

УДК 504.06+574+663.1

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ НА БИОСФЕРУ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

© 2022 А.В. Васильев

Институт экологии Волжского бассейна РАН –
филиал Самарского федерального исследовательского центра РАН, г. Тольятти, Россия

Статья поступила в редакцию 30.11.2022

В работе рассматриваются проблемы негативного воздействия нефтесодержащих отходов на биосферу. Проведен анализ существующих подходов к созданию автоматизированных информационных систем мониторинга негативного воздействия на биосферу, выявлены их недостатки. Рассмотрены особенности создания автоматизированной информационной системы мониторинга негативного воздействия нефтесодержащих отходов на биосферу. Описаны блоки информационной системы. Показан пример расчета с использованием информационной системы. Результаты работы позволяют осуществлять более эффективную и качественную оценку рисков негативного воздействия нефтесодержащих на биосферу отходов, разрабатывать мероприятия по снижению негативного воздействия.

Ключевые слова: нефтесодержащие отходы, экологическое воздействие, мониторинг, автоматизированная информационная система

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-6-154-159

1. ВВЕДЕНИЕ

Негативное воздействие нефтесодержащих отходов, обладающих высокой степенью токсичности, на биосферу представляет серьезную проблему как для человека, так и для биосферы в целом [1-3, 6-12]. Выброшенная нефть перемешивается с грунтом, образуя нефтешламы. При этом, помимо почвы, загрязняются также поверхностные хозяйствственные и подземные водоносные горизонты, в них увеличиваются жесткость воды, содержание сульфатов, хлоридов, нитратов.

Отходы нефтегазовых комплексов сосредоточиваются обычно в шламовых амбарах. Последние представляют собой копаные ямы в теле буровых площадок или примыкающие к ним, заполненные отходами бурения (буровыми растворами, горными породами, глиной, цементом, водой и др.). Отходы подлежат захоронению – засыпке привозными грунтами. Через год, из-за выдавливания жидкой массы, их приходится засыпать вторично.

Загрязнение биосферы нефтесодержащими отходами может привести к целому ряду негативных последствий:

- гибели гидробионтов;
- нарушению экологического равновесия в почвенном биоценозе;
- негативному воздействию на живые организмы в биосфере;

Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор, заслуженный эколог Самарской области, заведующий лабораторией инженерной экологии и экологического мониторинга. E-mail: avassil62@mail.ru

- угнетению или деградации растительного покрова;
- изменению структуры почвы, уменьшению аэрируемости и дренажа;
- снижению продуктивности сельскохозяйственных земель и др.

Для разработки эффективных методов и решений по снижению негативного воздействия на биосферу отходов, возникающих при разработке нефтегазовых месторождений необходимо создать автоматизированную информационную систему мониторинга негативного воздействия нефтесодержащих отходов на биосферу.

2. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ К СОЗДАНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОСФЕРУ

Для оценки негативного воздействия на биосферу и экологического риска целесообразно использовать программы ЭВМ, специально разработанные для этой цели. Кроме упрощения и автоматизации вычислений при расчетах, такие программы в большинстве случаев содержат базы данных с токсикологическими характеристиками загрязняющих веществ и описаниями особенностей их воздействия, что существенно облегчает задачу оценки рисков негативного воздействия нефтесодержащих отходов на биосферу и разработке мероприятий по их снижению.

Информационно-аналитические, прогнозируемые и управляющие компьютерные системы позволяют включать полную информацию и

опираться на широкую базу данных обо всех основных и вспомогательных факторах, влияющих на здоровье человека и состояние окружающей среды. Только наличие исчерпывающей картины по фактическому состоянию окружающей среды, опирающейся на достоверные результаты, позволят осуществлять такие расчеты и прогнозы.

Ввиду многофакторного негативного нефтесодержащих отходов на биосферу и соответствующего обилия информации провести многофакторную оценку негативного воздействия нефтесодержащих отходов и последующую разработку мероприятий по снижению загрязнений затруднительно провести без использования соответствующего программного обеспечения.

