

Тулский государственный университет
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева
Тулское отделение Российского химического общества им. Д.И. Менделеева
ТООО Научно-технический центр
ООО «ТУЛЬСКИЙ ДНТ»

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

ДОКЛАДЫ
XXIV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

17 февраля 2020 года

Тула
«Инновационные технологии»
2020

УДК 504.75
ББК 91.9

Современные проблемы экологии: доклады XXIV междунар. науч.-практич. конференции под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2020. – 129 с.

Сборник содержит материалы по проблемам состояния и оценки экологической ситуации, рационального природопользования, экологически чистых химических технологий, очистке газовых выбросов в атмосферу, применению новых методов очистки, утилизации промышленных и бытовых отходов жизнедеятельности людей, вопросам радиологической безопасности, путям и методам решения других вопросов экологии.

Выделены приоритетные направления природопользования: экономика, право, образование, а также перспективы устойчивого развития: взаимодействие органов власти, общества и бизнеса в решении экологических проблем. Даны решения некоторых практических задач охраны окружающей среды.

Материалы предназначены для научных сотрудников, преподавателей высших учебных заведений, аспирантов, студентов и специалистов, занимающихся проблемами экологии и медицины.

Редакционная коллегия:

Академик РАН С.М. Алдошин, Академик РАН В.П. Мешалкин, д.т.н., проф. В.М. Панарин, д.т.н. А.А. Маслова, д.м.н. проф. М.Э. Соколов, к.т.н. Е.И. Вакунин, к.т.н. А.Е. Коряков, В.М. Михайловский, А.П. Метелкин.

Техническая редакция Жукова Н.Н., Путилина Л.П.

ISBN 978-5-6042013-7-4

© Авторы докладов, 2020

© Издательство «Инновационные технологии»,
2020

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

ПРОИЗВОДСТВО МАГНЕЗИИ ЖЖЁНОЙ, БАЗИРУЮЩЕЕСЯ НА КОМПЛЕКСНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ БУРЛИНСКОГО ОЗЕРА

Т.Ф. Свит, В.В. Зацепин, В.М. Винокуров
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул

Аннотация. Приведены результаты экспериментального исследования возможности организации на Бурлинском солепромысле производства жжёной магнезии из предварительно сгущенных хлормagneзиевых рассолов, полученных в процессе бассейновой переработки летней рапы озера и извлечения из неё пищевой соли и природного сульфата натрия (мирабилита). Сгущенные хлормagneзиевые рассолы, содержание $MgCl_2$ в которых значительно превышает исходное, отличаются высокой стабильностью состава в течение года. Это позволяет в процессе последующей заводской переработки достичь высокие технико-экономические показатели производства жжёной магнезии.

Получение жжёной магнезии может быть осуществлено содовым способом путём осаждения основной соли карбоната магния с последующей её сушкой и прокалкой. Для осаждения магния, вместо кальцинированной соды, предлагается использовать более дешёвую природную кристаллическую соду (натрон) Михайловского месторождения.

В настоящей работе рассматривается схема комплексной переработки рапы озера Бурлинского, которая базируется на возможности потребления дешёвого природного сырья, сосредоточенного в рапе и донных отложениях многочисленных минеральных озёр Кулундинской степи [1]. Кроме рапы озера, в процессе комплексной переработки успешно могут быть использованы и подземные рассолы, обнаруженные поблизости от Бурлинского озера. По всем показателям (мощности залегания, области распространения, солевому составу и сумме солей) подземные рассолы удовлетворяют требованиям промышленности [1]. Их комплексная разработка не представляет серьёзного затруднения, так как рассолы залегают на небольшой глубине.

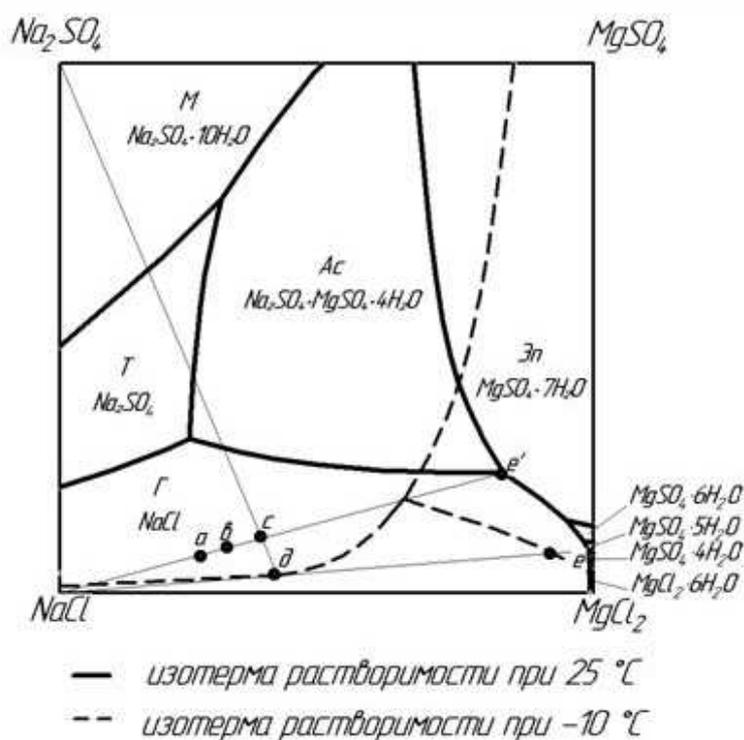
Бассейновые методы переработки рапы достаточно хорошо разработаны теоретически [2] и успешно освоены на многих отечественных и зарубежных предприятиях. Применительно к Бурлинскому месторождению требуется лишь детальная проработка этих вопросов с учётом местных условий и требований к заводской переработке хлормagneзиевых рассолов.

Цель настоящего исследования – обоснование эффективности получения из сгущенных хлормagneзиевых рассолов лёгких сортов жжёной

магнезии, отвечающей требованиям ГОСТ 844-79. Предлагаемый вариант производства жжёной магнезии отличается от действующих в промышленности использованием хлормагниевых рассолов, полученных в процессе переработки летней рапы в опытно-промышленных бассейнах, сооружённых на Бурлинском озере.

На рисунке 1 приведена диаграмма взаимной водно-солевой системы 2Na^+ , Mg^{2+} // 2Cl^- , SO_4^{2-} - H_2O при двух температурах: $25\text{ }^\circ\text{C}$ и минус $10\text{ }^\circ\text{C}$. Тонкими линиями изображены лучи кристаллизации мирабилита и галита из рапы озера в процессе переработки её в садочных бассейнах.

Исходный солевой состав летней рапы озера Бурлинского на диаграмме изображён точкой *a*. В процессе дробной кристаллизации галита (NaCl) в садочных бассейнах при испарении воды и мирабилита при охлаждении рапы солевой состав рапы озера изменяется по линии *авсде*. До насыщения рапы по NaCl в твёрдую фазу выделяются гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и кальцит (CaCO_3), а при достижении насыщения (точка *в*), из рапы в 1-м галитовом бассейне выделяется до 25 % всего количества NaCl .



Изображение процессов дробной кристаллизации солей

По окончании испарительного сезона маточные рассолы, изображаемые точкой *c*, перекачиваются в мирабилитовый бассейн, где при понижении температуры в осенне-зимний период кристаллизуется мирабилит ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).

Перед началом нового испарительного сезона рассолы, изображаемые точкой *d*, перекачиваются во 2-й галитовый бассейн, где дополнительно кристаллизуется ещё 60 % галита. Сгущённые маточные рассолы состава *e*, содержащие до 25 % MgCl_2 , направляются на переработку.

Жжёную магнезию получали осаждением магнезия содовыми растворами из рассолов двух составов, полученных в процессе последовательного двухгодичного сгущения рапы Бурлинского озера.

Рассол №1 отвечает точке *c* на рисунке, рассол №2 -точке *e*.

В этих рассолах определяли содержание ионов HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Br^- , Mg^{2+} , Ca^{2+} и H_2O по стандартной методике [3]. Na^+ находили расчётным путём. Результаты анализа ионного состава рассолов пересчитаны на солевой состав (в масс.%). Солевой состав рассола №1: 0,058 % CaSO_4 , 2,614 % Na_2SO_4 , 5,986 % MgCl_2 , 6,547 % NaCl , 0,088 % NaBr и 84,707 % H_2O .

Солевой состав рассола №2: 0,075 % CaSO_4 , 4,345 % Na_2SO_4 , 24,871 % MgCl_2 , 0,023 % NaCl , 0,322 % NaBr и 70,364 % H_2O .

Осадителем ионов Mg^{2+} служили 10 %-ные растворы Na_2CO_3 . Осаждение основного карбоната магнезия (ОКМ) проводили на лабораторной установке, состоящей из реактора с мешалкой, помещённого в термостат, и двух насосов, обеспечивающих заданную скорость подачи в реактор смешиваемых растворов (порядок смешения: хлормagneзиевый рассол приливали к предварительно нагретому содовому раствору).

Изучены два режима осаждения ОКМ: 1) с предварительным получением затравочных кристаллов; 2) осаждение осадка без затравки.

Количество содового раствора во всех опытах составляло 100 – 110 мл.

Добавлением избытка содового раствора поддерживали рН среды на уровне 8,8 – 9,2. Осаждение ОКМ проводили в изотермических условиях при температурах от 15 °С до 90 °С с интервалами 5 – 10 °С. После смешения растворов суспензию ОКМ выдерживали в термостате при включённой мешалке 20 минут, после этого её фильтровали, осадок промывали обессоленной водой при 80 °С до отрицательной реакции на ионы SO_4^{2-} и Cl^- , сушили при $t = 105$ °С до постоянного веса в сушильном шкафу и прокаливали в муфельной печи при температуре 600 °С.

В процессе эксперимента измеряли: время фильтрации и промывки осадка, скорость сгущения суспензии, влажность осадка, скорость осаждения осадка, объём промывной воды, массы осадка и жжёной магнезии, состав продукта.

Готовый продукт анализировали по ГОСТ 844-79 на содержание оксидов магнезия, кальция, железа, определяли насыпную плотность. В отдельных случаях анализировали фильтрат и промывные воды.

Заключение

1. Результаты исследования показали полное соответствие качества получаемого продукта ГОСТ 844-79.

2. Оптимальными условиями получения относительно крупного осадка ОКМ, хорошо фильтрующего и легко отмывающегося от примесей небольшим количеством воды, являются температура синтеза 70 °С и типичные условия, обеспечивающие преимущественный рост зародышей кристаллов (медленное смешение реагентов, обязательный порядок подачи

хлормagneиевого рассола к предварительно нагретому содовому раствору и др.).

3. Выход продукта (в расчёте на MgO) при оптимальных условиях ведения процесса осаждения составляет около 93,5 %. Расход сгущённых хлормagneиевых рассолов на получение 1 т стандартной жжёной магнезии составляет: рассола № 1 – 38 т (34 м³); рассола № 2 – 9,5 т (7,5 м³).

Список литературы

1. Николаева С.А. Перспективы комплексной переработки подземных магниихлоридных рассолов района озера Малиновое: труды АлтПИ им. И.И. Ползунова, выпуск 17 / С.А. Николаева, Н.И. Пашинин, В.Г. Эдигер. - Барнаул, 1972. – С. 36-66.

2. Эдигер В.Г. Разработка метода комплексного использования и составление постоянных кондиций на соляное сырьё месторождений: Б. Яровое, Бурлинское, М. Яровое. Отчёт о научно-исследовательской работе / В.Г. Эдигер, Н.И. Пашинин. - Барнаул, 1972. - 182 с.

3. Методы анализа рассолов и солей / под ред. Ю.В. Морачевского и Е.М. Петровой. Тр. ВНИИгалургии. - М.-Л.: Химия, 1965. - 403 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ МИКРОПЛАСТИКА ИЗ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭРЛИФТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Ю.А. Франк^{1,2}, Е.Д. Воробьев¹, А.А. Зубарев¹, К.С. Кулиничева¹,
А.А. Трифионов¹, Д.С. Воробьев^{1,2}

¹ Томский государственный университет, г. Томск

² АО «Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа» (АО «ТомскНИПИнефть»), г. Томск

Аннотация. Загрязнение водной среды микропластиком находится в фокусе внимания исследователей и общественности. Фрагменты пластика обнаружены в поверхностных водах океана и пресноводных объектов, в донных отложениях и в организмах гидробионтов. Несмотря на остроту проблемы, разработки для очистки донных отложений от микропластика единичны. В работе впервые продемонстрирована возможность извлечения микропластика из донных отложений с использованием принципа эрлифтинга. Предложенная технология позволяет очищать донные отложения *in situ* без удаления грунта из водного объекта и может успешно применяться в условиях низких положительных температур и повышенной минерализации.

В последние несколько десятилетий, начиная с 1950-х годов, вследствие массового производства и потребления пластиковой продукции в открытом

океане и в прибрежных районах началось накопление пластикового мусора. Примерно восемь миллионов тонн пластика попадает в океан ежегодно, и, по самым скромным подсчетам, только в поверхностных водах океана в настоящее время циркулирует 5,25 трлн пластиковых частиц (Eriksen et al., 2014). Загрязнение пластиком обнаружено во всех океанах, включая Северный Ледовитый океан (Cozar et al., 2014). Выброшенные пластмассовые материалы попадают в морскую среду в виде мусора, промышленных отходов через внутренние водные пути, отток сточных вод, а также с ветрами или приливами (McKinsey et al., 2015). Когда фрагменты пластика подвергаются воздействию природных сил, таких как солнечное излучение и волновое воздействие, они разрушаются до микропластика (Akbaý and Özdemir, 2016). В морской среде микропластик представляет собой неоднородную группу частиц размерами менее 5 мм, различающихся по размеру, форме и химическому составу (Thompson et al., 2004). Они обнаружены в отложениях, в поверхностных водах океана и в водных организмах.

Самый большой «пробел» сегодня существует в разработках для очистки донных отложений вследствие их труднодоступности и малой изученности. Наиболее экономически эффективными и экологически безопасными являются способы очистки донных отложений без их извлечения из водного объекта. К таким способам относятся флотация (или эрлифтинг). На сегодняшний день предложено несколько методов извлечения фрагментов пластика из донных отложений, которые ограничены лабораторными условиями и связаны с необходимостью применения химических реагентов, в частности концентрированных растворов солей (Masura et al., 2015, Maes et al., 2017 и др.). Очевидна потребность в методе, который позволяет быстро, просто и эффективно извлекать микропластик в условиях реальных водных объектов.

Настоящее исследование посвящено разработке технологических основ очистки донных отложений реальных водных объектов с использованием принципа эрлифтинга. Технология-прототип, получившая коммерческое название «Аэрошуп», была ранее разработана в Томском государственном университете для очистки воды и донных отложений водоемов от нефти и нефтепродуктов (Vorobiev et al., 2016; Воробьев и др., 2019). Очистка донных отложений и воды от нефти и других гидрофобных загрязнителей основана на их прилипанию к поверхности раздела двух фаз – воздуха и жидкости – и их последующем подъеме на поверхность воды.

Для первого экспериментального доказательства возможности очистки дна от микропластика мы использовали модель эрлифтного комплекса. Для эксперимента были выбраны фрагменты полипропилена размерами 5 мм × 5 мм. В емкостях с площадью дна 225 кв. см создавали лабораторные модельные системы, отражающие разные варианты захоранивания пластиковых фрагментов в песчаных донных отложениях в воде соленостью 35 ‰. Тестировали различные режимы работы эрлифтной установки в нескольких вариантах производительности компрессора, формирующего

водо-воздушную смесь.

Для экспериментального извлечения фрагментов пластика донные отложения обрабатывали моделью эрлифтной установки, обеспечивающей подачу водо-воздушной смеси к загрязненным донным отложениям. После оценивали полноту удаления фрагментов пластика из донных отложений во всех вариантах эксперимента. Установлено, что технология наиболее эффективна для извлечения фрагментов пластика, захороненного на глубине до 1 см. При использовании оптимальной производительности компрессора и оптимальной продолжительности обработки с помощью эрлифтного потока удалось поднять на поверхность 94% захороненного полипропилена.

Таким образом, впервые продемонстрирована возможность извлечения микропластика из донных отложений с использованием принципа эрлифтинга. Предложенная технология позволяет очищать донные отложения от гидрофобных загрязнителей *in situ* без извлечения грунта из водного объекта и может успешно применяться в условиях низких положительных температур и повышенной минерализации.

Список литературы

1. Воробьев Д.С., Франк Ю.А., Трифонов А.А., Мерзляков О.Э., Носков Ю.А., Браневский Я.В., Кулижский С.П., Воробьев Е.Д., Стрюк К.В., Перминова В.В. Перспективы использования эрлифтной технологии в условиях Арктики и Субарктики / *Современные проблемы экологии: доклады XXIII Международной научно-практической конференции под общ. ред. В.М. Панарина.* – Тула: Инновационные технологии, 2019. – С.21-23.
2. Akbay İ.K., Özdemir T. Monomer migration and degradation of polycarbonate via UV-C irradiation within aquatic and atmospheric environments // *J Macromol Sci A.* 2016. V. 53. No. 6. P. 340–345.
3. Cozar A., Echevarria F., Gonzalez-Gordillo J.I., Irigoien X., Ubeda B., Hernandez-Leon S., Palma A.T., Navarro S., Garcia-de-Lomas J., Ruiz A., Fernandez-de-Puelles M.L., Duarte C.M. Plastic debris in the open ocean // *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 2014. V. 111. P. 10239–10244.
4. Eriksen M., Lebreton L.C.M., Carson H.S., Thiel M., Moore C.J., Borrorro J.C., et al. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea // *PLoS One.* 2014. V. 9. No. 12: e111913.
5. Maes T., Jessop R., Wellner N., Haupt K., Mayes A.G. A rapid-screening approach to detect and quantify microplastics based on fluorescent tagging with Nile red // *Sci Rep.* 2017. V. 7: 44501.
6. McKinsey & Company. Saving the ocean from plastic waste / McKinsey & Company. 2015. <http://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/saving-the-ocean-from-plastic-waste>.
7. Martins J., Sobral P. Plastic marine debris on the Portuguese coastline: a matter of size? // *Mar. Pollut. Bull.* 2017. V. 62. P. 2649–2653.

8. Masura J., Baker J., Foster G., Arthur C. *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for Quantifying the Synthetic Particles in Water and Sediments*. NOAA Marine Debris Division, Silver Spring, USA. 2015.

9. Thompson R.C., Olsen Y., Mitchell R.P., Davis A., Rowland S.J., John A.W.G., et al. *Lost at sea: where is all the plastic?* // *Science*. 2004. V. 304. No. 5672. P. 838.

10. Vorobiev D.S., Frank Y.A., Noskov Yu.A., Merzlyakov O.E., and Kulizhskiy S.P. *Novel technological solution for oil decontamination of bottom sediments* // *Water Practice & Technology*. 2016. V. 1. No. 1. P. 139-143.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЭМУЛЬСИОННЫХ КАУЧУКОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОАГУЛИРУЮЩИХ АГЕНТОВ

В.Н. Черных¹, Е.А. Попова¹, Н.С. Никулина², И.Н. Пугачева¹, С.С. Никулин^{1,3}

¹ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий»,
г. Воронеж

² ФГБОУ ВО «Воронежский институт государственной
противопожарной службы МЧС России»,
г. Воронеж

³ Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
г. Воронеж

***Аннотация.** В работе проведена сравнительная оценка коагулирующей способности солей аммония на основе гидроксилamina солянокислого в сравнении с хлоридом аммония и натрия. Эффективность коагулирующего действия данных солей изучали на выпускаемом в промышленности каучуковом латексе СКС-30 АРК. Установлено, что выход крошки каучука закономерно возрастал с увеличением расхода коагулирующего агента. Положительные результаты достигаются при использовании в технологии выделения солянокислого гидроксилamina. По своим основным показателям получаемые каучуки и вулканизаты соответствуют предъявляемым требованиям.*

Российская промышленность синтетического каучука является одной из наиболее конкурентоспособных и успешных частей нашей нефтехимии. Последние несколько лет производство и потребление синтетического каучука в РФ стабильно растет. Так в 2018 г. потребление каучуков в России составило 638 тыс. т, а к 2020 г. прогнозируется потребление до 690 тыс. т. Следует отметить, что одними из перспективных синтетических каучуков являются

каучуки, получаемые эмульсионной полимеризацией. Такие марки каучуков имеют ряд положительных свойств, благодаря чему находят широкое применение в шинной и резинотехнической промышленности, в композиционных составах различного назначения и др. [1]. В тоже время подъем любой промышленности неразрывно связан с экологическими аспектами. Повышение объемов производств приводит к увеличению образования отходов и побочных продуктов, сточных вод, газовых выбросов.

Производство эмульсионных каучуков имеет ряд недостатков. Например, одной из проблемных стадий технологии получения бутадиен-стирольных каучуков является стадия их выделения из латексов. В процессе протекания этой стадии образуется значительное количество сточных вод, загрязненных остатками эмульсионной системы, коагулирующих и подкисляющего агентов. И хотя совершенствование систем очистки сточных вод на производстве синтетических каучуков является эффективным способом снижения негативного воздействия на окружающую среду, поиск новых перспективных коагулирующих агентов, расход которых невысок, является актуальной и важной задачей [2].

Перспективными коагулянтами, имеющими невысокий расход, являются четвертичные соли аммония. Так в работе [3] показана перспективность применения в технологии выделения каучуков из латексов низкомолекулярных и высокомолекулярных четвертичных солей аммония, расход которых меньше, чем хлорида натрия и других солей. Однако высокая стоимость данных солей, а также отсутствие возможности их применения в некоторых технологических процессах, в значительной степени сдерживает их применение. Следует отметить, что соли аммония, присутствующие в отходах различных химических производств, до настоящего времени не находят своего применения и в виде водных растворов сбрасываются в природные водоемы. Их возможная переработка в процессах выделения каучуков экономически и экологически целесообразна.

В настоящей работе исследована возможность применения для выделения бутадиен-стирольного каучука из латекса солей аммония на основе гидроксиламина солянокислого в сравнении с хлоридом аммония и хлоридом натрия, дана оценка свойств получаемых каучуков и вулканизатов.

Для эксперимента был выбран бутадиен-стирольный латекс марки СКС-30 АРК, в качестве коагулирующих агентов хлорид натрия (20 % мас.), хлорид аммония (10 % мас.), гидроксиламин солянокислый (10 % мас.), в качестве подкисляющего агента – водный раствор серной кислоты (2 % мас.). Коагуляцию каучукового латекса СКС-30 АРК проводили согласно общепринятой методике [4].

