in mining regions. *Mining of Mineral Deposits*, Leiden, Netherlands: CRC Press. 2013; 207-9. (in Netherlands).
9. Melnyk Lyudmila, Bessarab Oleksandr, Matko Svitlana, Maloyovany Myroslav Adsorption of heavy metals ions from liquid media by polygorskite. *Chemistry & Chemical Technology*. 2015; 1.9: 4: 467- 70. (in Ukraine).
10. Bolshaniina S. B., Vorob'eva I. G., Glavin N. M., Malovanyy M. S. The study of the clay sorbents for adsorption of zinc ions. *Visnyk Kremenchuc'kogo nacional' nogo universytetu*. 2013; 3 (80). 203-4. (in Ukrainian).
11. Shmandiy V. M., Bezdenezhnykh L. A., Kharlamova O. V. Use of the adsorbents received from waste for improvement of a condition of habitat of the person. *Gigiena i sanitariya*. 2012; 6: 44-2. (in Russian).