Важно отметить адекватность математической постановки задач в информационных системах мониторинга и оптимизации в проблеме оценки негативного экологического воздействия. Необходимо учитывать наиболее существенные факторы негативного воздействия нефтесодержащих отходов на биосферу, а малозначимыми факторами пренебрегать. Всесторонняя оценка негативного воздействия нефтесодержащих отходов с максимальным учетом потенциально вредных веществ реально неосуществима из-за большого объема исследования и требуемых материальных ресурсов, а также из-за отсутствия адекватных данных об уровнях воздействия и потенциальной опасности ряда химических соединений. В связи с этим анализ обычно проводится на основе детального исследования ограниченного числа приоритетных (индикаторных) веществ, которые наилучшим образом характеризуют реальный риск для биосферы и здоровья населения.

Существенное сужение перечня анализируемых химических компонентов отходов может резко искажать итоговые величины рисков, что неминуемо приведет к неверным результатам при ранжировании источников риска. В связи с этим целесообразно провести измерения кон-

центраций вредных веществ и их токсикологического воздействия с последующим расчетом уровней риска.

Необходимо проводить комплексную оценку рисков и учитывать сочетанное воздействие приоритетных факторов на биосферу и организм человека, с учётом возможных токсических эффектов. Разработанное специально для этих целей программное обеспечение позволяет осуществлять автоматизированную обработку и оценку результатов измерений различных видов воздействий и проводить расчёты интегральных показателей и сочетанного воздействия факторов различной природы. В качестве исходной составляющей может выступать графическая двухмерная карта исследуемой территории в определенном масштабе.

Аналитическая информационная система отраслевого мониторинга (АИС «Отходы-Мониторинг») компании «ТКО-Информ» (свидетельство о регистрации в Роспатенте №2019663467 от 17.10.2019г.) позволяет осуществлять контроль показателей деятельности региональных операторов для надзорных органов и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации. Система обеспечивает прозрачность контроля и управления отраслью, позволяет сокращать затраты на ведение территориальной схемы обращения с отходами, предоставляет новые возможности повышения качества услуг в сфере обращения с отходами, способствует взаимодействию с населением. Таким образом, программный продукт позволяет учитывать сбор, размещение вывоз отходов (в том числе нефтесодержащих), но не позволяет осуществлять оценку их негативного воздействия.

Программные продукты «Monitoring of chemical pollutions (MCP)» [4] и «Комплексная оценка экологического риска» [5] позволяют определить наиболее опасные места с точки зрения вероятности развития хронических заболеваний от комплексного воздействия химических и физических факторов (рис. 1). В ре-

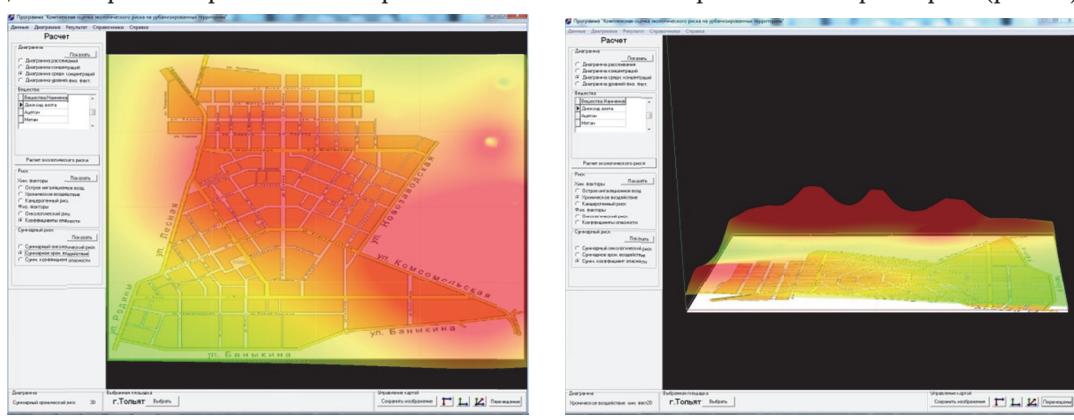


Рис. 1 – Двухмерное (а) и трехмерное (б) представление результатов оценки экологического риска с помощью разработанного программного обеспечения. Область зеленого цвета – норма, желтого цвета – риск, красного цвета – угроза