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что масса выделяемой крошки каучука возрастает с повышением расхода солевого компонента. Полнота выделения каучука из латекса достигается при разных расходных нормах коагулянтов. В случае применения в качестве коагулирующего агента гидроксиламина солянокислого полнота выделения

достигается при расходе 70 кг/т каучука, что в 2,0-2,5 раза меньше, чем расход хлорида натрия и приближается к расходу хлорида аммония (50 кг/т каучука).

Далее по общепринятой методике были приготовлены резиновые смеси, на основе каучуков, выделенных из латекса исследуемыми солями, с использованием стандартных ингредиентов. В таблице представлены результаты испытаний резиновых смесей и вулканизатов на основе каучука СКС-30 АРК. Представленные результаты показывают, что вулканизаты, изготовленные на основе каучука, выделенного из латекса солями аммония, обладают комплексом свойств, близким к вулканизатам на основе каучука, выделенного из латекса хлоридом натрия (стандартный образец).

Свойства каучуков, резиновых смесей и вулканизатов

Показатели	Нормы по ТУ 38.40355-99	Коагулянт		
		Хлорид натрия	Хлорид аммония	Соляно- кислый гидрок- силамин
Вязкость по Муни МБ 1+4 (100 °С) каучука резиновой смеси	53±5 -	52 64	50 66	53 67
Массовая доля летучих веществ, %	не более 0,8	0,21	0,16	0,15
Массовая доля золы, %	не более 0,5	0,19	0,12	0,14
Условное напряжение при 300 % удлинении, МПа	не менее 13,0	13,3	13,6	13,1
Условная прочность при растяжении, МПа	не менее 22,5	23,6	24,5	24,0
Относительное удлинение при разрыве, %	не менее 420	540	520	550
Относительная остаточная деформация после разрыва, %	-	13	12	13

Таким образом, можно сделать вывод, что одним из перспективных способов снижения сточных вод производства эмульсионных каучуков и, как следствие, уменьшения воздействия на окружающую среду, является применение новых коагулирующих агентов, имеющих невысокий расход, например, солянокислого гидроксиламина. Вулканизаты полученные на основе каучука, выделенного этим коагулянтом, соответствуют требованиям, предъявляемым к эмульсионному каучуку СКС-30 АРК.

Список литературы

1. Совершенствование оборудования и технологии выделения бутадиен-(α -метил)стирольных каучуков из латексов / И.В. Распопов [и др.] – М.: ЦНИИТ Энефтехим, 1997. – 68 с.

2. Вережников В.Н. Применение азотсодержащих соединений для выделения синтетических каучуков из латексов / В.Н. Вережников, С.С. Никулин // Химическая промышленность сегодня. – 2004. – № 11. – С. 26-37.

3. Никулин С.С. Перспектива применения сополимера *N,N*-диметил-*N,N*-диаллиламмонийхлорида с акриламидом в производстве бутадиен-стирольного каучука / С.С. Никулин, Т.Н. Пояркова, В.М. Мисин // Журнал прикладной химии, 2011. – Т.84. – Вып.5. – С.853-859.

4. Пояркова Т.Н. Практикум по коллоидной химии латексов / Т.Н. Пояркова, С.С. Никулин, И.Н. Пугачева, Г.В. Кудрина, О.Н. Филимонова. – М.: Изд. дом «Академия Естествознания», 2011. – 124 с.

ЦИРКУЛЯЦИОННАЯ СТАНЦИЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫВНОЙ ВОДЫ В ПРОЦЕССАХ ФОСФАТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ

Н.Б. Березин, Ж.В. Межевич, М.Н. Мавлетов

Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань

Аннотация. Разработана схема циркуляционной станции очистки промывной воды гальванических линий. Расчет данных циркуляционной станции с подбором новейшего оборудования на примере процесса фосфатирования позволил установить, что ее применение дает возможность снизить объём сточных вод гальванических линий до 65-75 %.

Фосфатирование широко применяется для обработки изделий из черных металлов. Как известно, в результате такой обработки на поверхности изделий образуется защитный слой, состоящий из труднорастворимых соединений.

В целом, гальваническое производство является одним из наиболее опасных источников загрязнения окружающей среды [1-3]. С 1990 года в рамках ООН действует специальная программа по охране окружающей среды от опасных технологий. Однако, несмотря на появление альтернативных методов нанесения покрытий в ближайшее время вряд ли найдется замена гальванотехнике, поэтому создание экологических электрохимических производств является актуальной задачей.

Гальванические технологии являются потребителями значительных объемов технической воды. Интерес к проектированию циркуляционных станций очистки в гальванических производствах связан с тем, что 90–95 % воды используется на промывочные операции. Выполнение требований

стандарта ГОСТ 9.314-90 обеспечивает сокращение расхода воды за счет использования соответствующих схем промывок.

В настоящей работе предложена схема циркуляционной станции очистки промывной воды для линии фосфатирования. Используя данную схему в производстве можно снизить объем сточных вод гальванической линии до 65-75 %.

Линия фосфатирования состоит из следующих технологических операций и ванн промывки: 1) ванна обезжиривания; 2) ванна горячей промывки; 3) ванна теплой промывки; 4) ванна травления в соляной кислоте; 5) ванна травления в смеси кислот (соляная и серная кислота); 6) ванна горячей промывки; 7) ванна теплой промывки; 8) ванна активации; 9) ванна фосфатирования; 10) ванна фосфатирования; 11) ванна горячей промывки; 12) ванна теплой промывки; 13) ванна пассивирования; 14) ванна сушки.

Загрузка линии составляет 1440 деталей в час. Площадь поверхности одной детали – 0,023 м². Детали обрабатываются в кассетных каретках.

Расход промывной воды для данной линии при стандартном подходе составит 3,1 м³/ч и распределится следующим образом (таблица 1):

Таблица 1

Расход промывной воды для линии фосфатирования при стандартном подходе.

№ ванны	Расход промывной воды, м ³ /ч
2	0,56
3	0,56
6	0,52
7	0,52
11	0,47
12	0,47

В рассмотренном варианте организации промывки деталей весь объем сточных вод отводится на очистные сооружения 3,1 м³/ч.

Для снижения объемов сточных вод линии фосфатирования предлагается использовать оборудование для циркуляции промывной воды с соответствующей очисткой до необходимой категории и вторичного использования на производстве. Оборудование состоит из блока фильтров:

1) песчаный фильтр – для очистки сточной воды от механических примесей;

2) угольный фильтр – для очистки сточной воды от органических соединений;

3) анионитный и катионитный фильтр – для очистки сточной воды от ионов тяжелых металлов, а также кислот и щелочей.

На качество промывки влияет температура воды. Данные фильтры не эффективны для очистки сточных вод, образующихся после ванн горячей промывки (температура воды выше 50 °С) и для очистки сточных вод с большим содержанием загрязняющих веществ (более 500 мг/л).

Для организации эффективной системы циркуляции промывной воды линии фосфатирования необходимо перераспределить объёмы промывной воды следующим образом (таблица 2):

Таблица 2

Расход промывной воды для линии фосфатирования с использованием оборудования для циркуляции

№ ванны	Расход промывной воды, м ³ /ч
2	0,21
3	0,91
6	0,16
7	0,88
11	0,13
12	0,81

При такой организации промывки деталей сточные воды, образующиеся после ванн № 3, 7 и 12, можно очищать с помощью описанной выше циркуляционной станции очистки промывной воды.

Для линии фосфатирования потребуется циркуляционная станция очистки промывной воды производительностью 2,6 м³/ч.

После того, как данная станция очистит 42 м³ сточных вод, песчаный, угольный, анионитный и катионитный фильтры загрязнятся. Для их промывки потребуются растворы NaOH и HCl, а так же 5 м³ воды.

Сточные воды, образующиеся после ванн промывки № 2, 6, 11, а так же после промывки фильтров, сбрасываются на очистные сооружения объёмом 0,82 м³/ч.

Таким образом, учитывая, что объём сточных вод линии фосфатирования без использования циркуляционной станции очистки составляет 3,1 м³/ч, а с ее применением – 0,82 м³/ч, эффективность процесса составляет 73,5 %.

Используя высокоэффективные циркуляционные станции очистки промывной воды в гальванических производствах, можно значительно снизить нагрузку на очистные сооружения, что в свою очередь приведет к экономии производственных площадей для размещения очистных сооружений и снижения их стоимости.

Список литературы

1. *Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство / Под ред. В.Н. Кудрявцева. - М.: Глобус, 1998. - 302 с.*
2. *Березин Н.Б. Электроосаждение металлов и сплавов из водных растворов комплексных соединений: монография / Н.Б. Березин, Гудин Н.В. [и др.]. - Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2006. – 276 с.*
3. *Виноградов С.С. Создание экологически безопасного гальвано-производства на основе рационализации водоотведения и реагентного метода очистки стоков// Гальванотехника и обработка поверхности. - 2009.- Т. XVII, № 3. - С.24-29.*

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНОЙ УСТАНОВКИ И ИОНООБМЕННЫХ КОЛОНН

Н.Б. Березин, Ж.В. Межевич, М.Н. Мавлетов, А.З. Яруллин
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань

Аннотация. Рассмотрены вопросы ресурсосбережения при водоподготовке в условиях гальванического производства. Значительная доля воды, применяемая при получении электрохимических покрытий, расходуется на промывные операции. В работе рассмотрена схема локальной очистки промывной воды гальванической линии никелирования комбинированным способом.

Анализ расхода воды проводили с использованием программы «Расчет и оптимизация водопотребления гальванических производств». Расчеты показали, что использование противоточных промывок в сочетании с комбинированным методом очистки, включающим механическую фильтрацию, электродиализ (анионообменная мембрана – Ralex AM(H)-PP, катионообменная мембрана – Ralex CM(H)-PP) и ионообменные колонны (катионит Purolite C150 и анионит Purolite A100Plus.) позволяет снизить объём водопотребления гальванических линий и вернуть в производство очищенную воду для повторного использования.

В работе приведены оптимальные режимы электродиализа для разработанной технологии локальной очистки. Эффективность предложенного метода составляет 96,7%.

В гальваническом производстве операции технологического процесса обезжиривания, травления, получения покрытий и последующей обработки чередуются с промывкой обрабатываемых изделий по различным схемам. Выносимый с деталями раствор при недостаточно качественной промывке, попадая в следующую технологическую ванну, загрязняет её и приводит к появлению брака. Требования к составу промывной воды определяются предельной концентрацией примесей [1].

Одним из главных источников загрязнений является промывная вода. Используемая для промывки деталей вода должна быть безопасной в эпидемиологическом отношении и химически инертной к покрытию [2].

Снижению количества сточных вод может способствовать применение современной малоотходной технологии производства [3].

Интерес к проектированию установок локальной очистки в гальванических производствах связан с тем, что 90-95 % воды в гальваническом производстве используется на промывочные операции. Для снижения объёмов сточных вод в гальваническом производстве необходимо использовать оборудование для циркуляции с очисткой сточной воды до необходимой категории.

В представленной работе проанализирована локальная очистка промывной воды после процесса никелирования. Используя рассматриваемую схему в промышленности можно снизить объём сточных вод гальванической линии никелирования и обеспечить возврат очищенной воды в производство. Очищенная вода соответствует требованиям категории 2 по ГОСТ 9.314-90 [2].

Как известно, ограничением в применении электродиализа для очистки стоков гальванического производства является невозможность удалить незаряженные соединения, присутствующие в сточных водах. Поэтому перед электродиализной установкой необходимо устанавливать песочные и угольные фильтры, которые удалят взвешенные частицы и органические загрязнения из отработанных вод.

Область применения электродиализа ограничена солесодержанием – 0,5-10 г/л. При меньших концентрациях падает электропроводимость раствора, а при больших – процесс становится экономически невыгоден. Для дополнительной очистки используются ионообменные колонны, которые эффективно работают при очистке сточных вод с солесодержанием до 0,5 г/л.

Процесс никелирования производится в электролите следующего состава:

- хлористый никель шестиводный – 200-240 г/л,
- соляная кислота – 70-100 г/л.

Детали относятся к I группе сложности, обрабатываются на подвесках. Объем процессных ванн – 3 м³, объем промывочных ванн – 2,7 м³. Время стекания раствора над ванной составляет 10 секунд.

При использовании одноступенчатой прямоточной промывки после процесса никелирования для промывки деталей необходимо затратить 8,29 м³/ч воды 2 категории ГОСТ 9.314-90. Сменяемость полного объема ванны – один раз в 3 месяца. Общее солесодержание – 57,4 мг/л.

При таком варианте промывки образуется большой объем сточной воды с малым солесодержанием, поэтому применение электродиализной установки в данном случае невозможно. При использовании двухкаскадной противоточной промывочной ванны с душирующими устройствами с применением плоскоструйных форсунок для качественной отмывки деталей необходимо всего лишь затратить 0,108 м³/ч воды 2 категории.

Общее солесодержание в этом случае – 4416,5 мг/л.

Расчеты расхода воды и концентрации загрязняющих веществ выполнены с помощью программы «Расчет и оптимизация водопотребления гальванических производств», разработанной Мавлетовым М.Н.

Электродиализная установка обеспечивает снижение общего солесодержания с 4,42 г/л до 0,5 г/л. Необходимость внедрения метода электродиализа в технологию очистки сточных вод гальванического производства основана на высокой экологической и экономической эффективности по сравнению с традиционными методами.

В электродиализной установке используются анионообменная мембрана – Ralex AM(H)-PP и катионообменная мембрана – Ralex CM(H) – PP.

Анионитный и катионитный фильтры – служат для очистки сточной воды от ионов тяжелых металлов, а так же кислоты. Очистку сточных вод производят с помощью синтетических ионообменных смол, представляющих собой практически нерастворимые в воде полимерные материалы, выпускаемые в виде гранул величиной 0,2-2,0 мм. Иониты в контакте с водой не растворяются, но поглощают некоторое количество воды и набухают. При набухании объем ионитов увеличивается в 1,5-3 раза. Степень набухания зависит от марки смолы и состава раствора [4].

При использовании данной системы очистки практически весь объем сточной воды (96,7 %) очищается и возвращается обратно.

После очистки на электродиализной установке концентрация загрязняющих веществ будет ниже 0,5 г/л. Далее вода проходит доочистку на ионообменных колонках.

Используя высокоэффективные локальные станции очистки промывной воды в гальванических производствах можно значительно снизить нагрузку на очистные сооружения. Проведенный эксперимент на лабораторной установке показывает возможность использования данного метода в производственных условиях.

Список литературы

1. Виноградов С.С. Организация гальванического производства. Оборудование, расчёт производства, нормирование / Под редакцией проф. В.Н. Кудрявцева. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Глобус, 2005. - 240 с.

2. ГОСТ 9.314 – 90. Единая система защиты от коррозии и старения. Вода для гальванического производства и схемы промывок. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1991. - 15 с.

3. Колесников В.А. Экология и ресурсосбережение в электрохимических производствах. Механические и физико-химические методы очистки промывных и сточных вод: учеб. пособие. РХТУ им. Д.И. Менделеева / В.А. Колесников, В.И. Ильин. – М., 2004. - 220 с.

4. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство / С.С. Виноградов. – М.: Глобус, 2002. - 352 с.

ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА СТОЧНЫХ ВОД

А.А. Гайфуллин, А.И. Бадртдинова, А.Д. Сабирова, М.А. Поморцев
Казанский национальный исследовательский технологический университет,
г. Казань

Аннотация. Проведена качественная и количественная оценка ресурсного потенциала высококонцентрированных сточных вод, образующихся на стадии оксидирования совместного производства стирола и оксида пропилена.

В процессе совместного получения стирола и оксида пропилена (СОП) на ПАО «Нижнекамскнефтехим» образуется несколько локальных стоков на отдельных стадиях производства, которые в составе общего производственного потока поступают на термическое обезвреживание. Существенным недостатком данного метода утилизации является безвозвратная потеря ценных органических и неорганических веществ, содержащихся в сточных водах.

Цель данного исследования – определение содержания органических компонентов стока, отводимого со стадии эпоксицирования пропилена, которые потенциально могут быть полезным и ценным сырьём для производства СОП.

Исследуемый сток образуется в результате нейтрализации тяжелого эпоксицирата водным раствором гидроксида натрия. Это жидкость тёмно-коричневого цвета, со специфическим запахом, с рН 11,5÷12,5 и плотностью 1,1÷1,2 г/см³, содержащая в своем составе растворенные органические и неорганические примеси, которые находятся как в молекулярно-растворенном, так и в диссоциированном на ионы состоянии.

Определение ресурсной ценности объекта исследования с использованием известных методов анализа (хроматографические, спектральные и др.) не представляется возможным из-за сложности состава примесей, включающих как органические, так и неорганические соединения.

Для выделения ценных компонентов в технологии очистки сточных вод применяют регенеративные методы, такие как ионный обмен, электродиализ, экстракция, сорбция, флотация, испарение, перегонка [1]. Однако, в случае исследуемых сточных вод, не все из перечисленных методов пригодны для этой цели; более того, пригоден лишь один способ – перегонка.

В качестве объекта исследования использовали реальный образец сточных вод с показателями ХПК=734 г/л, рН= 12,1 и плотностью 1,1697 г/см³.

Предварительно сток разделили на фазы – органическую и водную путем подкисления. Для четкого разделения фаз кислотную обработку проводили концентрированной серной кислотой (ГОСТ 4204-77) в делительной воронке, снабженной механическим перемешивающим устройством.

Глубину подкисления, обеспечивающую полноту выделения растворенных органических примесей из воды, определили потенциометрическим титрованием пробы щелочного стока. Оптимальное значение рН соответствовало 2.

Процесс перегонки органической фазы сточных вод проводили на лабораторной установке периодического действия под вакуумом (15 мм рт. ст.).

Эксперимент с подкислением стока концентрированной серной кислотой показал, что доля выделяемой органической фазы составляет 41,5 % мас. При подкислении стока кислота реагирует со всеми находящимися в отходе соединениями натрия, в том числе и с органическими натриевыми солями с образованием соответствующих органических кислот и фенолов. Кислая среда существенно снижает растворимость углеводородов в воде, а

достаточно большой градиент между плотностями водной ($1,25 \text{ г/см}^3$) и органической фаз ($1,08 \text{ г/см}^3$) облегчает их разделение.

Ресурсный потенциал светлых углеводородов определяли в процессе дистилляции органической фазы. Учитывая возможность разрушения органических соединений под действием высокой температуры или взаимодействий между ними, дистилляцию вели при остаточном давлении 15 мм рт. ст.

Предварительными опытами установлено, что температурный интервал отгонки светлых углеводородов находится в диапазоне $20\div 135 \text{ }^\circ\text{C}$. При более высоких температурах (выше $135 \text{ }^\circ\text{C}$) происходит окрашивание дистиллята в коричневый цвет из-за появления в нем продуктов уплотнения и протекания процесса разложения термически неустойчивых соединений, содержащихся в стоке.

Для оценки потенциала светлых углеводородов в органической фазе составлен материальный баланс дистилляции и выполнен хроматографический анализ состава фракций дистиллята. Были отобраны три фракции дистиллята с температурами кипения: 1-я фракция – $20\div 35 \text{ }^\circ\text{C}$, 2-я фракция – $35\div 100 \text{ }^\circ\text{C}$ и 3-я фракция – $100\div 135 \text{ }^\circ\text{C}$.

Максимальное количество светлых углеводородов около 24,9 % (от взятой на перегонку органической фазы) приходится на третью фракцию. Вторая фракция содержит около 15,3 % светлых углеводородов и меньше всего их в первой фракции – 4 %. По данным хроматографического анализа основными компонентами во фракциях являются: в 1-й фракции – этилбензол 92 %, во 2-й фракции – метилфенилкарбинол 28,7 % и фенол 41,9 %, в 3-й фракции – метилфенилкарбинол 42,9 % и фенол 28,6%.

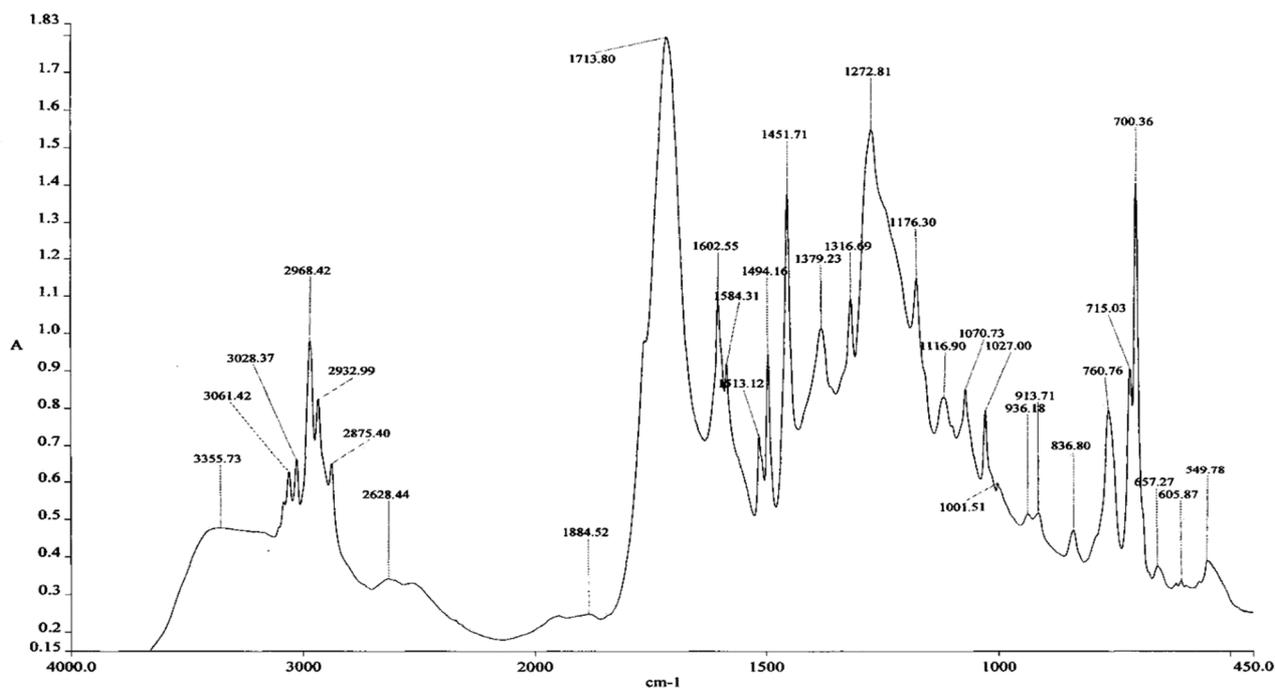
Ориентировочный расчет, выполненный на основании данных материального баланса, показал, что из 1 тонны органической фазы щелочного отхода может быть получено 440 кг светлых углеводородов, включая 150 кг метилфенилкарбинола, 135 кг фенола, 36 кг этилбензола, 40 кг ацетофенона и 79 кг смеси органических соединений, включающей пропиленгликоль, муравьиную и уксусную кислоту, бензальдегид, уксусный альдегид, стирол, этанол и другие соединения.