зультате комплексной оценки рисков здоровью человека, связанных с воздействием химических и физических факторов на загрязненной территории, могут быть выявлены наиболее проблемные участки территории. Однако данные программные продукты не позволяют оценить отдельное воздействие именно нефтесодержащих отходов.

Таким образом, анализ существующих программных продуктов показывает, что они не учитывают специфику воздействия нефтесодержащих отходов. Необходимо разработать автоматизированную информационную систему мониторинга негативного воздействия нефтесодержащих отходов на биосферу, позволяющую осуществлять комплексную оценку негативного воздействия.

3. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ НА БИОСФЕРУ

С целью автоматизации процессов мониторинга негативного воздействия нефтесодержащих отходов на биосферу разработана автоматизированная информационная система. Её основной задачей является создание единого информационного пространства по выявлению загрязнений и последующей разработки мероприятий по снижению загрязнений.

Автоматизированная информационная система мониторинга негативного воздействия нефтесодержащих отходов на биосферу при разработке и эксплуатации нефтегазовых месторождений структурно включает в себя следующие блоки:

- источники загрязнения: эксплуатационные и разведочные скважины, нефтеперерабатывающие установки, наземные транспортные средства, нефтехранилища, нефтепромыслы, нефтепроводы, транспорт, перевозящий нефтепродукты;

- база данных об источниках, составе и условиях загрязнения нефтесодержащими отходами на исследуемой территории;

- компоненты биосферы: литосфера, гидросфера, атмосфера;

- масштаб загрязнения: локальное, региональное, межрегиональное, трансграничное;

- вид негативного воздействия: токсикологическое, механическое, физическое, химическое, биологическое, радиационное, сочетанное, канцерогенное и неканцерогенное, аварийные выбросы и разливы нефти;

- зона негативного воздействия: природная территория, промышленная зона, селитебная территория, заповедник, национальный парк;

- продолжительность негативного воздействия: разовое кратковременное, разовое длительное, многократное;

- параметры негативного воздействия: порогость воздействия, концентрация, доза, уровень, балл, класс опасности нефтесодержащего отхода, скорость разложения в окружающей среде, изменения морфометрических особенностей организмов, изменения индикаторных значений отдельных видов (таксонов) зоопланктона и изменения разнообразия фауны в условиях загрязнения, смертность;

- результаты инструментального мониторинга параметров негативного воздействия;

- степень негативного воздействия: легкое, среднее, высокое, критическое;

- последствия негативного воздействия (база данных по территориям, на которых ведутся или велись ранее разработка и эксплуатация нефтегазовых месторождений), в том числе гибель живых организмов в биосфере, нарушение ландшафтов, нарушение экологического равновесия в почвенном биоценозе; угнетение или деградация растительного покрова; изменение структуры почвы, уменьшение аэрируемости и дренажа, снижение продуктивности сельскохозяйственных земель и др.

Информационно-аналитическая система позволяет централизованно провести анализ данных по выявлению загрязнений, на основании вводных параметров, а также записать результаты в единый реестр (база данных). В системе присутствуют встроенные средства для отображения полученной информации в графическом виде, в форме отчетов и карт (ГИС) моделирования загрязнения местности. Имеется возможность расширения, за счет быстрого добавления в систему, других потенциально необходимых типов данных на базе шаблона.

На рис. 2 показана структура блоков автоматизированной информационной системы. На рис. 3 показан пример расчета масштаба загрязнения при негативном воздействии нефтесодержащих отходов на биосферу.