Кубовый остаток (КО) перегонки представлял собой маслянистую темно-коричневую жидкость, которая после охлаждения превращалась в стекловидную массу.

Для определения состава и обоснования возможных путей использования КО был записан ИК-спектр остатка (см. рисунок).

Спектр содержит полосы, характерные для ароматических соединений. В области $3100\text{-}3000 \text{ см}^{-1}$ выделяется триплет поглощения валентных колебаний ароматической связи $\text{C}_{\text{Ar}}\text{-H}$. В виде четырех полос 1602, 1584, 1513 и 1494 см^{-1} проявляются валентные колебания связи $\text{C}_{\text{Ar}}=\text{C}_{\text{Ar}}$.

Арены имеют внеплоскостные деформационные колебания связи $\text{C}_{\text{Ar}}\text{-H}$ в области $1000\text{-}700 \text{ см}^{-1}$. В образце в основном это моно- и ди-замещенные арены (полосы поглощения 700 и 760 см^{-1}). Присутствуют в меньшем количестве также арены с более высокой степенью замещения (полосы поглощения 836, 913, 936 см^{-1}).



ИК- спектр кубового остатка

В спектре образца проявляются полосы поглощения, характерные для алифатических С–Н-связей: 1379, 1451, 2933 и 2968 см^{-1} .

Широкая диффузная полоса при 3355 см^{-1} свидетельствует о присутствии гидроксильных групп О–Н в виде полиассоциатов, а полосы в области 2700–2500 см^{-1} относятся к валентным колебаниям О–Н-связей, связанных сильными внутримолекулярными связями, в карбоновых кислотах.

Наиболее интенсивная полоса спектра – полоса валентных колебаний С=О 1713 (1700) см^{-1} . В случае α/β -ненасыщенных сложных эфиров и арилпроизводных сложных эфиров колебания С=О проявляются именно в области 1730–1717 см^{-1} в совокупности с полосами валентных колебаний С–О в областях 1300–1250 и 1180–1130 см^{-1} . Поскольку в исследуемых спектрах присутствуют сильные полосы 1283 и 1176 см^{-1} , их можно рассматривать в качестве признаков таких эфирных фрагментов.

Анализ образца по данным ИК-спектроскопии показал, что КО имеет сложный состав. Он представляет собой полифункциональные ароматические соединения, содержащие наряду с алифатическими структурами карбонильные, эфирные и гидроксильные группы.

Содержание в образцах моно- и дизамещенных аренов характеризует высокую степень сродства с традиционными растворителями для битумных лакокрасочных материалов. Вместе с этим присутствие аренов с более высокой степенью совмещения характеризует приемлемую пленкообразующую способность у представленного кубового остатка. Присутствие в составе КО аренов с более высокой степенью замещения, полиассоциатов, связанных сильными внутримолекулярными связями, соединений, содержащих эфирные группы – свидетельствует об образовании прочного термоэластопластичного надмолекулярного каркаса, структурно-групповой

состав которого насыщен большим разнообразием структур, содержащих алифатические и

С–О-связи. Вместе с этим наблюдается явное присутствие α/β -ненасыщенных и арилпроизводных сложных эфиров, что в первую очередь свидетельствует о своего рода «генетической взаимосвязи» КО с битумами в виду наличия этих структур. Поэтому можно с большой долей уверенности прогнозировать хорошую физико-химическую совместимость компонентов КО с битумом. Образующаяся смесь этих компаундов за счет высокой растворяющей способности КО должна проявлять все признаки «активного состояния» нефтяной дисперсной системы, сопровождающееся переходом ассоциированных сложных структурных единиц (ССЕ) битумов из коллоидно-дисперсного в состояние близкое к молекулярному растворению. Кроме того, исходя из научно-практических предпосылок, КО должен улучшить ряд качественных показателей эксплуатационных свойств (например, адгезия, хрупкость, растяжимость) битумной продукции различного назначения.

Наличие в кубовом остатке поликонденсированной алкилзамещенной ароматики с многофункциональными полярными группами (карбоксо-, гидроксо-, кето-, эфирные и карбонильные) в отличие от других кубовых остатков нефтехимии (например, производства изопропилбензола, фенола и ацетона, бисфенола, поликарбонатов, процесса пиролиза и т.п.) делает его предпочтительным для реагентных технологий повышения нефтеотдачи пластов. Такие технологии также применяются для освоения трудноизвлекаемых нефтяных запасов; извлечения остаточных нефтей; добычи природных битумов; промежуточного и капитального ремонтов скважин; профилактики и предупреждения образования асфальто-смоло-парафиновых отложений на всем пути следования нефтяной продукции – от скважин системы сбора при подготовке и трубопроводном транспорте до нефтеперерабатывающих предприятий. Вместе с тем, представляется интересным использование КО в качестве сырья для синтеза поверхностно-активных веществ (ПАВ) – алкиларилсульфонатов в качестве компонентов композиционных деэмульгирующих составов, проявляющих смачивающее действие в процессах подготовки (обезвоживание и обессоливание) высоковязких нефтей с повышенным содержанием механических примесей.

Таким образом, перечисленные выше факты свидетельствует о возможности широкого использования КО, а именно: в качестве модифицирующей функциональной добавки при получении пленкообразующих систем с битумом; как растворитель для нефтедобывающей промышленности и сырье для синтеза ПАВ-деэмульгаторов.

Список литературы

1. Проскуряков В.А. Очистка сточных вод в химической промышленности / В.А. Проскуряков, Л.И. Шмидт. – Ленинград.: Химия, 1977. - 464 с.

ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА ПЫЛИ, ВЫДЕЛЯЕМОЙ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ, ОТ СМЕТА И ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕСКОСОЛЯНОЙ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНОЙ СМЕСИ ДЛЯ ПОСЫПКИ ДОРОГ И ТРОТУАРОВ

Н.В. Костылева, Н.Л. Рачёва, А.Ю. Лукин

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Уральский государственный научно-исследовательский институт
региональных экологических проблем» (ФГБУ УралНИИ «Экология»),
г. Пермь

***Аннотация.** Рассмотрен расчет определения количество пыли, которая поступает в атмосферный воздух при пылении улиц и при использовании зимой пескосоляных противогололедных смесей для посыпки дорог и тротуаров*

Атмосферный воздух многих городов загрязнен пылью. Каждую весну в городах поднимаются пылевые бури. В теплый период года пыль является естественным и обязательным компонентом смета и выделяется в атмосферный воздух при уборке улиц городов. Смет образуется за счет выноса земли с газонов, неукрепленных обочин дорог, за счет резиновой, асфальтовой и грунтовой крошки от колес машин и дорожного полотна, за счет выноса со строек, разрушения грунтовых дорог, за счет смыва атмосферными водами с поверхностей тротуаров, не асфальтированных территорий и т.д.

Согласно справочнику «Санитарная очистка и уборка населенных мест» авторы Систер В.Г., Мирный А.Н., Скворцов Л.С., Абрамов Н.Ф., Никогосов Х.Н. [3], в состав смета обычно входят следующие компоненты: песок – 30 %, глина – 20 %, земля – 35 %, ветки – 5 %, галька, камни – 10 %. Из указанных компонентов в составе смета пылеобразование возможно у песка и глины. Под землей в составе смета обычно подразумевается влажный крупнодисперсный и не пылеобразующий грунт.

В России дорожные сети многих городов не рассчитаны на то количество автомобилей, которое сейчас по ним передвигается, также катастрофически не хватает не только дорог, но и автостоянок.

В результате зимой из-за пробок и стихийных парковок на обочинах крупных городских магистралей вовремя убирать снег и лёд не получается, поэтому коммунальщикам приходится с помощью химии не просто разрыхлять ледовый накат для уборки снегоуборочными машинами, а буквально плавить его избытком реагентов.

В настоящее время в нашей стране, при зимнем содержании автомобильных дорог основной противогололедной смесью является пескосоляная смесь. Технологии ее применения указаны в нормативной литературе. Нормы распределения пескосоляной смеси назначают с учетом количественного соотношения компонентов в смеси и метеорологических

параметров – температуры воздуха и количества отложений на дорожном покрытии (количества выпавших осадков). Однако этот метод требует большого объема распределяемых материалов и не является экономичным. В России при сильном морозе также иногда применяются многокомпонентные противогололедные реагенты, которые состоят из нескольких видов солей (такие смеси работают до (-25°C)). Но многокомпонентные проивогололедные реагенты дороже обычной пескосоляной смеси.

Использование для борьбы с гололедом пескосоляной смеси можно отнести к комбинированному химико-фрикционному методу. Находящийся в пескосоляной смеси песок – это абразив, обеспечивающий хорошее сцепление, а техническая соль плавит лед. Соотношение частей зависит от температуры воздуха, погодных условий и продолжительности тех или иных метеоусловий. В теплую погоду соли нужно меньше, и наоборот. Пескосоляная смесь – дешевая и эффективная, но её использование не лишено недостатков. Песок, который остается на дороге, попадает в канализацию и засоряет её, а также засоряет снегоплавильную машину. В теплый период времени остатки песка на дорогах способствуют их пылению, то есть загрязнению атмосферного воздуха пылью. Техническая соль разъедает обувь, вызывает коррозию металла автомобиля и наносит вред окружающей среде.

Но дорожные службы утверждают, что песчано-солевая смесь – это идеальный состав для использования в северных условиях. Использование всех известных других аналогичных реагентов приводит к тому, что реагенты растапливают снег, который в итоге при низких температурах быстро превращается в наледь, но при этом такие реагенты имеют более высокую стоимость. Поэтому наиболее распространенным средством борьбы с гололедом остается именно пескосоляная смесь.

Авторами для города Мурманска выполнен расчет определения количества пыли, которая поступает в атмосферный воздух при использовании пескосоляной противогололедной смеси.

Город Мурманск расположен за полярным кругом. Климат города умеренно холодный, морской, со сравнительно мягкой зимой и прохладным летом. Зимой средняя температура воздуха в городе (-10°C). Зимы в городе бывают разные и по температуре, и по количеству снега (температуры колеблются примерно от (-10°C) до (-25°C), бывают и исключения). Безморозный период продолжается от 100-120 дней. Заканчивается безморозный период в конце сентября. Годовое количество осадков составляет около 500 мм. В течение года осадки распределяются неравномерно. Число дней с осадками на побережье составляет преимущественно 175-210 в год. Осадки выпадают в виде дождя и снега. Больше половины среднего годового числа дней с осадками приходится на дни со снегом. Уборка снега в городе производится круглосуточно. За содержание дворов отвечают управляющие компании [4]. В северных городах снег сходит в конце мая, поэтому уборку дорог начинают только в июне, и период «пыления дорог» составляет около пяти месяцев.

Для выполнения расчета на основании анализа данных из информационных источников [1, 4, 6, 7] была определена протяженность дорог и тротуаров в Мурманске, а также определено количество пескосоленной смеси, которое было израсходовано на посыпку дорог в период 2016-2017 год.

Согласно [4] по данным муниципального учреждения «Управление дорожного хозяйства» в период с конца 2016 г. и на начало 2017 г. в городе (т.е. с начала зимы) на посыпку автодорог было потрачено более 20 тысяч тонн пескосоляной смеси. Необходимо отметить, что это почти на 50 процентов больше, чем зимой 2015-2016 гг. На весенний период 2017 года, для которого характерны частые перепады температур, городом было дополнительно закуплено около 3 тысяч тонн песка и более 200 тонн соли. Анализ материалов [1, 4, 7] показал, что ежегодно закупается песок и соль исходя из анализа предыдущих зим [7].

Всего за период 2016-2017 гг. для изготовления пескосоляной смеси в городе на зимний период было закуплено 26 600 тон песка и 2550 тонн соли. Данной смесью в городе обрабатывали дороги и тротуары, при этом другие дополнительные химические реагенты не использовали.

Протяжённость улично-дорожной сети города, включая проезды, в настоящее время составляет порядка 200 километров. Ширина проезжей части магистральных улиц и дорог колеблется от 10,7 м до 26,1 м. Всего в Мурманске насчитывается 223 улиц, площадей, проспектов, шоссе, переулков и проездов. Большая часть улиц и дорог имеет твердое покрытие или асфальтобетонное покрытие и подлежит посыпке.

Песок, который входит в состав пескосоляной смеси является фрикционным материалом. Недостатком использование таких материалов является то, они способствуют избыточному пылению при уборке дорог в весенне-летний период. При этом особую опасность представляют частицы РМ 10 и РМ 2,5.

Таким образом, обработка дорог пескосоляной смесью является дополнительным к смету источником образования пыли, зависящим от количества песка и соли, которые входят в состав противогололедных смесей.

Так как незастроенная территория г. Мурманска, практически, полностью озеленена (трава, кустарник, деревья), то при расчете пыления необходимо учитывать не площадь территории города, а площадь улиц, дорог и проездов. Согласно Генеральному плану Муниципального образования города Мурманска средняя площадь улиц, дорог и проездов составляет 3 526 000 м². Согласно СНиП 11-60-75*, смёт с твердых покрытий улиц для планирования следует принимать 5-15 кг, или 8-20 л на 1 м² в год. Среднее значение образования смета следует считать 10 кг/год с 1 м² рассматриваемой территории. Следовательно, на территории улиц города ежегодно может образовываться до 35 260 т/год уличного смета. Как указано ранее, согласно справочнику [3], среднее содержание песка в составе смета составляет 30 %, среднее содержание глины – 20 %.

Следовательно, в смете с улиц рассматриваемого города ориентировочно содержится 10 578 т песка и 7 052 т глины.

Согласно Методическому пособию по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов [5], весовая доля пылевой фракции k_1 в материале «Песок» составляет 0,05, а доля пыли, переходящая в аэрозоль, k_2 составляет 0,03.

В материале «Глина» доля пыли соответственно 0,05 и 0,02. Следовательно, от песка и глины, содержащихся в смете с улиц, дорог и проездов может образовываться и выделяться в атмосферный воздух следующее количество пыли:

- от песка – 15,867 т пыли;
- от глины – 7,052 т пыли;
- то есть всего 22,919 т пыли, переходящей в аэрозоль.

От использования для посыпки дорог пескосолевой смесью в атмосферу также ориентировочно будет выделяться следующее расчетное количество пыли.

От, примерно, 25 000 тонн песка – соответственно 37,5 тонн ($25\ 000 \cdot 0,05 \cdot 0,03$).

От 2500 т соли (показатели пыления соли, из-за их отсутствия в Методическом пособии по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов [5], приняты по аналогу пегматиту со сходной плотностью, весовая доля пылевой фракции k_1 в материале «Пегматит» составляет 0,04, доля пыли, переходящая в аэрозоль, k_2 составляет 0,04) в атмосферный воздух выделяется до 4,0 тонн ($2500 \cdot 0,04 \cdot 0,04$) пыли.

Всего, как показывает расчетная оценка, в атмосферный воздух рассматриваемого города от улиц, дорог и проездов может выделяться в теплый период года до 64,419 ($22,919 + 37,5 + 4,0$) тонн пыли.

Список литературы

1. Генеральный план Муниципального образования «город Мурманск». Пояснительная записка [Текст]. – Омск, 2015.

2. Методического пособия по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов, утвержденного Минстройматериалов СССР 16 мая 1985 г. – Доступ из поискового сервиса СПС «Техэксперт».

3. Мурманские дороги за зиму посыпали 20 тыс. тоннами песко-соляной смеси [Электронный ресурс]: Информационное агентство «Nord-News». – URL: <http://nord-news.ru/news/2017/02/22/?newsid=89802> (дата обращения 27.07.2019).

4. Осталось ли чем посыпать дороги в Мурманске? [Электронный ресурс]: Официальный сайт телекомпании «ТВ-21» Мурманск. – URL: <http://www.tv21.ru/news/2017/02/21/ostalos-li-chem-posypat-dorogi-v-murmanske> (дата обращения 27.07.2019).

5. Систер В.Г., Мирный А.Н., Скворцов Л.С., Абрамов Н.Ф., Никогосов Х.Н. Санитарная очистка и уборка населенных мест. Твердые бытовые отходы (сбор, транспорт и обезвреживание). Справочник. АКХ им. К.Д. Панфилова – М.: «Стройиздат», 1990 г., 413с.

6. Скрытый резерв [Электронный ресурс]: Официальный сайт администрации города Мурманска. – URL: <https://www.citymurmansk.ru/novosti/?newsid=4796&page=1> (дата обращения 27.07.2018).

7. Снег полетит в топку [Электронный ресурс]: Сайт «Blogger51». – URL: <https://blogger51.com/2012/12/38692> (дата обращения 27.07.2019).

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ДИМЕТИЛОВОГО ЭФИРА ПАРФЮМЕРНОГО КАЧЕСТВА

А.Л. Проскурнин, О.С. Данилова
Невинномысский технологический институт (филиал) СКФУ,
г. Невинномысск

***Аннотация.** Рассмотрены методы получения диметилового эфира из метанола высокой степени чистоты для использования в производстве медицинских препаратов, косметических средств, в холодильном оборудовании, в бытовой химии и других областях.*

В 60-70-е года на рынке аэрозольных пропеллентов доминирующие позиции занимали хлорфторуглероды (СFC). После опубликования Монреальского протокола в 1987 году потребление хлорфторуглеродов в производстве аэрозолей стало резко снижаться. Они стали постепенно замещаться углеводородами (смесями из пропана и бутана). Наряду с углеводородами в качестве альтернативы использовались диметиловый эфир (ДМЭ), а также насосные спреи [1].

В настоящее время при выборе пропеллентов наблюдается переход с пропан-бутановых смесей на ДМЭ. Он обусловлен уникальными свойствами ДМЭ: отличный пропеллент средне-высокого давления, превосходный растворитель для широкого спектра органических веществ (в т.ч. полимеров, лаков, смол), хорошая совместимость с другими растворителями и пропеллентами, высокая растворимость в воде и отсутствие запаха, мелкодисперсность. Диметиловый эфир нетоксичен для потребителя, не оказывает влияния на окружающую среду, что соответствует нормам проводимой государственной экологической политики в РФ [2].

Диметиловый эфир может быть получен из синтез-газа с использованием одностадийного или двухстадийного способа.

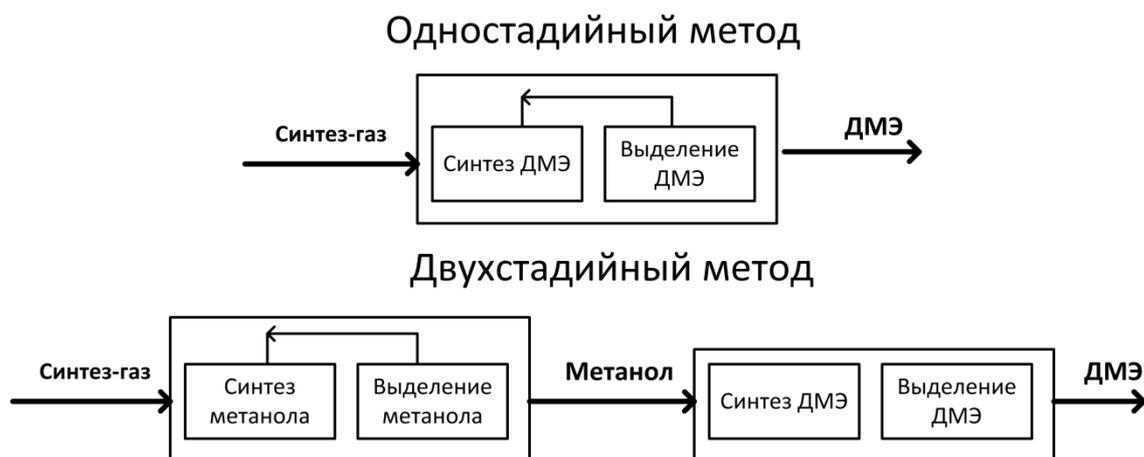


Рис.1. Методы получения диметилового эфира из синтез-газа

Одностадийный способ относится к синтезу диметилового эфира непосредственно из синтез-газа, а двухстадийный способ относится к синтезу метанола из синтез-газа с последующей дегидратацией метанола для получения диметилового эфира (рис.1).

Процесс по двухстадийному методу проводят следующим образом: из синтез-газа получают метанол (I стадия), который затем в отдельном реакторе на специальных катализаторах подвергается дегидратации до ДМЭ (II стадия). Эта стадия может быть осуществлена на другом предприятии, на привозном метаноле.

Синтез диметилового эфира из синтез-газа имеет термодинамические и экономические преимущества перед синтезом из метанола, однако процесс получения ДМЭ из метанола относительно прост, не требует больших инвестиций, поэтому основное количество ДМЭ получают из метанола путем его дегидратации. Этот метод будет рассмотрен в статье.

Процесс дегидратации метанола протекает по реакции:



Реакция является обратимой, экзотермической, протекает в присутствии катализатора.

Существует два класса катализаторов для проведения дегидратации метанола:

- низкотемпературные сульфокатионитные типа Amberliste-15, КУ 1, КУ-2, сульфоанионитные;
- высокотемпературные оксидные катализаторы (оксиды алюминия, циркония, цеолиты).

Недостатком сульфокатионитных катализаторов является их низкая термическая устойчивость (температурный интервал эксплуатации 80-250 °С). Недостатком оксидных катализаторов является их низкая каталитическая активность и необходимость проведения процесса при температурах более 300 °С. Поэтому при их эксплуатации возможно образование побочных продуктов [3].

В работе [4] предложен полиоксидный катализатор ВКТ-9, позволяющий проводить реакцию дегидратации метанола в интервале температур 120-220 °С и давлений 0,1-2,0 МПа с целью получения как высокочистого диметилового эфира, так и ДМЭ топливного варианта.

Реакция (1) ограничена равновесием. Конверсия метанола при газофазном процессе составляет 80 % от равновесия при давлении и температуре на выходе из реактора. Для смещения равновесия необходимо снижать температуру реакции, однако при использовании адиабатического реактора температура на выходе из реактора реакционной смеси повышается.

В патенте [5] рассмотрены различные варианты реакционного узла, позволяющие поддерживать температурный режим при получении диметилового эфира: многополочные реакторы с подачей холодного потока между полками, использование нескольких реакторов с промежуточным охлаждением и использование реакторов-теплообменников.

Технология производства диметилового эфира разработана и запатентована компанией «ThyssenKrupp Uhde Engineering Services» [6] и предусматривает использование процесса последовательной дегидратации метанола на катализаторе в двух адиабатических реакторах с промежуточным теплообменом и энергоэффективную схему выделения образующегося ДМЭ эфира из продуктов реакции.