Администрирование, ввод и редактирование данных, может осуществляться с любого компьютера, подключенного к сети Интернет, установка локального клиента не требуется. Предусмотрена система аутентификации пользователя для запрета несанкционированного доступа, а также авторизация по ролям для разграничения полномочий на ввод данных и управление параметрами приложения. Присутствует возможность аудита входов, а также всех выполняемых в системе операций.

Тип ЭВМ: IBM-совместимый персональный компьютер. Язык программирования: Python. Операционная среда: Windows / Linux.

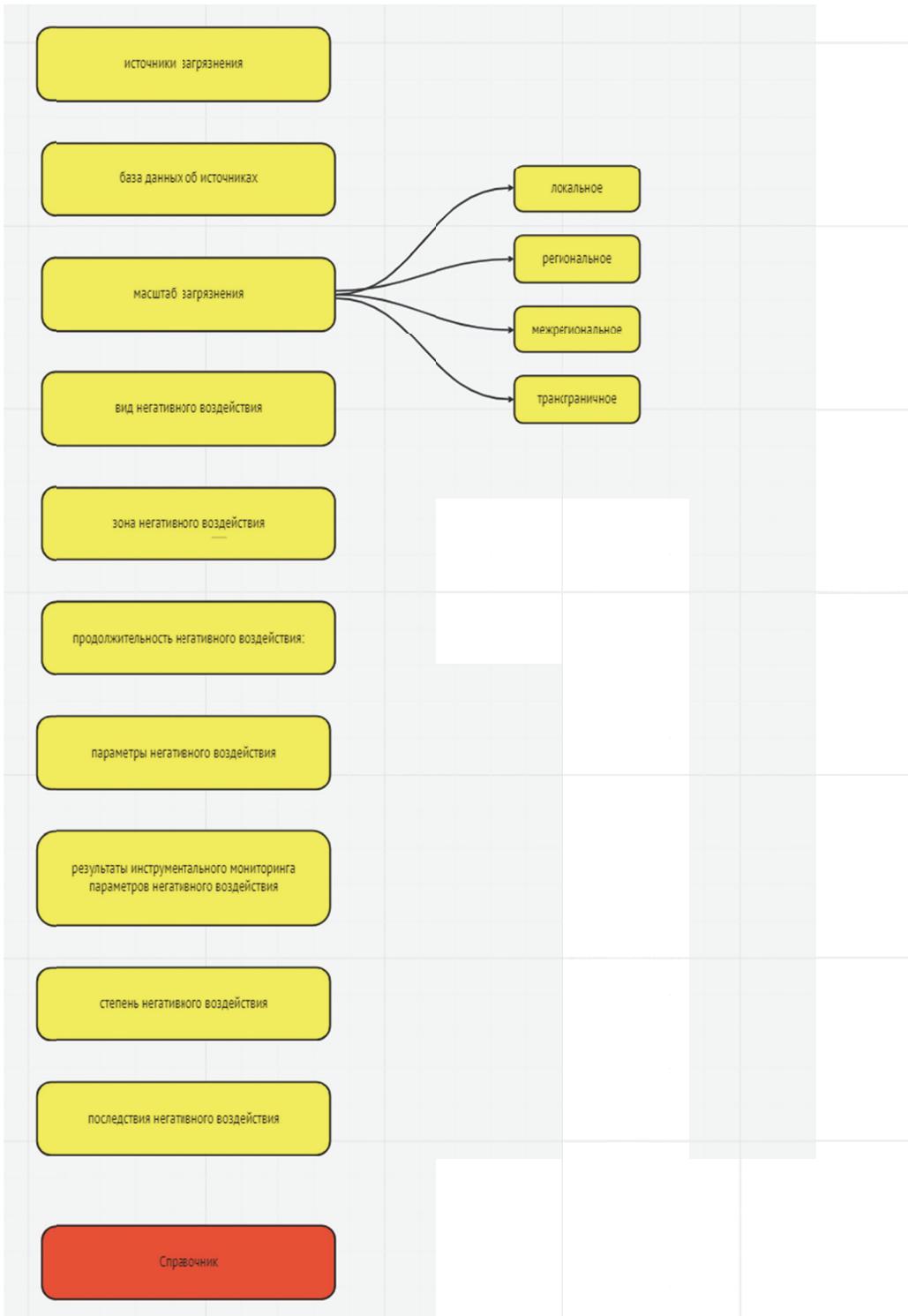


Рис. 2 – Структурная схема блоков автоматизированной информационной системы

В результате разработки автоматизированной информационной системы будет осуществляться более эффективный и качественный мониторинг негативного воздействия нефтесодержащих отходов на биосферу, что позволит обеспечить санитарно-эпидемиологическое и экологическое благополучие