По усовершенствованной схеме этой компании, которая выступила лицензиаром и базовым разработчиком, а также поставщиком оборудования, построено и запущено предприятие «ДМЭ Аэрозоль» по выпуску диметилового эфира парфюмерного качества производительностью 20 тыс. т в год в Тульской области на ОАО «Щекиноазот» [7].

В патенте [8] при получении ДМЭ из метанола также предлагается два последовательно соединенных реактора. Первый реактор представляет собой кожухотрубный теплообменник, охлаждаемый газом, в трубки которого загружен катализатор. Вторым реактором – адиабатическим. Осуществление способа в предлагаемых условиях позволяет снизить или избежать образования углерода на катализаторе.

В ОАО НИИ «Ярсинтез» разработана технология получения высокочистого ДМЭ из метанола, пригодного для использования в парфюмерной промышленности. Синтез ДМЭ основан на реакции межмолекулярной дегидратации метанола в присутствии специфического катализатора (КИФ). Принципиальная технологическая схема, взятая из работы [9], представлена на рис.2.

Дегидратацию метанола проводят в присутствии сульфоинитного катализатора при 110-150 °С, давлении 0,49-1,32 МПа в совмещенном реакционно-ректификационном аппарате, состоящем из трех зон: двух ректификационных и средней реакционной, заполненной катализатором. Целевой ДМЭ отводят с верха аппарата. Осуществляют боковой отбор части диметилового эфира, обогащенного примесями, из нижней части верхней ректификационной зоны в точке бокового отбора, соответствующей 1-10

теоретической тарелке (счет с низа указанной ректификационной зоны). Селективность процесса практически равна 100 % [10].

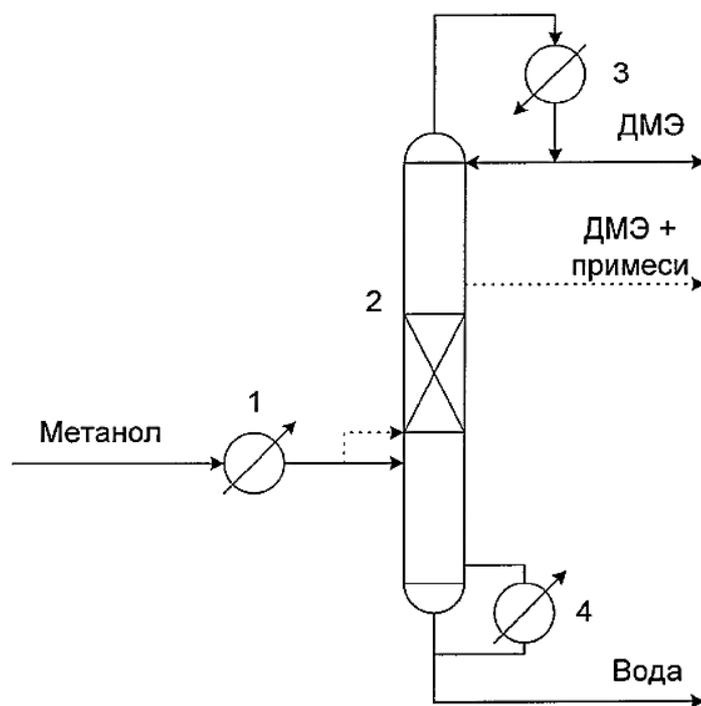


Рис.2. Технологическая схема получения ДМЭ

Эта технология легла в основу первого в России промышленного производства ДМЭ высокой чистоты мощностью 10 тыс. т в год, запущенного в августе 2018 г. в г. Дзержинске. Технологическая схема (рис.2) дополнена стадией очистки исходного метанола от примесей. Продукция выпускается под торговой маркой Propelan®. Выпускаются разные марки ДМЭ с массовой долей от 99,999 до 99,9 %, используемых в производстве медицинских препаратов, косметических средств, в холодильном оборудовании, в бытовой химии и других областях [10].

Таким образом, в России имеются два предприятия по выпуску ДМЭ парфюмерного качества, использование которого безопасно для людей и окружающей среды.

Список литературы

1. Информационно-аналитическая записка о переводе предприятий сектора аэрозольных пропеллентов на озонобезопасные вещества и технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.ozonoprogram.ru/upload/files/p/perevod_sektora_aerazolnykh_propellentov.pdf (дата обращения 02.02.2020).
2. Производство высококачественного диметилового эфира [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://dme-aerosol.ru/> (дата обращения 02.02.2020).
3. Писаренко Е.В. Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов получения метанола, диметилового эфира и низших олефинов. Автореф. Дисс. ... докт. техн. наук. – М., 2012. – 32 с.

4. Писаренко Е.В. Низкотемпературный процесс синтеза диметилового эфира из метанола // *Химическая промышленность сегодня* / Е.В. Писаренко, В.Ф. Жилин, В.Н. Писаренко, Н.А. Мамченков. – 2012. – № 10. – С. 15-17.

5. Method of regulating temperature in reaction vessel, reactor, and process for producing dimethyl ether // Patent WO 2009078490 (A1). 18.12.2007. / Hirakawa D. [JP]; Ooyama K. [JP]; Funatsu S. [JP] [other].

6. Способ получения диметилового эфира и подходящее для этого устройство // Патент России № 2015109369. 10.11.2016 Бюл. № 31. / Бауэр М. (DE), Кёмпель Х. (DE), Шульц А. (DE).

7. ООО «ДМЭ Аэрозоль» – совместное предприятие ОАО «Щекиноазот» и международного концерна PCC SE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://dme-aerosol.ru/company/> (дата обращения 02.02.2020).

8. Способ получения диметилового эфира // Патент России № 2572557. 20.01.2016 Бюл. № 2. / Юул Даль П. [DK], Шталь Х.О. [DK].

9. Смирнов В.А. Способ получения диметилового эфира высокой чистоты // Патент России № 2282613 С2. 27.08.2006 Бюл. № 24. / В.А. Смирнов, М.Н. Страхилева, А.М. Шляпников [и др.].

10. Техническая информация по процессу получения высокочистого диметилового эфира по технологии «Ярсинтез» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://yarsintez.ru/media/DMI_21.pdf (дата обращения 17.01.2020).

11. Сферы применения » [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://aerosolex.ru/company/industries-we-serve/> (дата обращения 15.01.20).

АЭРАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД ПОМЕТОХРАНИЛИЩА

О.А. Федорова

Центр лабораторного анализа и технических измерений
по Мурманской области,
г. Мурманск

Аннотация. В статье представлены результаты пробной аэрации сточной воды пометохранилища недействующей птицефабрики «Снежная», расположенной на Кольском полуострове. Объект исследования представляет собой мутную жидкость черного цвета с практически неоседающими примесями. Генезис образования сточной воды позволил предположить возможность частичной биологической очистки объекта накопленного экологического ущерба, коим является пометохранилище. Результаты лабораторного моделирования биологической очистки позволяют рассматривать ее как одну из альтернатив при проектировании рекультивации рассматриваемого объекта.

«Одним из объектов накопленного экологического ущерба в Мурманской области является помехохранилище птицефабрики «Снежная». Помехохранилище было введено в эксплуатацию 1983 г. и использовалось для складирования помехосодержащих отходов. С 2004 г. помехохранилище не эксплуатируется» [1]. Более детальная характеристика объекта представлена в [1]. Экологическое обоснование ликвидации помехохранилища приведено в монографии Е.В. Левина и коллег [2].

Задачу рекультивации уникального, не имеющего аналогов объекта, можно разделить на две основные составляющие: очистку сточных вод и утилизацию помехосодержащих отходов. В данной статье рассматривается только ее первая составляющая в аспекте изучения возможности биологической очистки.

Отбор сточной воды производился с одной из карт у границы раздела двух фаз (воды и помета). Отобранная жидкость в течение часа была доставлена в лабораторию, после чего были определены некоторые ее показатели; часть сточной воды подверглась осаждению, а вторая часть была помещена в пилотную установку аэротенка.

Вода из помехохранилища представляла собой мутную жидкость черного цвета практически без запаха. Взвешенные вещества – около 3 г в 1 л, водородный показатель – 7,2. Разделение суспензии под действием гравитационной силы в течение четырех часов не дало сколько-нибудь существенного результата, что позволяет сделать вывод об ее устойчивости и нецелесообразности включения блока механической очистки под действием силы тяжести (песколовки, отстойники) без дополнительной дестабилизации системы. Под действием центробежной силы в лабораторной центрифуге (частота вращения 3200 об/мин) в течение семи минут суспензия хорошо разделялась на две фазы: твердую и слабомутную жидкость коричневого цвета. Таким образом, выделение до 90 % взвешенных веществ возможно в промышленных центрифугах.

В связи с длительностью (15 лет) пребывания помета под слоем воды, наличием биологической трансформации, процессов диффузии, а также устойчивостью исходной суспензии представляло интерес, каким образом аэрация суспензии повлияет ее на качественный состав. В исходной сточной воде БПК₅ нефильтрованной пробы составило 520 мг/л, ХПК нефильтрованной пробы – 1 200 мг/л, ионы аммония – 220 мг/л, нитриты – 0,07 мг/л, нитраты – 0,3 мг/л. Данные показатели могут свидетельствовать о наличии процесса аммонификации в теле помехохранилища и об отсутствии процесса нитрификации.

Через неделю аэрации при комнатной температуре (плюс 20 – плюс 22⁰С) рН вырос до 9, БПК₅ снизилось до 50, ХПК – до 900 мг/л, ионы аммония – до 160 мг/л. Через две с половиной недели аэрации рН стабилизировался и составил величину 6,5±0,4, через четыре недели концентрация аммоний-ионов оказалась меньше предела определения по ПНД Ф, содержание нитритов выросло до 400 мг/л, а нитратов – до 22 мг/л, БПК – ниже предела

определения. Сточная жидкость по-прежнему содержит значительное количество неоседающей взвеси.

Данные результаты могут быть использованы при проектировании технологической схемы очистки жидкой фазы помехохранилища птицефабрики с обязательным введением поправок на температурные условия.

Автор выражает признательность работникам «ЦЛАТИ по Мурманской области» за помощь в проведении эксперимента.

Список литературы

1. Краткие данные о помехохранилище птицефабрики «Снежная». — URL: https://bstudy.net/639459/estestvoznanie/kratkaya_harakteristika_prirodnih_tehnogennyh_usloviy
2. Левин Е.В. Экологическое обоснование ликвидации помехохранилища на основе результатов инженерно-экологических изысканий: монография / Левин Е.В. [и др.]. – М.: Русайнс, 2016. – 126 с. – ISBN 978-5-4365-1356-0. – URL: <https://book.ru/book/921996> (дата обращения: 07.12.2019). – Текст: электронный.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА ОТХОДОВ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Л.С. Ермакова, Ю.С. Кудрявцева
Московский политехнический университет,
г. Москва

***Аннотация.** В данной статье рассматривается процедура перехода ВУЗа на систему РСО (раздельный сбор отходов).*

Ситуация, которая сложилась на сегодняшний день в РФ в области обращения с отходами, является крайне острой и сопровождается постоянным ростом образования отходов. Методология решения данной проблемы предусматривает различные направления, но самым перспективным из них по праву можно считать вторичную переработку отходов.

При этом значительные трудности появляются при морфологическом разделении отходов с последующим выделением ценных компонентов, с целью их дальнейшей переработки.

В результате постановления правительства №1589-р от 25 июля 2017 г. РСО стал актуальной задачей, правильное решение которой позволит сделать весомый шаг на пути решения проблемы утилизации и вторичного использования ТКО.

Проблема организации раздельного сбора отходов на территории ВУЗов России впервые поднялась в 2015 году, когда ряд отечественных высших

учебных заведений оказались в мировом рейтинге «Green Metric World University Ranking». Данный рейтинг оценивает шесть критериев экологического менеджмента ВУЗа. Однако самый большой акцент делается на отдельный сбор отходов на территории ВУЗов. С 2015 года, ежегодно предпринимаются попытки организовать РСО на территории ВУЗов, но о полноценном переходе на такую систему сбора отходов, к сожалению, говорить не приходится.

Переход на систему РСО в ВУЗе – это не одномоментное событие, а прежде всего результат продолжительной, требующей тщательной подготовки поэтапной работы команды инициативных студентов, сотрудников и администрации Университета. Чтобы система отдельного сбора отходов стала привычной и не обременительной для контингента учащихся и сотрудников, необходимо начать с грамотного информирования о модернизации системы. Каждый ВУЗ выбирает актуальные для него форматы коммуникационных активностей по популяризации отдельного сбора, это могут быть образовательные программы, курсы и занятия, адресованные не только студентам, но и сотрудникам Университета, экологические акции с демонстрацией отдельного сбора мусора, объяснением полезности его сортировки и алгоритмов соответствующих действий, игровые мероприятия (экологические квесты, квизы, деловые игры и др.), направленные на популяризацию сортировки отходов и др.

Процесс организации РСО на территории учебного заведения состоит из нескольких этапов. На начальном этапе необходимо провести опрос сотрудников и учащихся. Создать опрос, чтобы понять, сколько сотрудников и учащихся и на каких условиях готовы участвовать в отдельном сборе отходов: знают ли они о отдельном сборе, принимали ли они когда-нибудь участие в акциях по отдельному сбору отходов, готовы ли они сами разделять отходы, что мешает им сейчас это делать?

Следующий этап заключается в оценке выгоды для ВУЗа при проведении отдельного сбора отходов, причем не только прямой (продажа вторсырья), но и косвенной.

Третий этап, представление «бизнес-проект», в котором необходимо оценить количество контейнерных площадок, количество контейнеров на этих площадках, под какой морфологический состав планируется РСО, стоимость одного контейнера. Все эти факторы должны рассчитываться от минимального объема образования отходов на территории ВУЗа по программе РСО. На этом этапе нельзя забывать о расчете дополнительных затрат и материалов, которые необходимы для работы программы РСО. Учесть условия транспортировки отходов от мест образования до предприятий по переработке вторичного сырья (вывоз отходов региональным оператором или другой заинтересованной стороной), стоимость вывоза 1 м³ по программе РСО. Важным моментом на этом этапе является организация досортировки на территории ВУЗа и мест временного хранения сортированных отходов. Все

перечисленные мероприятия должны основываться на нормативной базе и отражаться с указанием пунктов и статей в бизнес – проекте.

Четвертый этап – утверждение бизнес – проекта с администрацией ВУЗа, возможно устроить публичные слушания в стенах заведения, для уменьшения отрицательных отзывов со стороны сотрудников и учащихся, в момент запуска проекта. На публичных слушаниях, кроме бизнес-плана, необходимо представить презентацию проекта по внедрению РСО, в которой будут учтены все вопросы, освещенные в предыдущих пунктах.

После успешно проведенных публичных слушаний, наступает самый ответственный момент – это установка урн, в соответствии со всеми санитарными нормами и правилами. Не стоит забывать, что информационный материал по РСО необходимо подготовить и разработать с условиями ваших площадок и контейнеров по вторичному сбору отходов.

По сути, переход образовательных учреждений на систему РСО в России находятся на первичной стадии своего развития. Ключевые инициативы идут от равнодушных студентов, сотрудников и экологических организаций. В меньшей степени инициативу проявляют региональные и муниципальные ведомства, а также партийные структуры. Роль бизнеса еще менее заметна, в большинстве случаев, его активность проявляется лишь в рамках проектов социальной ответственности.

За рубежом же напротив, национальные и региональные органы власти играют более ощутимую роль в процессе информирования населения о важности раздельного сбора мусора, чем в России.

Список литературы

1. *Williams Paul T. Waste treatment and disposal second edition // John Wiley & Sons, Ltd. – 2005. – P. 380.*

2. *Ландеховская М.П. Подходы к организации раздельного сбора отходов у населения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности / М.П. Ландеховская, С.Н. Сидоренко.. – 2009 – С. 69.*

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «БАЛЬЗАМ-ЭКБ» НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЛУКА РЕПЧАТОГО

Е.И. Заживихина, С.А. Маркова, Д.А. Заживихин
Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова,
г. Чебоксары

Аннотация. Влияние препарата «Бальзам-ЭКБ» на физиологические свойства лука. Выявлено увеличение урожайности и содержание аскорбиновой кислоты (АК).

Принципиально новые возможности повышения урожайности и улучшения качества продукции растениеводства является использование регуляторов роста растений – природных или синтетических низкомолекулярных веществ. В Лаборатории СКБ «Сувар» совместно с учащимися МБОУ «Лицей №2» Антоновой А.А. и Алексеевой А.В. (учитель по химии Мокеева Н.Л.) были проведены научные исследования для повышения урожайности лука репчатого и увеличения содержания АК. Нами был предложен препарат «Бальзам-ЭКБ», представляющий собой 50%-ную эмульсию природных терпеноидов в воде с добавлением эмульгатора. Лабораторные опыты были проведены на луке репчатом с применением препарата «Бальзам-ЭКБ» в сравнении с гетероуоксином и без стимулятора (контроль). Для этого в одинаковые емкости по размерам 34 x 50 см было высажено одинаковое количество луковиц. В качестве почвогрунта использовали «Фермер» (ТУ 9819-002-680745-2009). Полученные результаты показали, что урожайность зеленой массы лука с применением препарата увеличилась на 19,6 %. Особый физиологический интерес представляет АК, широко распространена как в растениях, так и в животных. Она играет важную роль в окислительно-восстановительных процессах, происходящих в организме. Недостаточно ясен вопрос о химизме образования АК в растениях. Имеются данные в пользу взгляда о том, что промежуточным продуктом превращения гексоз в АК является глюкозо-6-фосфат. Весьма вероятно, что непосредственными предшественниками АК являются D-глюкоза и D-галактоза. Увеличение содержания АК в луке составляет на 4,5 % в сравнении с контрольным опытом и лучшими вкусовыми качествами теснейшим образом связано с применением препарата «Бальзам-ЭКБ». Ранее нами были изучены ростостимулирующие свойства препарата на урожайность зерновых, увеличение которых составила 11-18 %, картофеля – 23 %. Эффективное использование препаратов серии «бальзам» в качестве кормовой добавки для животных и птиц позволяет получить дополнительные привесы молодняка на 12 %.

Установлено, что рациональное использование нетоксичного, безвредного для окружающей среды, стимулятора «Бальзам-ЭКБ» благотворно влияет на рост и развитие лука репчатого.

Список литературы

1. Читнаев Е.Л., Заживихина Е.И., Маркова С.А. Неорганические вещества, их биологическая активность // *Естественные науки: сегодня и завтра: Тезисы докладов юбилейной итоговой научной конференции.* – Чебоксары: Издательство Чувашиского государственного университета, 1997. – С. 232-233.
2. Тремасов П.И., Заживихина Е.И., Маркова С.А., Ситулина И.Г., Киселев И.М. Применение некоторых биетатов металлов для повышения продуктивности в сельском хозяйстве // *Естественные науки: сегодня и завтра: Тезисы докладов юбилейной итоговой научной конференции.* –

Чебоксары: Издательство Чувашского государственного университета, 1997. – С.229-231.

3. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Биологическая роль препарата «Сувар» для крупного рогатого скота // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы: Материалы 3-ей Российской биогеохимической школы, Горно-Алтайск, 4-8 сентября 2000. – Новосибирск. – С.252.

4. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Изучение биологической роли препарата «Сувар» на телятах // Семейная медицина в современных условиях материалы научно-практической конференции Приволжского федерального округа. - Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2002. – С. 212-213.

5. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Комплексное применение препарата «Сувар» с дезинфицирующим препаратом «Бальзам-ЭКБ» // Семейная медицина в современных условиях: материалы научно-практической конференции Приволжского Федерального округа. - Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2002. – С. 213-214.7.

6. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Основные лесохимические продукты, используемые для МЭП // Наука в XXI веке: Тезисы докладов республиканской научно-практической конференции по химии. – Чебоксары: Изд-во Чувашского государственного университета, 2002. - С. 84-85.

7. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Основные лесохимические продукты, используемые для МЭП // Наука в XXI веке: Тезисы докладов республиканской научно-практической конференции по химии. – Чебоксары: Изд-во Чувашского государственного университета, 2002. - С. 84-85.

8. Заживихина Е.И., Маркова С.А. Усовершенствованный способ получения микроэлементного препарата «Сувар» на основе терпеноидов для сельскохозяйственных животных и птиц // НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ 2005: Матеріали Міжнародної науково-пратичної конференції «Наука та інновації – 2005. Том 2. Біологія, хімія та хімічні технології. Дніпропетровськ: Наука і освіта. 2005. – С. 65-67.

9. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. Биологическая роль некоторых микроэлементов // Актуальные проблемы современного естествознания: Материалы Всерос. научно-практической конференции / под ред. Л.Н. Воронова, Н.В. Хураськиной, А.А. Шуканова. – Чебоксары: Чувашгоспедуниверситет им. И.Я. Яковлева, 2006. – С. 148-151.

10. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. Комплексное применение препарата «Бальзам-ЭКБ» с микроэлементным препаратом «Сувар» // Глобальные проблемы экологизации в Европейском сообществе: Сборник трудов Международной конференции, посвященной 10-летию образования Международного информационно-экологического парламента. – Казань, 28-29 сентября 2006. - С. 200-201.

11. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. О биологической роли абиетата натрия // Современные проблемы химии и защиты

окружающей среды: Тезисы докладов региональной научно-практической конференции. 2007. С. 94-95.

12. Маркова С.А., Заживихина Е.И. Изучение дезинфицирующей способности «Бальзам-ЭКБ» на телятах // Журнал экологии и промышленной безопасности. 2007, № 2 (32). – С. 75-76.

13. Заживихина Е.И., Маркова С.А., Никифорова Е.С. Количественное определение меди в органических объектах // Сб. материалов Всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием «Наука и образование: теория и практика». -Чебоксары: Изд-во Чуваш. гос. пед. ун-та, 2012. - С.80-81.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ НА СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКАХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

М.В. Панарин, А.А. Маслова, К.В. Гришаков, Н.А. Рыбка
Тульский государственный университет,
г. Тула

***Аннотация.** Настоящая статья посвящена исследованию проблемы оснащения стационарных источников загрязняющих веществ автоматическими средствами контроля промышленных выбросов, в том числе объектов 1-ой категории. Авторами предлагается автоматическая система непрерывного контроля вредных выбросов в атмосферу. Приводится схема устройства и работы автоматической системы непрерывного контроля вредных выбросов в атмосферу.*

Защита атмосферы от выбросов загрязняющих веществ является важной экологической проблемой современности. Эта проблема приобретает особую актуальность для промышленных городов, где атмосферные загрязнения оказывают негативное влияние на здоровье, благосостояние и продолжительность жизни людей, приводят к развитию необратимых для природы последствий.

Именно поэтому, внедрение новых и усовершенствование существующих систем мониторинга атмосферы является одним из основных направлений реформирования системы государственной власти и управления Российской Федерации в области природопользования и охраны окружающей среды [1-2].

Правительство Российской Федерации подготовило ряд нормативных документов, в том числе и Проект Постановления «Об утверждении перечня стационарных источников и перечня вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих контролю посредством автоматических средств измерения и учета объема или массы выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, концентрации вредных (загрязняющих) веществ в таких выбросах, а также технических средств передачи информации об объеме или

о массе таких выбросов, о концентрации вредных (загрязняющих) веществ в таких выбросах» (далее Проект постановления).

Согласно Проекту, на объектах 1-ой категории, т.е. объектах, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящихся к областям применения наилучших доступных технологий (НДТ), стационарные источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ должны быть оснащены автоматическими средствами измерения и учета объема или массы выбросов, концентрации загрязняющих веществ, а также техсредствами фиксации и передачи указанной информации в госфонд данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) [3-4].

Техническим решением проблемы оснащения стационарных источников вредных (загрязняющих) веществ автоматическими средствами контроля промышленных выбросов объектов 1-ой категории стала автоматизированная система измерения выбросов (АСИВ) загрязняющих веществ в атмосферу. Одной из организаций, где была система установлена является ОАО «Фортум» филиала Энергосистема «Урал» Аргаяшской ТЭЦ. Структурная схема системы изображена на рисунке 1 [5].

В состав АСИВ входит четыре точки измерения (ТИ): дымовая труба №1 (условно ДТ №1); дымовая труба №2 (условно ДТ №2); дымовая труба №3 (условно ДТ №3); дымовая труба №4 (условно ДТ №4).

АСИВ создается как иерархическая двухуровневая интегрированная автоматизированная измерительная система, в состав которой входят: уровень измерительных компонентов измерительной системы (измерительный компонент ИС); уровень вычислительных компонентов измерительной системы (вычислительный компонент ИС); вспомогательные компоненты измерительной системы (вспомогательный компонент ИС).

Оборудование измерительных компонентов измерительной системы выполняет следующие функции:

- измерения абсолютного давления дымовых газов, кПа;
- измерения температуры дымовых газов, °С;
- измерения объемного расхода дымовых газов, м³/ч;
- измерение объемной доли кислорода (O₂), %;
- измерение объемной доли диоксида углерода (CO₂), %;
- измерение концентрации оксида углерода (CO), мг/м³;
- измерение концентрации оксида азота (NO), мг/м³;
- измерение концентрации диоксида азота (NO₂), мг/м³;
- измерение концентрации диоксида азота (SO₂), мг/м³;
- измерение концентрации твердых (взвешенных) частиц, мг/м³;
- измерение концентрации влажности (H₂O), %;
- расчет объемного расхода сухих газов, м³/час.

Вычислительный компонент ИС обеспечивает автоматический сбор, диагностику и автоматизированную обработку информации по анализу дымовых газов в сечении газохода, автоматизированный сбор и обработку информации, а также обеспечивает интерфейс доступа к этой информации.

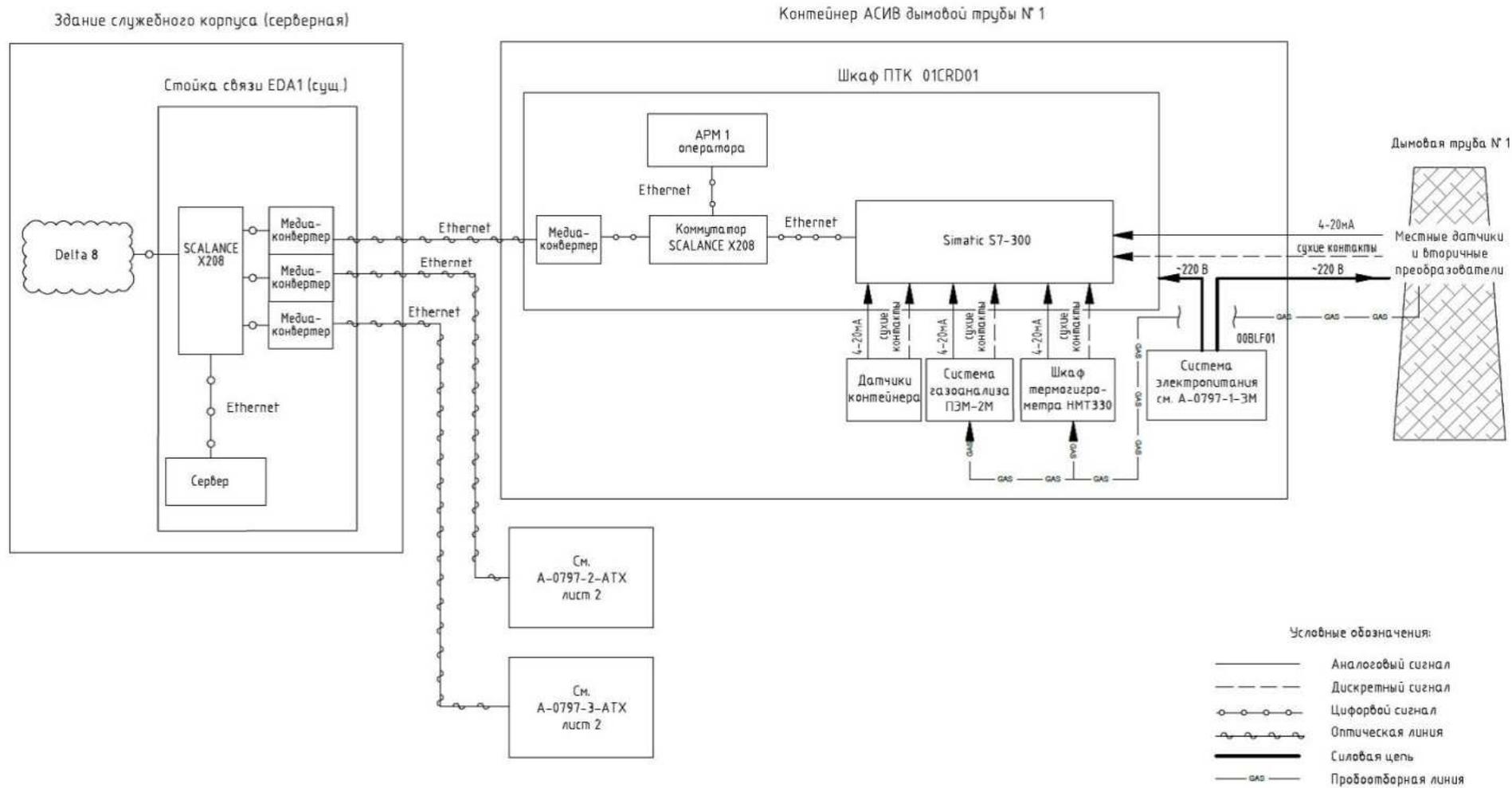


Рис.1. Структурная схема непрерывного контроля вредных выбросов в атмосферу дымовой трубы № 1

Нижний уровень системы обеспечивает автоматическое и по командам с верхнего уровня управление технологическим оборудованием. Верхний уровень обеспечивает сбор данных о состоянии оборудования путем опроса нижнего уровня, визуализацию состояния оборудования, дистанционное управление оборудованием, обработку данных, формирование и печать отчетных документов [6].

Нижний уровень реализован на базе контроллера S7-300. Верхний уровень реализован на базе операторской станции. Связь уровней системы реализуется с помощью сети Enternet.

Газоотборный зонд АСИВ выполняет функцию отбора проб газа из горизонтальных и вертикальных труб (дымоходов). Фото газоотборного зонда вместе с трубой представлено на рисунке 2.



Рис.2. Газоотборный зонд

Измерения выполняются анализаторами и иными средствами измерений, входящими в комплект системы «АСИВ».

Метод измерения массовой концентрации NO , NO_2 , CO , CO_2 , SO_2 основан на принципе действия газоанализатора - оптический абсорбционный в инфракрасной области спектра поглощения газов NO , NO_2 , CO , CO_2 , SO_2 (измерение ослабления светового потока в рабочем канале в выбранном (светофильтром) спектральном интервале).

Информационно-вычислительный комплекс системы (ИВК) обеспечивает автоматический сбор, диагностику и автоматизированную обработку информации по анализу выходных газов в сечении газохода,

автоматизированный сбор и обработку информации с усреднением по заданному оператором интервалу, а также обеспечивает интерфейс доступа к этой информации. В состав ИВК входят программно-технический комплекс (ПТК) на базе контроллеров программируемых Siemens SIMATIC S7-300 и АРМ на базе промышленного компьютера SIEMENS SIMATIC IPC547C с программным обеспечением (рисунок 3) [7].



Рис.3. Интерфейс программно-технического комплекса на базе контроллеров, программируемых Siemens SIMATIC S7-300

В состав программно-технического комплекса входят: контроллер; операторская станция: АРМ оператора.

Программное обеспечение контроллеров работает на базе встроенной операционной системы реального времени контроллера и реализуется в соответствии с документом «Описание алгоритма А-0797-1-ПБ».

Измерения всех величин проводят одновременно. Результаты 20-ти минутных измерений, хранятся в архиве (памяти компьютера). Измерительная система подразумевает длительную эксплуатацию. Необходимо избегать частых и кратковременных отключений.

Измерительно-вычислительный комплекс ИВК позволяет перенести полученные значения измеряемых величин (давление в кПа, температуры в °С, влажность относительная дымовых газов, концентраций веществ в мг/м³, скорость дымовых газов м/с, расхода дымовых газов в м³/с, расхода вредных веществ в г/с, г/ч) в программу Microsoft Excel для формирования протоколов измерений и расчетных данных (массовых выбросов г/сут, т/год) по форме, принятой предприятием и дальнейших расчетов. Протокол (распечатка) результатов измерений массовой концентрации (объемной доли) компонентов и параметров газового потока с применением программного обеспечения

должен соответствовать числу знаков, соответствующим показаниям дисплея приборов. Периодичность распечатки протокола определяется в соответствии с планом-графиком предприятия.

Материалы подготовлены в рамках Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (конкурс МД-2018).

Список литературы

1. Панарин В.М., Рыбка Н.А. Информационно-измерительная и управляющая система районирования территорий промышленного региона по комплексным показателям метеорологических условий загрязнения атмосферы // Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. – 2017. - №12. – С.41-47.

2. Проект постановления Правительства Российской Федерации «Об определении перечня стационарных источников и перечня вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих контролю посредством автоматических средств измерения и учета объема или массы выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, концентрации вредных (загрязняющих) веществ в таких выбросах.

3. Лукьянов О.В., Баюкин М.В., Нечухин К.К. Оснащение стационарных источников выбросов автоматическими средствами контроля // Экология производства. – 2017. - № 6. – С. 24-28.

4. Система автоматизированного контроля температуры и загазованности для дистанционного мониторинга состояния утилизированной свалки коммунальных отходов / А.А. Маслова, В.М. Панарин, К.В. Гришаков, Н.А. Рыбка, Д.А. Селезнева // Экология и промышленность России, 2018. – Т. 22, № 11. – С. 14-18.

5. Способы регистрации метеопараметров, расчета и отображения метеопоказателей в информационно-измерительной и управляющей системе районирования территорий промышленного региона по загрязнению атмосферы / Панарин В.М., Маслова А.А., Рыбка Н.А., Царьков Г.Ю. // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2018. – № 11. – С. 26-31.

6. Панарин В.М., Горюноква А.А., Гришаков К.В. Разработка автономных станций и системы контроля загрязнения атмосферного воздуха. – «Экологические системы и приборы. Изд-во: «Научтехлитиздат». – №9. – 2017 г. – С. 21-27.

7. Прогнозирование загрязнения атмосферного воздуха промышленного региона в информационно-измерительных и управляющих системах мониторинга атмосферы / В.М. Панарин, Н.А. Рыбка, А.А. Маслова // Экологические системы и приборы, 2019. – № 5. – С.18-24.

СПОСОБЫ РЕГИСТРАЦИИ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ, РАСЧЕТА И ОТОБРАЖЕНИЯ МЕТЕОПОКАЗАТЕЛЕЙ В ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ И УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЕ РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА ПО ЗАГРЯЗНЕНИЮ АТМОСФЕРЫ

А.А. Маслова, К.В. Гришаков, Н.А. Рыбка
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В статье рассмотрена проблема возможностей и путей совершенствования современных информационно-измерительных систем мониторинга атмосферного воздуха промышленных регионов в части функции районирования исследуемых территорий в зависимости от формирования в пределах этих территорий условий рассеивания (накопления) вредных атмосферных примесей. Представлены способы регистрации метеопараметров, расчета и отображения комплексных метеорологических характеристик в информационно-измерительной и управляющей системе.

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработана информационно-измерительная и управляющая система районирования территорий промышленного региона по комплексным показателям метеорологических условий загрязнения атмосферного воздуха – подсистема информационно-измерительной и управляющей системы мониторинга атмосферы промышленного региона, которая позволяет:

- производить сбор расширенного списка метеоинформации (температура воздуха, скорость и направление ветра, давление, влажность, количество осадков и туманов), необходимого для дальнейшего расчета и анализа комплексных показателей метеорологических условий загрязнения атмосферного воздуха;
- осуществлять районирование территорий промышленного региона в зависимости от комплексных показателей формирования (рассеивания) примесей в атмосфере;
- создавать карты-схемы такого районирования в Яндекс-браузере посредством цветового выделения территориальных границ районов промышленного региона и заполнения выделенных фрагментов (исследуемых районов) различными видами штриховки, соответствующей тем или иным условиям рассеивания (формирования) вредных примесей в атмосфере промышленного региона;
- своевременно анализировать значения комплексного показателя метеорологических условий загрязнения атмосферного воздуха на предмет возможной идентификации угрозы возникновения неблагоприятных метеорологических условий;

- передавать входные (измерительную информацию о метеорологических параметрах) и выходные данные по структурным звеньям информационно-измерительной системы и за ее пределами;

- оказывать содействие в совершенствовании методов принятия управленческих решений, связанных с вопросами охраны атмосферного воздуха и оптимального распределения техногенных нагрузок на окружающую среду [1-2].

На каждом информационно-измерительном посту вводится база измеряемых метеокомплексом параметров. Периодичность поступления метеорологической информации в информационно-измерительный пост устанавливается равной 10 мин. Метеорологическая информация включает в себя значения скорости ветра, количества осадков и дальности видимости. В том случае, если оператором поста была зафиксирована скорость ветра 6 и более м/с, он в соответствующей колонке ставит 1, в противном случае – 0. Аналогичным образом необходимо поступить при наличии осадков $\geq 0,5$ мм. Кроме этого, оператору необходимо постоянно оценивать численные значения дальности видимости.

После того, как на информационно-измерительных постах произведен расчет комплексных показателей, их значения передаются в районные узлы, где операторами этих узлов формируются карты-схемы районирования конкретных территорий, входящих в исследуемый район по комплексному показателю. Для получения наиболее достоверных карт-схем предлагается строить их по средним значениям комплексного показателя за каждый прошедший час. В то же время, для решений вопросов, направленных на повышение качества принимаемых управленческих решений, связанных с проблемами территориального планирования, наибольший интерес будут представлять карты-схемы районирования исследуемых территорий по значениям комплексного показателя за многолетний период [3].

Опыт построения карт-схем районирования конкретных территорий по комплексным метеорологическим характеристикам загрязнения атмосферного воздуха (исследуемых районов и (или) районирование исследуемых промышленных регионов) в браузере Яндекс-карты показал, что распределение комплексного метеорологического показателя загрязнения атмосферного воздуха в пределах вышеуказанных территориальных границ целесообразнее выделять не различными видами заливок и штриховок, как это было заявлено в [1], а методом нанесения меток. Этот способ является наиболее предпочтительным, в силу того, что, исходя из положений настоящей работы, динамика изменения показателя представляет наибольшую прикладную значимость при составлении краткосрочных прогнозов для оперативного выявления метеорологических условий рассеивания (накопления) примесей в атмосфере. Такие прогнозы создаются в режиме ограниченного временного интервала, и именно поэтому, не рационально затрачивать время на совершение операций «заливки», «штриховки».

При построении карт-схем распределения комплексных показателей в браузере Яндекс-карты необходимо четко проработать границы исследуемого промышленного региона (района, города и т.д.), выделить исследуемые районы, конкретные территории, в пределах которых находятся информационно-измерительные посты.

Операторы районных узлов (центрально-диспетчерских пунктов) наносят на Яндекс-карту исследуемых территорий в местах размещения метеорологического оборудования в автоматическом режиме соответствующие метки.

Способ регистрации метеорологических параметров, поступаемых с информационно-измерительных постов в районные узлы и центрально-диспетчерский пункт, и рекомендации по отображению результатов расчета комплексных показателей в виде карт-схем распределения комплексных показателей в пределах конкретных исследуемых территорий в браузере Яндекс-карты могут найти применение в практической деятельности государственных управленческих структур в области экологии и чрезвычайных ситуаций, а также в работе экологических служб промышленных предприятий по повышению эффективности оценки состояния загрязнения атмосферного воздуха конкретных территорий промышленного региона [4-6].

Материалы подготовлены в рамках Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (конкурс МД-2018).

Список литературы

1. Панарин В.М., Рыбка Н.А. Информационно-измерительная и управляющая система районирования территорий промышленного региона по комплексным показателям метеорологических условий загрязнения атмосферы // Приборы и системы. Управление. Контроль. Диагностика. – 2017. - №12. – С.41-47.

2. Мешалкин В.П., Панарин В.М., Рыбка Н.А., Горюнкова А.А. Оценка рассеивающей способности атмосферы химического комплекса и особенности его мониторинга (на примере города Новомосковска Тульской области) // Химическая промышленность сегодня. – 2017. - № 4. – С. 34-40.

3. Мешалкин В.П., Панарин В.М., Рыбка Н.А. Методика оценки состояния атмосферы конкретных территорий по данным информационно-измерительных систем их мониторинга // Экологические системы и приборы. - 2017. - №7. – С.7-15.

4. Разработка автоматизированных систем мониторинга загрязнения атмосферы объектами газовой и химической промышленности / К.В. Гришаков, В.М. Панарин, А.А. Горюнкова // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 8: в 2 ч. Ч. 2. Тула: Изд-во ТулГУ, 2015. – С.44-50.

5. Организация мониторинга загрязнения атмосферы химически опасными объектами / В.П. Мешалкин, В.В. Лесных, А.В. Путилов,

А.А. Горюнкова // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Цветные металлы». – 2015. – №4. – С. 85-88.

6. Автоматизированная система мониторинга состояния окружающей среды / В.П. Мешалкин, В.М. Панарин, А.А. Горюнкова [и др.] // Химическая промышленность сегодня. – 2015. – № 3. – С. 25-32.

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ УРБОЭКОЛОГИИ

А.Г. Ануфриева
Тульский государственный университет,
г.Тула

Аннотация. В статье рассматривается взаимодействие и анализируются возможные способы оптимизации каждого научного направления, имеющего непосредственное отношение к урбоэкологии.

В настоящее время всё большие обороты (в связи с приростом городского населения) набирает такое научное направление как урбоэкология. Это направление является максимально актуальным в данное время, учитывая не утешительную экологическую ситуацию городов, т.к. затрагивает интересы всего человечества и в целом возможность жизни на нашей планете.

«Урбоэкология – это наука, изучающая взаимодействие деятельности человека с окружающей средой на территории поселений» [2]. Она опирается на многие научные направления, исследующие всевозможные факторы взаимодействия общества и природы на урбанизированных территориях. Эти направления составляют научные основы урбоэкологии. Урбоэкология является довольно значимым направлением для её изучения и заинтересованности в ней населения, особенно сегодня, в XXI веке, когда загрязнения окружающей среды достигли огромных масштабов. Это ли не является веской причиной для её исследования?