населения на урбанизированных территориях, принять своевременные и качественные меры по снижению негативного воздействия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен анализ существующих подходов к созданию автоматизированных информационных систем мониторинга негативного воздействия на биосферу, выявлены их недостатки.

Описана разработанная автоматизированная информационная система мониторинга негативного воздействия нефтесодержащих отходов на биосферу, будет осуществляться более эффектив-

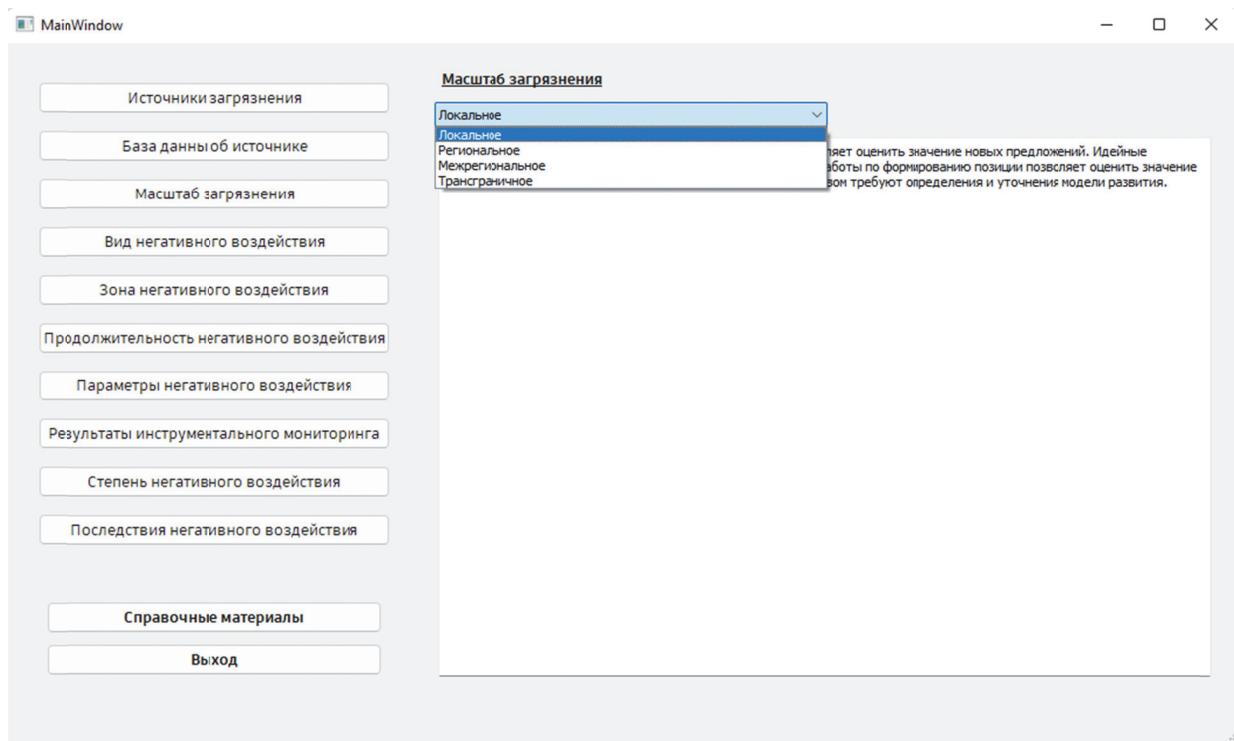


Рис. 3 - Пример расчета масштаба загрязнения при негативном воздействии нефтесодержащих отходов на биосферу

ный и качественный мониторинг негативного воздействия нефтесодержащих отходов на биосферу, что позволит обеспечить санитарно-эпидемиологическое и экологическое благополучие населения на урбанизированных территориях, принять своевременные и качественные меры по снижению негативного воздействия.