Насколько важны экологические основы для урбоэкологии? Экологические основы для урбоэкологии крайне весомы. Значение экологического подхода к градостроительству предопределяется той особой функцией, которую играет живое вещество в планетарных процессах. Основополагающие труды В.И. Вернадского, В.Н. Сукачева, С.С. Шварца и других крупнейших ученых доказали, что развитая жизнь стала главным фактором геологического совершенствования планеты [1]. Интерес для урбоэкологии представляют понятия о конкуренции видов, трофических цепях, энергетических пирамидах, продуктивности экосистем, экологических нишах и некоторые другие. Важнейший экологический принцип в условиях необратимого прогрессирующего антропогенного изменения природной среды, аргументированный акад. С.С. Шварцем, заключается в том, что биогеоценозы и другие экосистемы в индустриальном и урбанизированном

мире не могут быть сохранены в естественном состоянии (кроме особо охраняемых природных территорий – заповедников и заказников, национальных парков и др.) [1]. Впрочем, нет никаких достоверных причин для катастрофической деградации и потери ими биосферных функций. Приведенные С.С. Шварцем положения, как и территориальные принципы сохранения динамического экологического равновесия, изложенные Н.Ф. Реймерсом, раскрывают новые горизонты в экологической оптимизации особенно сложных (характеризующих различными проблемными ситуациями) территорий – городских агломераций, пригородных зон, ощутимо переуплотненных прибрежных курортных районов и т.д. Географическое исследование окружающей среды – также нужная основа для любых экологических изысканий. Особенно важное значение для урбоэкологии имеют методы физической географии [3]. Географические методы делают в принципе допустимым определение устойчивости природных ландшафтов к загрязнениям по сопоставлению характера переуплотнения и размера миграции вещества внутри самого ландшафта, а также продуктивности обмена веществом его со соседними территориями. Еще одной из важнейших экологических дисциплин является гигиена. Мероприятия по дезинфекции сточных вод, производственных выбросов, организации мусороудаления, по борьбе с локальными возникновением эпидемиологических и эндемичных заболеваний и многие другие являются неотъемлемой частью системы природоохранительных мер, разрабатываемых в рамках урбоэкологии. Гигиенические регламенты не всегда объективно отображают характер обратных негативных связей между человеком и природой. Например, обычная вода в бассейне, которая пусть и отвечает условиям гигиены, должна проходить не менее тщательную очистку перед спуском, чем другие загрязненные промышленностью воды, так как в ней содержится в больших количествах вредное для окружающей среды вещество – хлор. Выходит, научные основы урбоэкологии не базируются только на гигиене. Максимальный интерес для урбоэкологии представляют следующие направления в экологической компенсации инженерно-техническими средствами: развитие технологии очистки сточных вод, выбросов в атмосферу, твердых промышленных и коммунально – бытовых отходов, внедрение в производство малоотходных технологий, более глубокая переработка сырья, всемерная утилизация отходов, проработка более «экологичных» систем транспорта, энергетики, водоснабжения, связи, внедрение в практику новых методов инженерной подготовки территории и др. [4]. Очистка стоков, выбросов и отходов – существенное направление в борьбе за сохранение природной среды, и она еще длительное время будет иметь актуальность. Но, наряду с этим, очистка не совсем приемлемая мера, так как очистные сооружения сами загрязняют атмосферу не меньше производственных выбросов. Именно поэтому в будущем особое внимание нужно уделить малоотходному направлению. Особо важное значение здесь имеют предприятия, которые вторично используют отходы в границах рабочей

территории. Внедрение в практику «экологичных» инженерных систем, в т.ч. «чистых» и бесшумных видов транспорта, прогрессивных методов водоподготовки, эффективных приемов защиты окружающей среды от воздействия электромагнитных колебаний, радиации, теплового загрязнения особо результативно в сочетании с градостроительными методами, организовывающими удобную прокладку инженерных коммуникаций, а также расположение соответствующих инженерно-технических устройств в пределах той или иной зоны. Эстетическая составляющая формирования окружающей среды – также немаловажный показатель качества среды обитания людей [4]. Эстетическое (психологическое) «загрязнение» городов на первый взгляд представляется не столь разрушительным, как стандартные и нестандартные загрязнения, имеющие материальную основу. Наука еще не сказала своего слова по поводу влияния антиархитектуры на самочувствие людей, но можно спрогнозировать, насколько негативно воздействуют на настроение, состояние, работоспособность нормального человека однообразные проезды и улицы. То же можно сказать и о межгородских пространствах. Получены данные о несомненном вреде для органов зрения человека так называемых гомогенных и агрессивных полей. Потому художественное декорирование зданий, планировки в целом приобретает не только эстетическое, но и функциональное значение. Урбоэкология реализуется как часть градостроительной науки и во многом выстроена на ее методологии. Для методологии градостроительства присущи несколько научных подходов, из которых наиболее значимы для урбоэкологии – территориально-градостроительный, комплексный, системный и биоэкономический. Территориально сбалансированное природопользование – одна из немаловажных первопричин разумной планировки и застройки городов и их систем. При изучении и конструировании градостроительных структур весьма важно стремиться к обретению наибольшей цельности и комплексности как по горизонтали (охват вероятно большего числа продемонстрированных на данной территории отраслей хозяйства), так и по вертикали (стремление наиболее полно и досконально рассматривать эти вопросы). Крупнейшие открытия в биологии К. Линнея, Ж.Д. Ламарка, Ч. Дарвина, периодическая таблица элементов Д.И. Менделеева, учение о биосфере В.И. Вернадского представляют блестящие примеры системного подхода к анализируемым урбоэкологией проблемам [1]. Огромные масштабы хозяйственной деятельности причиняют природной среде большой урон. Но у этого существуют и активные негативные обратные связи – подавление и деградация природы оборачивается для экономики, социальной отрасли, общества в целом громадными потерями. Чем выше показатель загрязнений окружающей среды, тем больше надлежащие затраты на их устранение. Последующий прирост этих затрат в конце концов может сделать нерентабельным любое производство. С другой стороны, чем ниже затраты на очистку среды, тем больше вред от загрязнений и других нарушений в природной среде. В этом состоит экономическое содержание трудности

поиска оптимальных влияний на природу. Необходимый оптимизм может быть достигнут тогда, когда дополнительные издержки на избежание негативных последствий антропогенного пресса на природу в меньшей степени гармонизируются экономией от уменьшения урона, наносимого подобным давлением. Разнообразные естественные и антропогенные процессы в настоящее время так прочно взаимосвязаны, что давно уже возникла объективная потребность подходить к нынешнему производству как к сложной эколого-экономической системе, не соотнося экономическую и природную системы друг другу [4]. Понятно, что такой метод требует выполнения производственных процессов с учетом сохранения равновесия окружающей среды, т.е. по существу реализации принципа рационального природопользования. Привычный подход к градостроительству должен сменить место наиболее прогрессивному, полагающему рассмотрение «на равных» как антропогенной, так и природной составляющих городов и их систем. Такой подход в условиях урбоэкологии способен гарантировать обретение суммарной результативности градостроительных мероприятий, ориентированных как на разумную организацию в городе производства, так и на восстановление и сохранение его природной среды.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что урбоэкология во всех её научных направлениях должна волновать население ни в меньшей степени, чем к примеру их собственное здоровье. Только при полной заинтересованности человека можно побудить к действиям по улучшению окружающей среды в городах. Так, государство и сами жители должны прийти к компромиссу по равновесию антропогенной и природной среды. «Меньше загрязняете окружающую среду – меньше тратите материальных средств в борьбе с этим самым загрязнением». Однозначно, будущее – за малоотходным производством, за «чистым» видом транспорта. И хочется верить, что в скором времени наше здоровье и здоровье нашей планеты не будут страдать от воздействия инородных для природы видов деятельности. Отношение человека к окружающей природной среде в меньшей степени должно зависеть от социального строя и от политических установок общества. Считаю, что в городах будущего должны по максимуму добиться ограничения антиэкологических свойств мегаполисов, они должны оказывать на человека положительное психологическое влияние, иметь удобную планировку, современную архитектуру, качественное благоустройство и наилучшие санитарно-гигиенические условия.

Список литературы

1. Пушилина Ю.Н. *Экологические основы архитектурного проектирования: учеб. пособие* / Ю.Н. Пушилина. – Тула: Аквариус, 2015. – 300 с.
2. Пушилина Ю.Н. *Экологическая безопасность в строительстве: учеб. пособие* / Ю.Н. Пушилина. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. – 240с.
3. Истомин Б.С. *Экология в строительстве* / Б.С. Истомин, Н.А. Гаряев, Т.А. Барабанова. - М.: МГСУ, 2010. - 154 с.

4. Потапов А.Д. Экологические понятия и термины / А.Д. Потапов, В.И. Теличенко [и др.]. - М.: МГСУ, 1999.

5. <http://lib2.podelise.ru/docs/10235/index-19583.html>

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ БЕТОНОВ

П.А. Мининькова

Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В статье представлен анализ экологически чистых технологий (на примере бетонов), применяемых в строительстве, выявлены их достоинства, недостатки, перспективы.

С каждым годом в мире увеличивается количество вредных выбросов, уничтожающих живые компоненты планеты. Крупные города с автомобилями, заводами, котельными и электростанциями, своим существованием, наносят непоправимый вред природе, а вместе с этим и человеку. Это привело к тому, что человек стал менее устойчив к изменению окружающей среды, многие болезни переходят в хроническую форму, все чаще появляются новые заболевания.

Ученые всего мира работают над технологиями, призванными сохранить природу – уменьшить негативное влияние загрязнителей на окружающую среду и здоровье людей. Поэтому мы все чаще стали слышать о достижениях в области экологически чистых технологий.

Под экологически чистой технологией обычно понимается метод производства продукции при наиболее рациональном использовании сырья и энергии, который позволяет одновременно снизить объем выбрасываемых в окружающую среду загрязняющих веществ и количество отходов, образующихся при производстве и эксплуатации изготавливаемых продуктов [1].

Примерами экологически чистых технологий являются: энергосберегающие технологии, переработка отходов, геотермальная энергетика, водородное топливо, возобновляемые источники энергии, и многое другое. Постепенно внедряются по всему миру. Не обошли «зеленые» технологии и строительство [2].

Так, например, изобретатели из Нидерландов разработали бетон, который может «самозалечивать» трещины благодаря специальным бактериям. Ученые предложили добавлять в железобетон на стадии его производства смешанные с молочнокислым кальцием бактерии рода *Bacillus*, которые живут в камнях около щелочных озер и в непосредственной близости от активных вулканов. Технология начинает действовать при попадании воды,

вода активизирует и пробуждает бактерии, и те начинают поглощать соль, выделяя при этом кальцит (одна из форм карбоната кальция), отложения которого и заполняют образовавшиеся в бетоне щели и трещины [3].

«Самовосстановление» бетона – это явное достоинство данного изобретения, ведь обычный железобетон со временем трескается, в щели проникает влага. Всего лишь после нескольких смен сезонов, когда влага будет то замерзать, то оттаивать надломы будут увеличиваться в размерах, вследствие чего вода достигает арматуры, запуская процесс ее коррозии. Ржавчина начинает занимать больше места, чем исходный металл, и в итоге бетон начинает трескаться и расслаиваться. Кроме того, новую технологию можно применить и для ремонта уже построенных зданий и сооружений, а также автомобильных дорог, распылив жидкость с бактериями поверх трещин.

Не менее восхищающей разработкой можно назвать детище итальянского архитектурного бюро – биодинамический бетон, который был впервые представлен на международной выставке в Милане. Благодаря своим уникальным свойствам, это вещество поглощает вредные частицы, содержащиеся в воздухе, преобразовывая их в инертные соли. Бетонные панели состоят из традиционного цемента и диоксида титана. Этот уникальный состав позволяет задерживать из проникающего между панелями воздуха частицы оксида азота (основного компонента смога). Двуокись титана выполняет функцию катализатора химической реакции под воздействием ультрафиолетового света. В результате, нежелательные соединения не только удаляются из воздуха, но и преобразуются в безопасные вещества (инертные соли), которые легко смываются во время дождя [4].

Применение бетона, способного поглощать загрязняющие воздух вещества, может стать одним из основополагающих принципов строительства в будущем. Человечество заинтересовано в том, чтобы уменьшить количество смога, поэтому возведение зданий, которые будут помогать в очищении воздуха, является прекрасным способом совместить функциональность и экологичность в будущих сооружениях.

Так же примером «зеленой» разработки может послужить биобетон, который придумали ученые из Политехнического университета Каталонии. Строительный материал, который по совместительству является отличным субстратом для растений. В состав материала входят химические элементы, сохраняющие прочность, даже при условии прорастания живых растений. Чтобы получить бетон с такими необычными свойствами, ученым пришлось нелегко. Но в конечном итоге они сумели найти решение: заменили вяжущее вещество портландцемент, входящее в состав строительной смеси, фосфатом магния. Последний не только отлично скрепляет бетон, но и подкисляет среду, что делает ее пригодной для выращивания отдельных растений. Чтобы создать вертикальный сад с использованием биологического бетона, стены покрывают специальными панелями, состоящими из трех слоев. Первый слой – водонепроницаемый: он позволяет защитить поверхность стены от увлажнения и разрушения. Второй слой, наоборот, удерживает как можно

больше влаги, чтобы растения могли полноценно существовать в таком субстрате. Третий слой – наружный – пропускает воду внутрь, но не позволяет ей вытекать обратно. Работа над этим необычным материалом и изучение его свойств еще не закончены. Сейчас ученые пытаются выяснить, можно ли придать биобетону также изоляционную и терморегулирующую функции. А пока он служит отличной основой для создания «живых» фасадов, и отлично справляется с очищением воздуха и выработкой так необходимого нам кислорода [5].

Новые достижения в строительстве будут только прогрессировать, так как экологически безопасный дом- мечта любого жителя. Именно поэтому экоматериалы так востребованы сегодня. Экоматериалы – это дорога в светлое будущее.

Список литературы

1. Спейшер В.А. Обезвреживание промышленных выбросов дожиганием / В.А. Спейшер. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 168с.
2. Будущее строительных технологий-URL: www.turkov.ru
3. <https://building-tech.org/samovosstanavlivajushhija-beton/>
4. DSLibrary. Новости инженерной сферы-URL:<https://lib.dystlab.com/index.php/blog/72-palazzo-italia-smog-eating-building>
5. Биобитон – новый способ вертикального озеленения – URL:<https://www.ogorod.ru/ru/main/trends/9854/Biobeton-%E2%80%93-novyyj-sposob-vertikal'nogo-ozelenenija.htm>

МОНИТОРИНГ И ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ СВАЛОЧНОГО ГАЗА НА ПОЛИГОНАХ ТКО В РАЗНЫХ СТРАНАХ МИРА

С.А. Савинкова

Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В данной статье рассмотрены способы мониторинга и измерения концентраций свалочного газа на полигонах твёрдых коммунальных отходов в различных странах мира. Показаны результаты измерений концентраций метана и углекислого газа в зависимости от параметров окружающей среды.

Во всем мире уже довольно длительный промежуток времени ученые и студенты разрабатывают различные способы мониторинга полигонов твердых коммунальных отходов и образующегося на них свалочного газа. Часто за границей свалочный газ добывают для дальнейшего использования в качестве топлива. Количество выделяемого газа трудно предсказать, так как оно зависит от большого ряда параметров, поэтому так актуальны

измерительные станции для уточнения и контроля объемов свалочных газов на той или иной свалке.

В городском университете Дублина была разработана система измерения парниковых газов для анализа миграции газа на полигонах и установлена на одной из скважин на полигоне в Ирландии [1]. Общий вид измерительной системы представлен на рисунке 1.

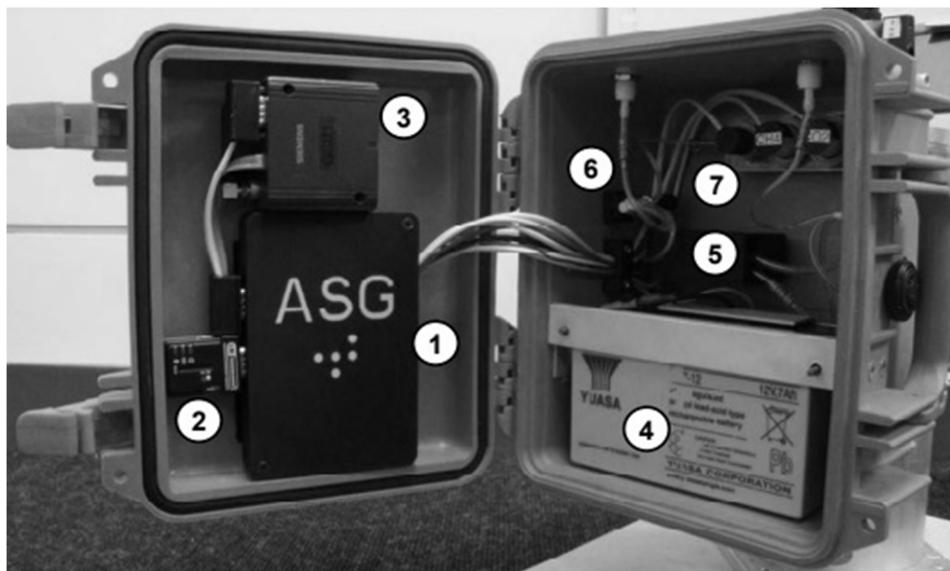


Рис. 1. Автономная система измерения

- 1 - Панель управления, 2 - Модуль Bluetooth, 3 - GSM модуль, 4 - аккумулятор, 5 - вытяжной насос, 6 - клапаны входа/выхода, 7 - камера для проб

На рисунке 2 представлены данные измерений концентрации метана и углекислого газа за 4 месяца с июня по 30 сентября 2009 года. Измерения проводились на глубине 1 м. Пороговые пределы концентрации для метана установлены в размере 1 % по объему, а для углекислого газа – 1,5 % по об.

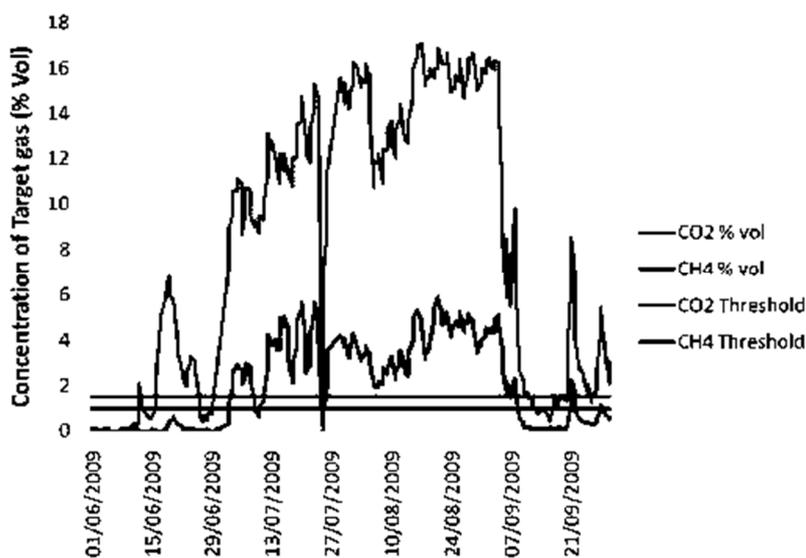


Рис. 2. Данные измерений концентрации метана и углекислого газа за 4 месяца с июня 2009 года по 30 сентября 2009 года

На графике видно, что концентрация метана достигала приблизительно 7 % по объему, а концентрация углекислого газа – 17% по об.

Необходимо отметить, что станция была установлена на полигоне, на котором велась добыча свалочного газа. С полигоном постоянно взаимодействовали, досыпая почвенный слой, происходило изменение объема добываемого газа и т.п. Все действия, влияющие на концентрацию свалочного газа подробно описаны в статье [1]. Данные мониторинга позволяли отслеживать миграцию газа внутри тела полигона и помогали в регулировании скорости добычи газа для создания оптимальных значений.

Следующая статья, данные которой мы рассмотрим, написана в 1992 году в Математическом институте города Оксфорд, Великобритания. Она называется «The effects of fluctuations in atmospheric pressure on landfill gas migration and composition» [2].

На рисунке 3 показана обратная зависимость концентрации метана от атмосферного давления. При повышении давления, концентрация метана уменьшается и наоборот. Автор обращает внимание на то, что была разработана модель, демонстрирующая, как объем выбросов свалочных газов изменяется из-за колебаний атмосферного давления, делая вывод, что скорость изменения атмосферного давления гораздо важнее чем его абсолютное значение. А небольшие значения выброса углекислого газа объясняются его поглощением в верхних слоях тела полигона и зависят от влажности отходов.

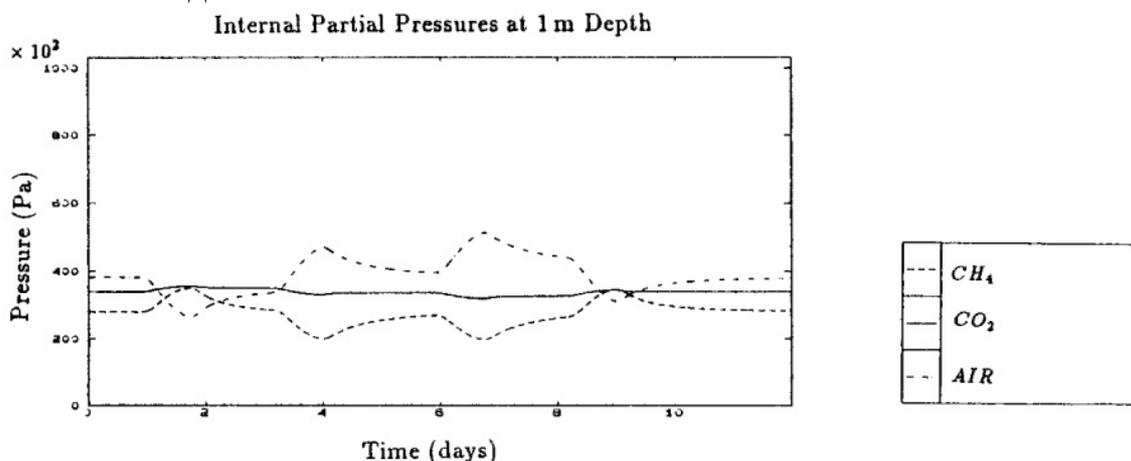


Рис. 3. Зависимость изменения концентрации метана и углекислого газа от атмосферного давления

Следующая статья написана в 2018 году под названием «Monitoring of methane emission from a landfill site in daily and hourly time scales using an automated gas sampling system» [3]. Здесь описываются измерения, которые проводились на свалке полуаэробной системы захоронения отходов в Префектуре Сайтама, Япония. Этот полигон оборудован трубами для сбора фильтрата, а также трубами для пассивного газоотведения. С 2001 года до его закрытия в 2007 году на полигон принимались главным образом зола, измельченные остатки сыпучих и негорючих отходов и пластиковые отходы.

На рисунках 4, 5 и 6 показаны зависимости концентраций метана в дневное и ночное время суток от различных параметров окружающей среды.

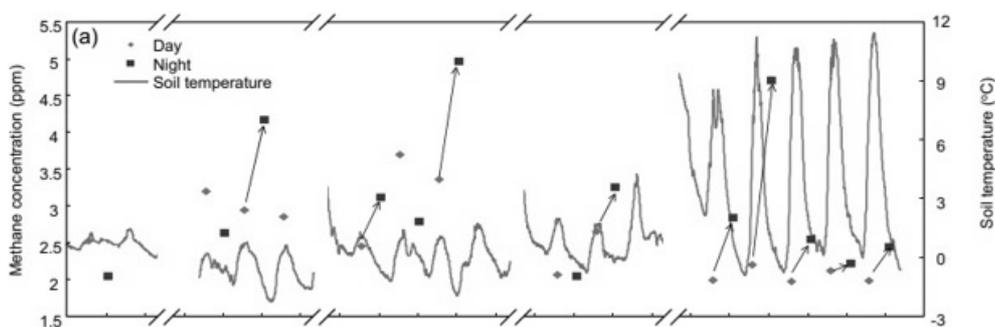


Рис. 4. Зависимость концентраций метана в дневное и ночное время суток от температуры почвенных покровов

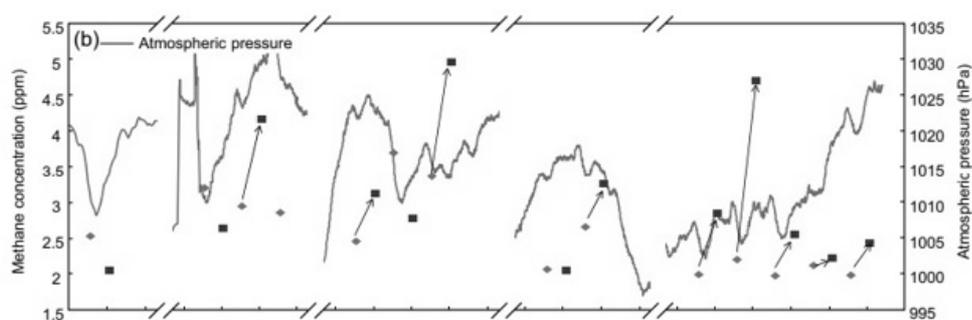


Рис. 5. Зависимость концентрации метана в дневное и ночное время суток от атмосферного давления

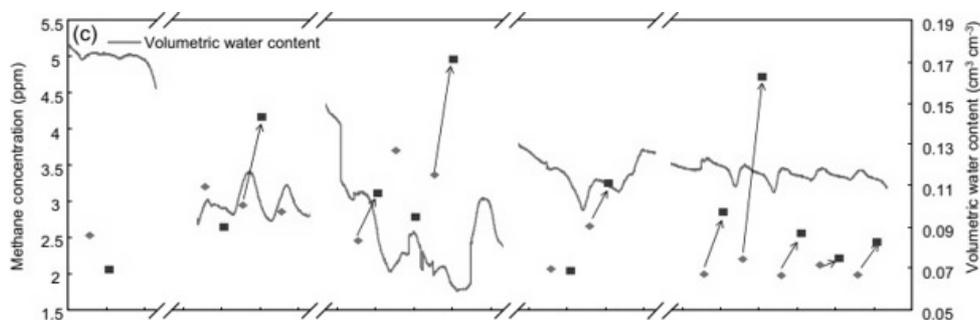


Рис. 6. Зависимость концентрации метана в дневное и ночное время суток от влажности отходов

Авторы отмечают, что концентрации метана в ночное время суток значительно выше, чем в дневное, а также приводят подробные обоснования полученным данным в зависимости от факторов окружающей среды. Все измерения производились в ppm, но пересчитав полученные значения, можно сказать, что концентрация метана фиксировалась в значениях, равных тысячным долям объемных процентов, что считается незначительными выбросами.

В Тульском государственном университете на кафедре Охраны труда и окружающей среды ведется работа по выявлению похожих закономерностей и установлению причин изменения объемов выбросов газа на полигонах твердых коммунальных отходов в тот или иной период времени.

Разработана и введена в эксплуатацию на трех полигонах Тульской области «Система автоматического мониторинга газовыделения и температуры рекультивированной свалки» [4]. Общий вид станции показан на рисунке 7. Полученные данные в режиме реального времени отображаются на сайте для вывода данных (рис.8).



Рис. 7. Система автоматического мониторинга газовыделения и температуры рекультивированной свалки

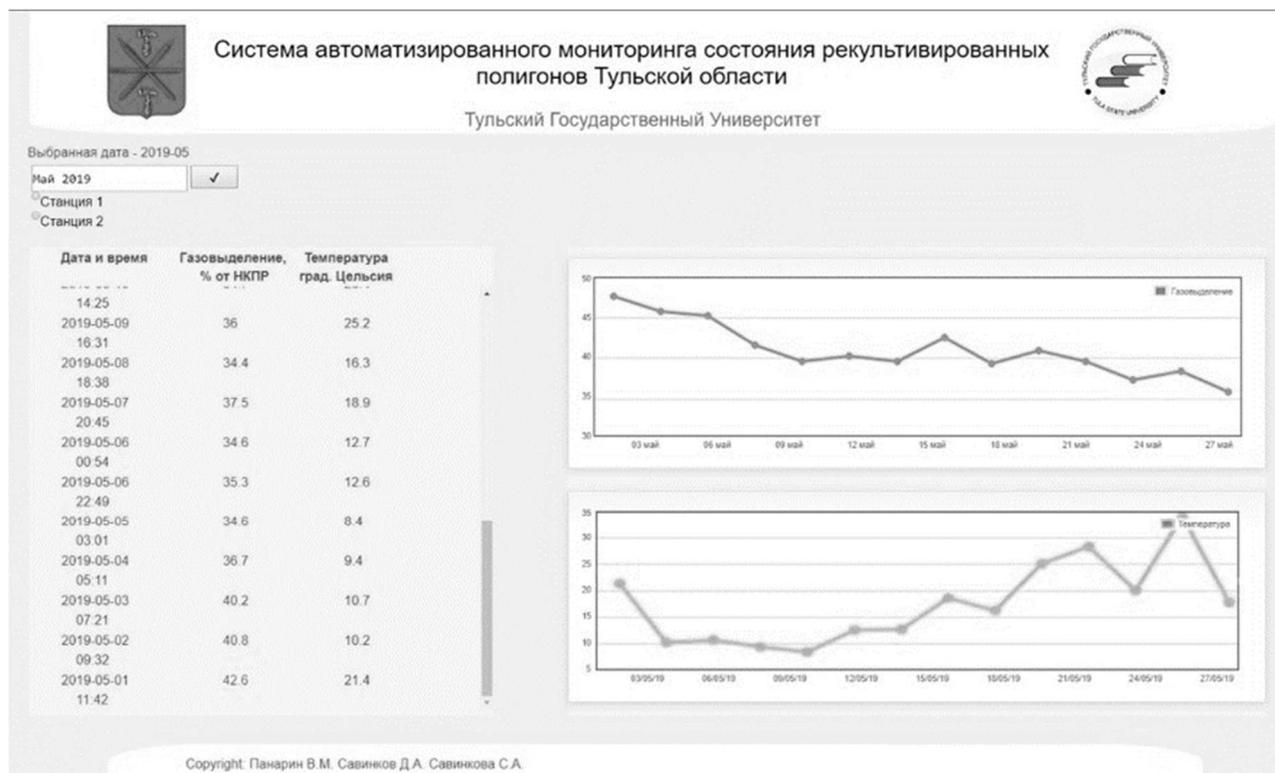


Рис. 8. Вид сайта для вывода данных о состоянии полигонов ТКО

Данная тема остается популярной в разных странах мира уже на протяжении долгих лет, таким образом, можно сделать вывод, что подобные исследования по сей день остаются актуальными.

Список литературы

1. *Beirne, Stephen and Kiernan, Breda M. and Fay, Cormac and Foley, Colum and Corcoran, Brian and Smeaton, Alan F. and Diamond, Dermot (2010) Autonomous greenhouse gas measurement system for analysis of gas migration on landfill sites. In: SAS 2010 - IEEE Sensors Applications Symposium, 23–25 February 2010, Limerick, Ireland. ISBN 978-1-4244-4988-0*

2. *Young, A. (1992). The effects of fluctuations in atmospheric pressure on landfill gas migration and composition. Water, Air, & Soil Pollution, 64(3-4), 601–616. doi:10.1007/bf00483369*

3. *Izumoto, S., Hamamoto, S., Kawamoto, K., Nagamori, M., & Nishimura, T. (2018). Monitoring of methane emission from a landfill site in daily and hourly time scales using an automated gas sampling system. Environmental Science and Pollution Research, 25(24), 24500–24506. doi:10.1007/s11356-018-2671-1*

4. *Панарин В.М., Рылеева Е.М., Савинкова С.А. Станция автоматического мониторинга загазованности и температуры рекультивированного полигона твердых бытовых отходов // Инновационные наукоемкие технологии: доклады V международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2018. – С. 98 – 102.*

ВНЕДРЕНИЕ СТАНЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОНИТОРИНГА КОНТРОЛЯ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ НА ТРЕХ ПОЛИГОНАХ ТБО ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Савинкова, В.М. Панарин, А.А. Маслова
Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В данной статье показано внедрение станций автоматизированного мониторинга контроля газовой выделенности на трех полигонах ТБО Тульской области: на рекультивированном полигоне в д. Судаково, на действующей свалке в г. Узловая и на рекультивированном полигоне в д. Подиваньково Щекинского района. Описаны способ работы и преимущества данного способа измерения.

Станция автоматизированного мониторинга представляет собой систему измерения и передачи данных о состоянии исследуемого объекта с помощью сетей мобильной связи.

Главным преимуществом данной станции является то, что, во-первых, на полигоне не требуется присутствия человека для сбора и обработки

информации, все данные приходят на сервер и затем отображаются на сайте в виде таблиц и графиков. Во-вторых, можно установить любой период считывания и передачи данных в течение суток, что позволяет наглядно в режиме реального времени отображать изменение концентраций метана и температуры, обеспечивая удобство анализа значений [1].

Станция автоматизированного мониторинга позволит в режиме реального времени следить за уровнем газа, который скапливается в различных слоях мусора и как следствие, дать четкое представление об возможной опасности для окружающей среды и человека.

Каждый день программный модуль обрабатывает входящие данные и выводит информацию на сайт. Таким образом, с помощью сети интернет мы можем использовать полученные данные в научных целях.

Такая автоматизированная станция и программное обеспечение для записи и передачи данных обеспечивает гибкую альтернативу применяемым в настоящее время трудоемким ручным способам контроля.

Внедрение систем мониторинга было успешно произведено на трех полигонах Тульской области: на рекультивированном полигоне в д. Судаково, на действующей свалке в г. Узловая и на рекультивированном полигоне в д. Подиваньково Щекинского района.

Автоматизированная станция мониторинга состояния рекультивированного полигона ТБО в д. Судаково Тульской области была установлена 13 ноября 2017 года (рис. 1).

Общая площадь земельного участка, на котором размещалась городская свалка ТБО в пос. Косая Гора в районе дер. Судаково составляла 6,1 га, мощность – 633 тыс. м³, объем накопленных ТБО – 176 тыс. м³, принимаемые отходы 4 и 5 класса опасности [2].



Рис. 1. Станция автоматизированного мониторинга состояния рекультивированного полигона ТБО в д. Судаково Тульской области

30 мая 2018 г. была произведена установка станции автоматизированного мониторинга на действующей свалке в г. Узловая (рис. 2 – 4).

Полигон включен в Государственный реестр объектов размещения отходов. Он осуществляет деятельность по сбору и размещению отходов IV класса опасности на основании лицензии. По данным первичного учета в области обращения с отходами, а также данных ежегодной статистической отчетности, представленной в Управлении Росприроднадзора по Тульской области, на полигоне на 01.01.2018 г. было размещено почти 797 тысяч тонн отходов при установленной вместимости полигона – 1 млн. 100 тысяч тонн [3].



Рис. 2. Общий вид свалки ТБО в г. Узловая



Рис. 3. Установка станции автоматизированного мониторинга действующего полигона ТБО в г. Узловая



Рис. 4. Станция автоматизированного мониторинга действующего полигона ТБО в г. Узловая

Полигон твердых бытовых отходов в д. Подиваньково существовал с 2002 года, пока в августе 2018 году свалку не начали рекультивировать. Общая площадь участка рекультивации составила 8,8 га. Процесс восстановления нарушенных земель завершился к декабрю 2018 года.

В административном отношении участок изысканий расположен в 0,9-1,0 км юго-восточнее д. Подиваньково Щекинского района Тульской области. Обзорная карта представлена на рисунке 5.

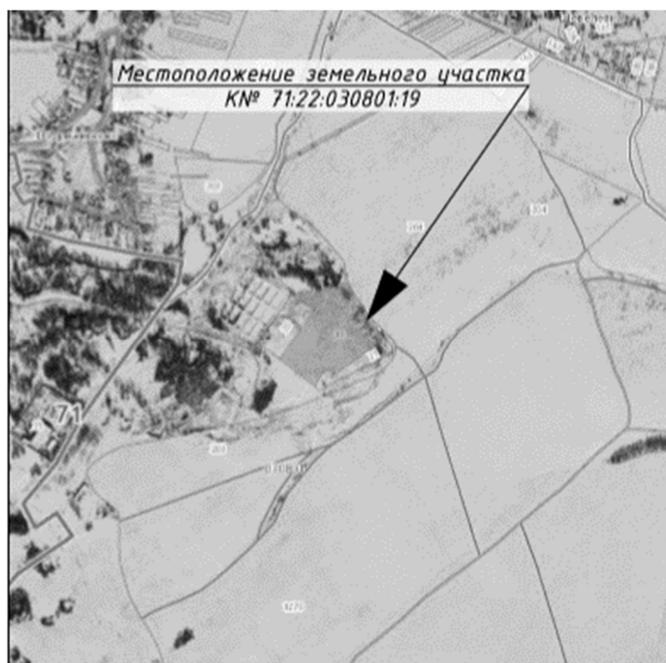


Рис. 5. Обзорная карта месторасположения полигона в д. Подиваньково Щекинского района Тульской области

25 декабря 2018 года на рекультивированном полигоне твердых бытовых отходов в д. Подиваньково Щекинского района Тульской области была произведена установка станции автоматизированного мониторинга, представленная на рисунке 6 и 7.



Рис. 6. Установка станции автоматизированного мониторинга состояния рекультивированного полигона ТБО в д. Подиваньково



Рис. 7. Общий вид трубы для газоотведения в д. Подиваньково Щекинского района Тульской области

Данная станция позволяет не только контролировать состояние объекта и его влияние на окружающую среду, проводить научные исследования в области поведения свалок, но и предусматривает под собой способ информирования населения о состоянии атмосферного воздуха и может быть использована в целях снижения социальной напряженности среди людей, живущих близ полигонов ТБО.

Список литературы

1. Панарин В.М., Рылеева Е.М., Савинкова С.А. Станция автоматического мониторинга загазованности и температуры рекультивированного полигона твердых бытовых отходов // *Инновационные наукоемкие технологии: доклады V международной научно-технической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина.* – Тула: *Инновационные технологии*, 2018. – С. 98 – 102.
2. Несанкционированная свалка отходов производства и потребления, расположенная западнее д. Судаково, Ленинского района, Тульской области // *Инженерно-экологические изыскания*, 361.14-00-ИЭИ.
3. Узловский полигон ТБО собираются загрузить, чтобы рекультивировать [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/193561527>

ТЕХНОЛОГИИ ЗДОРОВЬЯ. ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ЙОГУРТА ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА С ЯГОДАМИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

С.А. Залыгин, В.В. Беспалова
Мурманский государственный технический университет,
г. Мурманск

Аннотация. Приведена разработка оптимальной рецептуры приготовления йогурта из козьего молока с северными ягодами, представлены экспериментальные данные химического состава полученных образцов. На основании микробиологических исследований рекомендованы сроки хранения изготавливаемой продукции.

Ключевые слова: Йогурт, козье молоко, облепиха, черная смородина, микробиологические показатели, сроки годности, химический состав.

Одним из продуктовых трендов последних лет среди молодежи г. Мурманска, да и в России в целом, стал йогурт.

За январь – август 2019 г. на предприятиях пищевой промышленности России в сравнении с соответствующим периодом 2018 г. увеличился объём производимых йогуртов (Таб. 1.)

Таблица 1
Производство йогурта за 2018-2019 гг.

Январь – август 2019 г.	Январь – август 2018 г.
553,3	529,4

Данные таблицы свидетельствуют о растущем спросе на йогуртовую продукцию. Однако среди множества разновидностей кисломолочной продукции йогурты на основе козьего молока отсутствуют. В связи с этим разработка новых видов йогуртов для расширения ассортимента является актуальной. Следует отметить, что результаты проведенного опроса потребительских предпочтений среди респондентов в отношении продукции из козьего молока показали, что большинство респондентов не пробовали йогурт из козьего молока и редко обнаруживают его на полках магазинов. Среди всей продукции из козьего молока именно йогурт предпочитают большинство опрошенных респондентов. Из всех вырабатываемых видов йогуртов больше половины опрошенных предпочитают густой йогурт с добавлением злаков, измельченных фруктов или ягод.

Йогурты изготавливают путём сквашивания протосимбиотической смесью чистых культур *Lactobacillus bulgaricus* (болгарская палочка) и *Streptococcus thermophilus* (термофильный стрептококк). Йогурты содержат много полезных веществ, которые благотворно влияют на процесс пищеварения. Данный кисломолочный продукт быстро снимает чувство голода, утоляет жажду, полезен людям всех возрастов, особенно пожилым, а также беременным и кормящим матерям.

Йогурт на основе козьего молока является альтернативой для тех людей, которые страдают от непереносимости или аллергических реакций на коровье молоко и его продукты. Кроме того, данный продукт значительно полезней приготовленного из коровьего молока, поскольку как само козье молоко, так и продукты из него усваиваются нашим организмом значительно легче в сравнении с коровьим молоком. По аминокислотному составу козье молоко более насыщено валином, лейцином, изолейцином и цистином. Жировые глобулы козьего молока значительно меньше по своим размерам, чем в коровьем молоке, что способствует лучшей усвояемости жира. Жир козьего молока имеет другой состав жирных кислот, чем жир коровьего молока, и намного легче усваивается пищеварительной системой. Этот вкусный и полезный продукт является источником кальция, что особенно важно для растущего детского организма. Именно поэтому йогурты рекомендованы диетологами и педиатрами, они в обязательном порядке должны присутствовать в детском рационе. Рекомендуют регулярно употреблять в пищу козий йогурт при ряде аллергических заболеваний и при диатезе, выступая в качестве профилактического средства пищевых аллергий у ребенка.

Цель работы: разработка рецептуры йогуртов из козьего молока с добавлением ягод облепихи и черной смородины Кольского полуострова,

обоснование выбора рецептуры йогуртов, исследование химического состава приготавливаемой продукции и предположения о сроках хранения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать рецептуру йогуртов из козьего молока с добавлением ягод облепихи и черной смородины Кольского полуострова.

2. Разработать балльную шкалу и дать органолептическую оценку по каждому виду разрабатываемых йогуртов.

3. Провести исследования химического состава выбранных йогуртов.

4. Провести микробиологические исследования выбранных йогуртов и дать предположение о сроках хранения.

Для расширения ассортимента признано целесообразным разработать рецептуру йогуртов с добавлением ягод облепихи и черной смородины Кольского полуострова.

Ягоды черной смородины содержат витамины В₁, В₂, Р, каротин, аскорбиновую кислоту (0,4 %), сахара (4,5-16,8 %), органические кислоты (2,5-4,5 %) – лимонную, яблочную; пектиновые, дубильные, азотистые вещества, эфирное масло, флавоноиды (5-метилкверцетин, кверцитрин), оксикоричные кислоты (кофейная, п-кумаровая), антоцианы (цианидин-3-глюкозид, цианидин-3-рамноглюкозид, дельфинидин-3-рамноглюкозид, дельфинидин-3-глюкозид). В экстрактах из ягод черной смородины обнаружено 150 летучих компонентов, из них идентифицированы α-терпинен, β-фелландрен, γ-терпинен, 2 - гексаналь, n-бутанол и др. В листьях найдены аскорбиновая кислота, фитонциды, каротин, эфирное масло. В состав масла входят d-пинен, l- и d-сабинен, d-кариофиллен, фенолы.

Пищевая ценность облепихи определяется наличием в ее плодах легкоусвояемых углеводов, органических кислот, витаминов, пектинов, минеральных веществ. Ягоды облепихи – это природный концентрат биологически активных веществ. В них содержатся почти все водо- и жирорастворимые витамины. Облепиха содержит 10-19 % сухих веществ, в том числе 7,3-11,3 % растворимых. Сахаров – 2,5-3,6 % (сахароза, глюкоза, фруктоза). Пектиновых веществ в ягодах облепихи – 0,3-1,2 %, при созревании количество пектина значительно снижается. Ягоды облепихи богаты азотистыми веществами (до 0,3 %). В 100 г ягод облепихи содержится до 10 дневных доз витамина С (до 1,05), 5-6 дневных доз каротина (11 мг), большое количество витамина Е – 7-18 мг, Р – до 1 мг, а также витамина В₁ – 0,35 мг; В₂ – 0,3; В₆ – 0,79; РР и К – 0,8-1,5 мг. Ягоды облепихи являются одним из источников витамина Е. Минеральные элементы представлены (мг/100 г): калием – 180-220, кальцием – 9-16, магнием – 7-12, фосфором – 12-17, железом – 6-14, а также марганцем, цинком, алюминием, титаном, кремнием.

На кафедре технологий пищевых производств Мурманского государственного технического университета ведутся научно-исследовательские работы по изучению возможности использования этого ценного сырья в питании населения.

Проводились химические исследования некоторых показателей ягод облепихи и черной смородины северного региона. Определяли содержание пектиновых веществ, содержание аскорбиновой кислоты и массовую долю редуцирующих сахаров йодометрическим методом. Массовую долю воды определяли высушиванием при температуре 130 °С.

Химический состав ягод черной смородины и облепихи представлен в таблице 2.

Таблица 2

Результаты исследований химического состава ягод

Наименование показателя, единица измерения	Черная смородина	Облепиха
Массовая доля аскорбиновой кислоты, мг%	95,79	53,88
Массовая доля пектина, %	0,17	0,18
Массовая доля воды, %	80,3	81,2
Массовая доля углеводов, %	6,19	4,1

Анализ химического состава ягод черной смородины и облепихи свидетельствует о присутствии в них полезных для здоровья человека природных компонентов, которые обогатят йогурты из козьего молока пектиновыми веществами, витамином С и другими ценными компонентами.

На основании рецептуры йогурта натурального на кафедре ТПП разработаны некоторые рецептуры йогуртов с ягодными наполнителями. При производстве йогуртов с ягодными наполнителями, после добавления закваски в молоко вносились разнообразные наполнители. Рецептуры разработанных йогуртов представлены в таблице 3.

Таблица 3

Рецептуры разработанных йогуртов

Наименование сырья, единица измерения	Йогурт натуральный	Йогурт с измельченной черной смородиной	Йогурт с цельной черной смородиной	Йогурт с цельной облепихой	Йогурт с измельченной облепихой	Йогурт с измельченной облепихой и черной смородиной
Козье молоко, г	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0
Закваска, г	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Мед, г	-	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Облепиха, г	-	-	-	20,0	20,0	10,0
Черная смородина, г	-	20,0	20,0	-	-	10,0

На следующем этапе работ была проведена органолептическая оценка качества готовой продукции по разработанным характеристикам балльной шкалы. Определяли: внешний вид, вкус, запах, цвет, консистенцию. Оценка продукции проводилась группой из семи человек. Результаты дегустации йогуртов представлены в таблице 4 и на диаграмме (рисунок).