Полученные результаты планируются к внедрению на предприятиях и в организациях, деятельность которых связана с образованием нефтесодержащих отходов; в природоохранных службах административных учреждений; в научно-исследовательских организациях; в органах экологического надзора и др.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках государственного задания учреждениям науки, номер 1021060107178-2-1.5.8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, А.В. Особенности мониторинга негативного воздействия нефтесодержащих отходов на биосферу / А.В. Васильев // Известия Самарского научного центра РАН. – 2022. – Т. 24. – № 2. – С. 113-120.
2. Васильев, А.В. Подходы к определению токсичности нефтесодержащих отходов с использованием биоиндикации и биотестирования / А.В. Васильев // Известия Самарского научного центра РАН. – 2022. – Т. 24. – № 5. – С. 36-43.
3. Васильев, А.В. Анализ источников загрязнения биосфера нефтепродуктами и особенности оценки их экологического воздействия / А.В. Васильев // Академический вестник ЭЛПИТ. – 2022. – Т. 7. – № 2(20). – С.15-20.
4. Васильев А.В., Заболотских В.В., Терещенко И.О., Терещенко Ю.П. Программное обеспечение «Monitoring of chemical pollutions (MCP)». Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2012614443, зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 17 мая 2012 г.
5. Васильев А.В., Заболотских В.В., Терещенко И.О., Терещенко Ю.П. Программа для ЭВМ «Комплексная оценка экологического риска». Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2013619171, зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 26 сентября 2013 г.
6. Заболотских, В.В. Комплексный мониторинг антропогенного загрязнения в системе обеспечения экологической безопасности города / В.В. Заболотских, А.В. Васильев // Вектор науки ТГУ. – 2012. – № 2 (20). – С.58 – 62.
7. Карташев, А.Г. Влияние нефтезагрязнений на почвенных беспозвоночных животных / А.Г. Карташев, Т.В. Смолина. – Томск: В-Спектр, 2011. – 146 с.
8. Онищенко, Г.Г. Комплексное определение антропотехногенной нагрузки на водные объекты, почву, атмосферный воздух в районах селитебного освоения / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин [под. ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко] – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 1996 – 28 с.
9. Vasilyev, A.V. Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories // Safety of Technogenic Environment. 2014. № 6. Pp. 43-46.
10. Vasilyev, A.V. Classification and reduction of negative impact of waste of oil-gas industry. Proc. of World Heritage and Degradation. Smart Design, Planning and Technologies.

11. Vasilyev, A.V. Experience, Results and Problems of Ecological Monitoring of Oil Containing Waste. Proceedings of the 2018 IEEE International Conference "Management of Municipal Waste as an Important Factor of Sustainable Urban Development" (WASTE'2018), October, 4-6, 2018, Saint-Petersburg; edition of Saint-Petersburg State Electrical Technical University "LETI", 2018, pp. 82-85.
12. Vasilyev A.V., Zabolotskikh V.V., Vasilyev V.A. Development of methods for the estimation of impact of physical factors on the health of population // Safety of Technogenic Environment. –2013. –№ 4. – Pp. 42-45.

APPROACHES TO ESTIMATION OF NEGATIVE IMPACT OF OIL CONTAINING WASTE TO BIOSPHERE USING OF AUTOMATED INFORMATION SYSTEM

© 2022 A.V. Vasilyev

Institute of Ecology of Volga Basing RAS –
Branch of Samara Federal Research Center of Russian Academy of Science, Togliatti, Russia

In this paper peculiarities of negative impact of oil-containing waste to biosphere are considered. Analysis of existing to creation of automated information system of monitoring of negative impact to biosphere is carried out, its disadvantages are determined. Possibilities of creation of automated information system of monitoring of negative impact of oil-containing waste to biosphere are considered. Blocks of information system are described. Example of calculation by using of developed information system is shown. Results of work are allowing us to carry out more efficient and high quality reduction of negative impact of oil-containing waste to the biosphere and to develop the measures for reduction of negative impact.

Key words: oil containing waste, ecological impact, monitoring, automated information system.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-6-154-159

REFERENCES

1. Vasil'ev, A.V. Osobennosti monitoringa negativnogo vozdejstviya neftesoderzhashchih othodov na biosferu / A.V. Vasil'ev // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. – 2022. – Т. 24. – № 2. – S. 113-120.
2. Vasil'ev, A.V. Podhody k opredeleniyu toksichnosti neftesoderzhashchih othodov s ispol'zovaniem bioindikacii i biotestirovaniya / A.V. Vasil'ev // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. – 2022. – Т. 24. – №5. – S. 36-43.
3. Vasil'ev, A.V. Analiz istochnikov zagryazneniya biosfery nefteproduktami i osobennosti ocenki ih ekologicheskogo vozdejstviya / A.V. Vasil'ev // Akademicheskij vestnik ELPIT. – 2022. – Т. 7. – № 2(20). – S.15-20.
4. Vasil'ev A.V., Zabolotskikh V.V., Tereshchenko I.O., Tereshchenko Y.U.P. Programmnoe obespechenie «Monitoring of chemical pollutions (MSR)». Svidetel'stvo ob oficial'noj registraci programmy dlya EVM № 2012614443, zaregistrirovano v Reestre programm dlya EVM 17 maya 2012 g.
5. Vasil'ev A.V., Zabolotskikh V.V., Tereshchenko I.O., Tereshchenko Y.U.P. Programma dlya EVM «Kompleksnaya ocenka ekologicheskogo riska». Svidetel'stvo ob oficial'noj registraci programmy dlya EVM № 2013619171, zaregistrirovano v Reestre programm dlya EVM 26 sentyabrya 2013 g.
6. Zabolotskikh, V.V. Kompleksnyj monitoring antropogenного загрязнения в системе обесечения экологической безопасности города /
7. Kartashev, A.G. Vliyanie neftezagryaznenij na pochvennyh bespozvonochnyh zhivotnyh / A.G. Kartashev, T.V. Smolina. – Tomsk: V-Spektr, 2011. – 146 s.
8. Onishchenko, G.G. Kompleksnoe opredelenie antropotekhnogennoj nagruzki na vodnye ob'yekty, pochvu, atmosfernyj vozduh v rajonah selitebnogo osvoeniya / G.G. Onishchenko, S.M. Novikov, Yu.A. Rahmanin [pod. red. Yu.A. Rahmanina, G.G. Onishchenko] – M.: NII ECH i GOS, 1996 – 28 s.
9. Vasilyev A.V. Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories // Safety of Technogenic Environment. – 2014. – № 6. – Pp. 43-46.
10. Vasilyev, A.V. Classification and reduction of negative impact of waste of oil-gas industry. Proc. of World Heritage and Degradation. Smart Design, Planning and Technologies.
11. Vasilyev, A.V. Experience, Results and Problems of Ecological Monitoring of Oil Containing Waste. Proceedings of the 2018 IEEE International Conference «Management of Municipal Waste as an Important Factor of Sustainable Urban Development» (WASTE'2018), October, 4-6, 2018, Saint-Petersburg; edition of Saint-Petersburg State Electrical Technical University "LETI", 2018, pp. 82-85.
12. Vasilyev A.V., Zabolotskikh V.V., Vasilyev V.A. Development of methods for the estimation of impact of physical factors on the health of population. Safety of Technogenic Environment. – 2013. – № 4. – Pp. 42-45.