Таблица 4
Общие результаты дегустации

№	Вид йогурта	Органолептический показатель, баллы
1	Натуральный	15,86
2	С измельченными ягодами черной смородины	15,48
3	С цельными ягодами черной смородины	12,26
4	С измельченными ягодами облепихи	15,56
5	С цельными ягодами облепихи	10,1
6	С измельченными ягодами черной смородины и облепихи	10,8

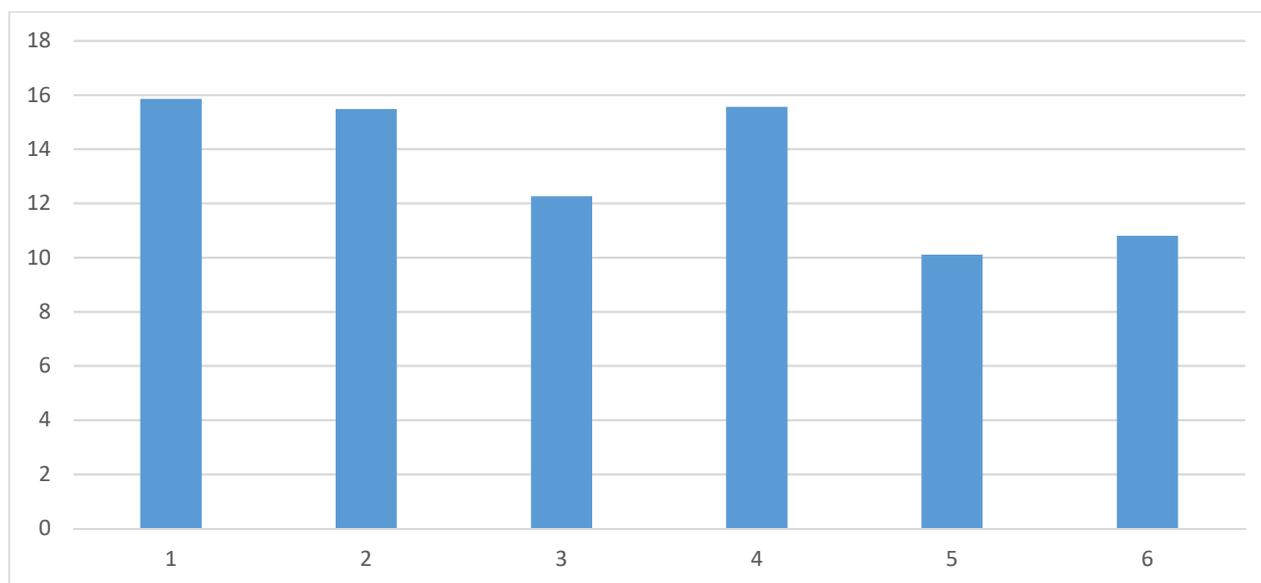


Диаграмма результатов дегустации

Данные результаты свидетельствуют о целесообразности разработки рецептуры йогурта с измельченными ягодами черной смородиной (2) и йогурта с измельченными ягодами облепихи (4).

Затем проводили исследования некоторых показателей йогурта с добавлением ягод черной смородины и облепихи. В готовой продукции определяли содержание общего азота, по которому можно судить о содержании белка. Содержание липидов определяли экстрактивным методом Блайя-Дайера. Массовую долю аскорбиновой кислоты и кислотность определяли методом прямой йодометрии и методом Тернера соответственно. Кроме того, определяли массовую долю пектиновых веществ, массовую долю

общего сахара и массовую долю сухого обезжиренного молочного остатка. Результаты исследований представлены в таблице 5.

Таблица 5

Результаты исследований пищевой ценности созданных йогуртов

Наименование показателя, единица измерения	Йогурт с ягодами черной смородины	Йогурт с ягодами облепихи
Массовая доля аскорбиновая кислота, мг%	27,52	32,5
Массовая доля пектиновых веществ, мг%	0,89	1,13
Массовая доля белковых веществ, %	3,32	3,55
Массовая доля липидов, %	1,58	1,92
Кислотность, ° Т	118,0	88,0
Массовая доля сухих веществ, %	18,31	17,47
Массовая доля СОМО, %	10,0	9,12
Массовая доля сахара, %	6,73	6,434
Массовая доля редуцирующих сахаров, %	5,71	5,46
Массовая доля сахарозы, %	1,02	0,974

Санитарно-эпидемиологическое обоснование сроков годности продукции «Йогурт из козьего молока с измельченными ягодами облепихи» и «Йогурт из козьего молока с измельченными ягодами черной смородины» проводили в Центре исследования сырья и продукции в «МГТУ». На основе результатов микробиологических исследований образцов продукции в динамике хранения при температурах -4 ± 2 °С, предусмотренных нормативной документацией, предполагаемый срок хранения йогуртов – 3 суток.

Результаты микробиологических испытаний йогуртов указаны в таблицах 6 и 7.

Таблица 6

Результаты микробиологических испытаний йогурта из козьего молока с измельченными ягодами облепихи.

№ п/п	Наименование показателя, единица измерения	НД на метод определения	Значение показателя по НД	Результат испытаний	
				На 1 сутки	На 4 сутки
1	Молочнокислые микроорганизмы, КОЕ в 1г, не менее	ГОСТ 10444.11-2013	$1 \cdot 10^7$	$3,1 \cdot 10^7$	$1,5 \cdot 10^8$

Продолжение таблицы					
2	Бактерии группы кишечных палочек (БГКП), в 0,01 г.	ГОСТ 32901-2014	Не допускаются	Не обнаружены	Не обнаружены
3	Staphylococcus aureus, в 1,0 г.	ГОСТ 32901-2014	Не допускаются	Не обнаружены	Не обнаружены
4	Сальмонеллы, в 25 г	ГОСТ 32901-2014	Не допускаются	Не обнаружены	Не обнаружены
5	Дрожжи, КОЕ в 1,0 г, не более	ГОСТ 10444.12-2013	50	10	20
6	Плесени, КОЕ в 1,0 г, не более	ГОСТ 10444.12-2013	50	10	20

Таблица 7

Результаты микробиологических испытаний йогурта из козьего молока с измельченными ягодами черной смородины

№ п/п	Наименование показателя, единица измерения	НД на метод определения	Значение показателя по НД	Результат испытаний	
				На 1 сутки	На 4 сутки
1	Молочнокислые микроорганизмы, КОЕ в 1г, не менее	ГОСТ 10444.11-2013	$1 \cdot 10^7$	$1,7 \cdot 10^8$	$2,1 \cdot 10^8$
2	Бактерии группы кишечных палочек (БГКП), в 0,01 г.	ГОСТ 32901-2014	Не допускаются	Не обнаружены	Не обнаружены
3	Staphylococcus aureus, в 1,0 г.	ГОСТ 32901-2014	Не допускаются	Не обнаружены	Не обнаружены
4	Сальмонеллы, в 25г	ГОСТ 32901-2014	Не допускаются	Не обнаружены	Не обнаружены
5	Дрожжи, КОЕ в 1,0 г, не более	ГОСТ 10444.12-2013	50	10	20
6	Плесени, КОЕ в 1,0г, не более	ГОСТ 10444.12-2013	50	10	20

На основании проведенных микробиологических исследований образцов продукции уточнен срок годности, который составил трое суток. В течение всего срока хранения органолептические оценки качества продукции по каждому показателю качества не претерпели значительных изменений.

В ходе проведённых работ получены следующие результаты:

- разработаны рецептуры йогуртов из козьего молока с добавлением ягод облепихи и черной смородины Кольского полуострова
- разработана балльная шкала для органолептической оценки разработанных йогуртов;
- проведены исследования химического состава предложенных йогуртов;
- проведены микробиологические исследования созданных йогуртов и определены сроки годности.

Список литературы

1. Шувариков А.С. *Качество кисломолочного продукта из козьего молока // Переработка молока: технология, оборудование, продукция / А.С. Шувариков, М.Н. Алешина. – 2014. – № 2. – С. 80-83.*
2. ГОСТ 32940-2014 «Молоко козье сырое. Технические условия».
3. Даниярова Г.М. *Сравнительная оценка органолептических и физико-химических показателей йогурта из козьего и коровьего молока / Г.М. Даниярова // Молодой ученый. – 2015. – № 63. – С. 29–33.*
4. Калинина Л.В. *Технология производства цельномолочных продуктов / Л.В. Калинина, В.И. Ганина, Н.И. Данченко. – Санкт-Петербург: Гиорд, 2008.*
5. Туришук Е.Г. *Разработка ценных пищевых продуктов с добавкой лекарственного природного сырья Крайнего севера и их товароведная характеристика / Е.Г. Туришук. – Мурманск: Мурманский государственный технический университет, 2008. – 151 с.*
6. Козлова М.С. *Технология производства продукции общественного питания: конспект лекций. – Кемеровский технологический институт пищевой промышленности / М.С. Козлова. – Кемерово, 2004. – 148 с.*
7. ГОСТ 31981 – 2013 «Йогурт. Общие технические условия»
8. Шалыгина А.М. *Общая технология молока и молочных продуктов / А.М. Шалыгина, Л.В. Калинина. – М.: Колос, 2007. – С. 123.*
9. Глотова И.А. *Проблемы и перспективы отечественного рынка козьего молока и продуктов его переработки / И.А. Ерофеева. – М.: 2014. – 14 с.*
10. Протасова Д.Г. *Свойства козьего молока // Молочная промышленность / Д.Г. Протасова. – 2001. – №8. – С. 25-26.*

ИЕРАРХИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МЕНЮ ПИТАНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ПО КРИТЕРИЮ ОПТИМИЗАЦИИ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ПИТАНИЯ В МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОМ СЛУЧАЕ

С.П. Смирнов

МИРЭА-Российский технологический университет,
г. Москва

Аннотация. В докладе рассмотрена проблематика возникновения неинфекционной эпидемии ожирения в Российской Федерации и в мировом масштабе и ее актуальность. Описаны личные наблюдения автора о распространенных «бытовых» подходах к поиску решения проблемы конкретными людьми. Рассмотрены существующие алгоритмы решения проблемы, описанные в литературе. Рассмотрено представление модели и целевого результата как иерархической структуры. Отмечена ограниченная применимость алгоритмов дискретной математики (жадных алгоритмов) и математического аппарата матроидов для осуществления расчета в однокритериальном случае. Высказана гипотеза о применимости жадных алгоритмов и математического аппарата матроидов для осуществления расчета в многокритериальном случае.

В декабре 2019 года Росстат опубликовал статистику [1], согласно которой, по результатам опросов и инструментальных измерений более 100 тысяч респондентов, более 17 % мужчин и более 24 % женщин имеют ожирение той или иной степени; около 47% мужчин и чуть меньше 35 % женщин имеют избыточную массу тела; только 34 % мужчин и 38 % женщин соответствуют норме. В тоже время РБК [2] поделилась дополнением этой статистики в отношении российских детей: по данным РБК, со ссылкой на Росстат, избыточный вес оказался у более чем 30 % детей в возрасте от 3 до 13 лет и более чем у 15 % подростков.

Несмотря на то, что Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), показывающая в своих материалах схожие статистические данные по странам Европы и США, в 2019 году приняла решение об исключении ожирения из международного классификатора заболеваний (МКБ) [3], данное решение, которое было принято под давлением общественных организаций из-за возникающих юридических рисков, не имеет отношения к изменению реального положения дел, и не может привести к разрыву причинно-следственных связей между избыточным весом или ожирением и смертельными функциональными заболеваниями, отмеченными ВОЗ [4].

Фактически, на текущий момент можно говорить о существующей эпидемии неинфекционного заболевания, вне зависимости от факта наличия или отсутствия его в действующем перечне МКБ. Влияние этой эпидемии на мировую экономику оценено международной Организацией по

Экономическому Сотрудничеству и Развитию (ОЭСР, OECD) в опубликованном в октябре 2019 года докладе [5]:

- снижение ВВП развитых стран не менее чем на 3 %;
- около 311 млрд долларов США ежегодно тратится на борьбу с заболеваниями, вызванными ожирением (70 % на лечение диабета, 23 % на лечении заболеваний сердечно-сосудистой системы, чуть менее 10 % на лечение онкологических заболеваний).

Ключевым выводом отмеченного доклада является тезис о высокой экономической эффективности мер по борьбе с ожирением, если таковые будут приводить к ожидаемому результату – прогнозируемый эффект составит 6 долларов на каждый вложенный доллар США.

Согласно данным ВОЗ, основной причиной появления избыточного веса и далее ожирения является нарушение энергетического баланса: калорийность рациона выше энергетических потребностей организма. В частности, в [4] отмечается, что ключевыми тенденциями являются

- рост потребления продуктов с высокой калорийностью на единицу массы;
- увеличение объема потребления сахарозы в чистом виде (сахар белый, бурый) и в составе блюд и напитков;
- снижение уровня физической активности в связи с уменьшением физической трудоемкости деятельности; увеличением доли умственного труда; изменением экосистемы человека, включая урбанизацию, а также изменение как потребности, так и способов передвижения.

Там же указано что «изменения в рационе и физической активности часто становятся следствием экологических и социальных изменений в результате процесса развития, который не сопровождается соответствующей стимулирующей политикой в таких секторах как здравоохранение, сельское хозяйство, транспорт, городское планирование, охрана окружающей среды, производство и сбыт продуктов питания, маркетинг и образование.»

Таким образом, можно констатировать актуальность задачи создания и контроля за корректностью рационов питания с целью регулирования энергетического баланса и противодействия возникновению избыточного веса и-или ожирения.

Согласно данным Яндекс [6] ежемесячно пользователи ищут различные сочетания со словом «питание» более 5 млн раз. Если добавить статистику по запросам «похудеть», «сбросить вес» и т.п., то суммарная статистика уже будет около 6 млн запросов ежемесячно. При том, что в России по данным за 2019 год всего около 100 млн пользователей интернет, то 6 % из них ежемесячно интересуются вопросами организации питания.

К сожалению, в открытых источниках не найдено статистической информации о количестве выделенных сайтов, форумов, групп в социальных сетях, посвященных вопросам правильного питания и борьбы с ожирением по состоянию на 2019 год. Однако личные наблюдения автора в период с 2010 до

2019 года выявили следующие основные особенности источников информации и потенциальных ее пользователей:

- Пользователи предпочитают запрашивать информацию у «вселенского разума», нежели обратиться к соответствующему реальному специалисту (оставим за кадром причину этого явления);

- Недостоверность и противоречивость представленной информации. На примере таблиц калорийности или таблиц гликемического индекса можно легко показать, что данные по одним и тем же продуктам, вплоть до эталонной для гликемического индекса глюкозы, различаются и это различие никак не объясняется, источники предоставляемых данных не раскрываются;

- Низкий уровень знаний в предметной области у «экспертов». Снижение уровня знаний и постепенный переход к откровенной дезинформации.

- Дезинформирование и троллинг, нарастающие объемы ложной информации. Объем информации, который необходимо учесть и проанализировать запрашивающему пользователю для составления адекватного реальному представлению о предмете начинает представлять проблему и растет – для получения ответа на вопрос уже необходимо тратить часы, а то и дни или недели, тщательно выбирая из мусора крупинцы действительно ценной информации.

- Массовое копирование информации друг у друга с столь же массовым размножением ошибок и дезинформации;

В связи с вышесказанным задача создания средств информационной и технической поддержки, избавляющих пользователя от долгих поисков информации в условиях ее низкого качества, становится ощутимо важной для помощи в достижении стратегической цели борьбы с излишним весом и ожирением. В первую очередь, речь идет о системах автоматического планирования меню.

Автоматические системы планирования меню являются предметом исследований с 60-х годов. В 1967 году Экштейн [7] предложена система, основанная на случайной генерации блюд, соответствующих некоторым закономерностям. Критерии оценки учитывали количество калорий, стоимость приема пищи, ее качество, цвет и разнообразие. В обзоре [8] перечислено 15 существующих современных подходов к планированию меню, которые разработаны в той или иной степени. При этом, авторами отмечено, что сама задача автоматического планирования меню относится к классу NP-полных проблем, что приводит к малой эффективности линейных методов решения. Рассмотренная в [9] практическая система, реализующая подход методом линейного приближения, требует, согласно размещенного отчета о выполнении программы, более 5 минут на вычисления. В настоящее время, считаются наиболее эффективными генетические и мета-эвристические алгоритмы. Однако существенный интерес представляет предложенный в [10] метод оптимизации иерархических структур с использованием жадного алгоритма.

Для адаптации к решению вышеуказанной задачи автоматизированного построения меню автором предложено рассмотреть автоматизацию моделирования и расчета рациона для конечного пользователя, исходя из заданных целевых показателей, факторов влияния и критериев, для чего выделена подзадача построения модели представления результата решения.

В общем виде, рацион питания, изображенный на рисунке 1, может быть представлен в виде иерархической структуры, где на самом верхнем уровне агрегируются параметры мета-уровня, а на более нижних уровнях агрегируются параметры, которые подлежат основному мониторингу и контролю. Например, на рисунке 2 представлен вариант интервальной схемы питания с контролем по единственному параметру – калорийности.

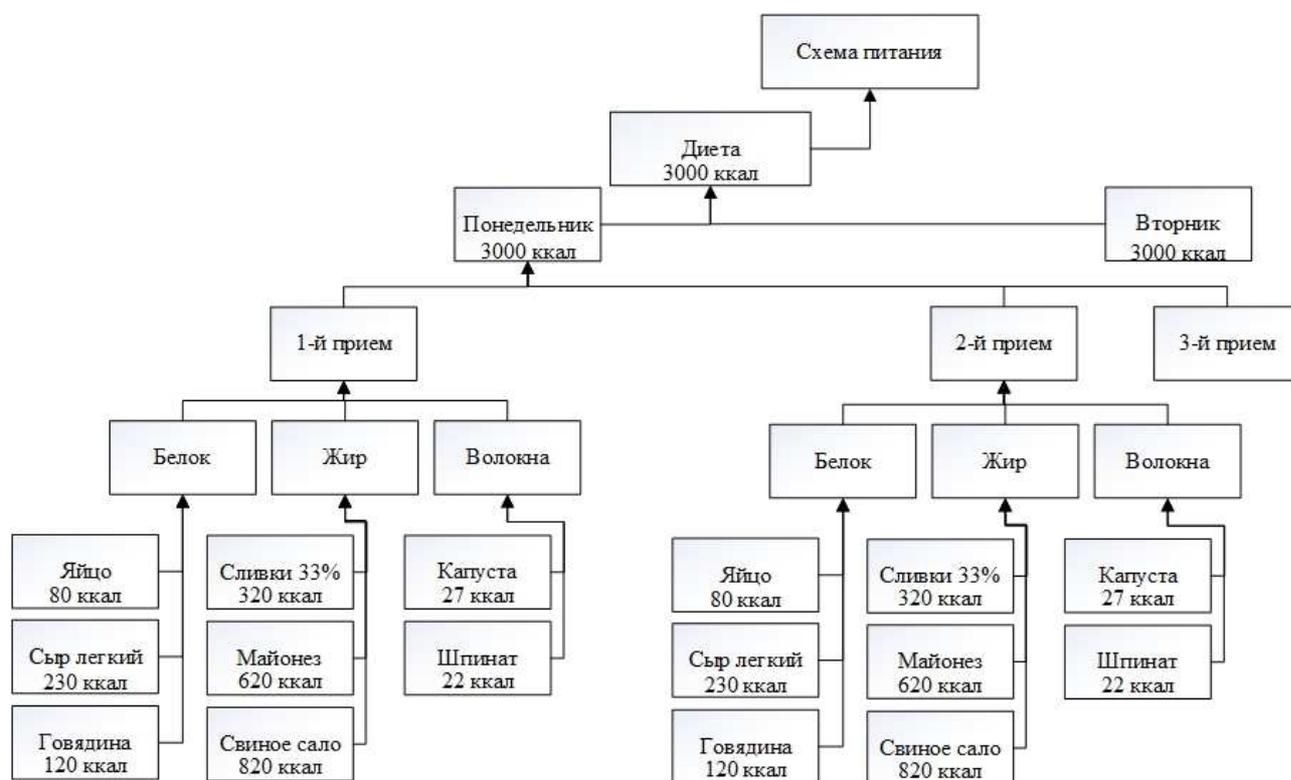


Рис. 1. Общий вид результирующей иерархии

Тогда, представив детали более низких уровней, расположив на них непосредственные блюда и продукты питания, которые возможно употреблять в рамках рациона, установив для каждого из элементов самого нижнего уровня его калорийность, возможно решить задачу составления рациона автоматизировано, путем поиска оптимального решения математическими методами. Требуемое наполнение иерархии для однокритериального анализа представлено на рисунке 3. При этом для расчета оптимального суточного рациона необходимо построить связи каждый-с-каждым для всех продуктов, входящих в каждый прием пищи суточного рациона. И уже далее применить описанную в [10] методику расчета оптимального поддерева суточного рациона.

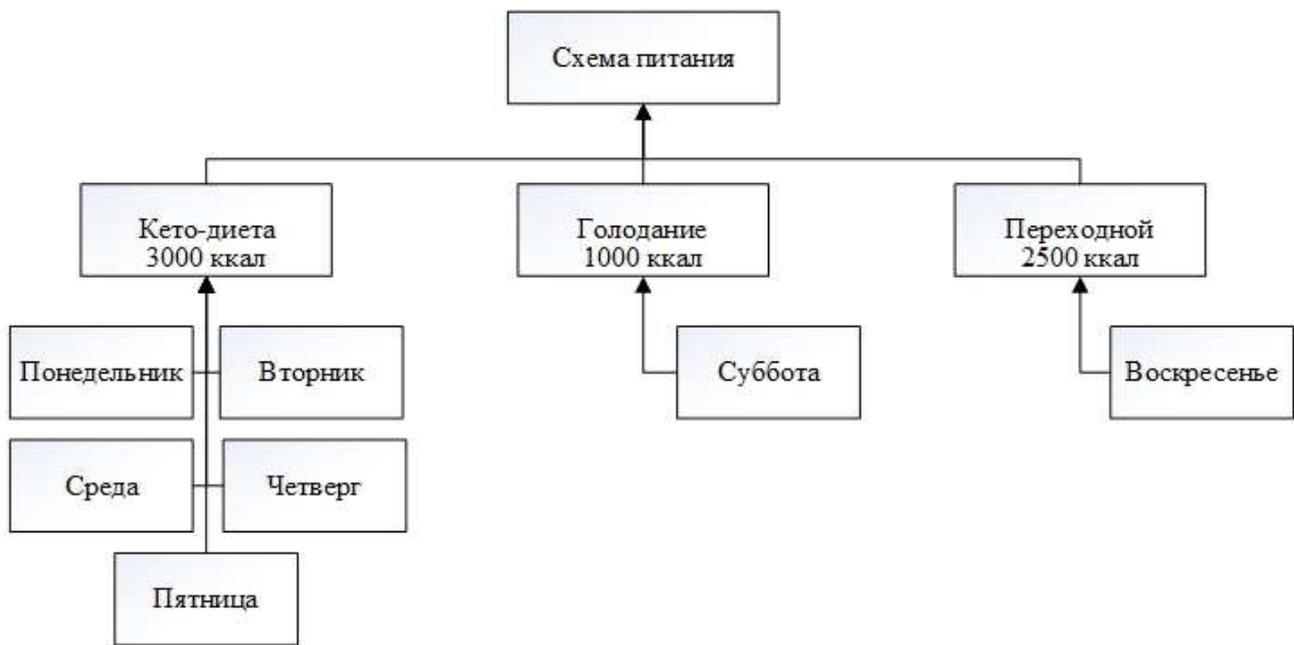


Рис. 2. Интервальная схема питания с 1 контролируемым параметром

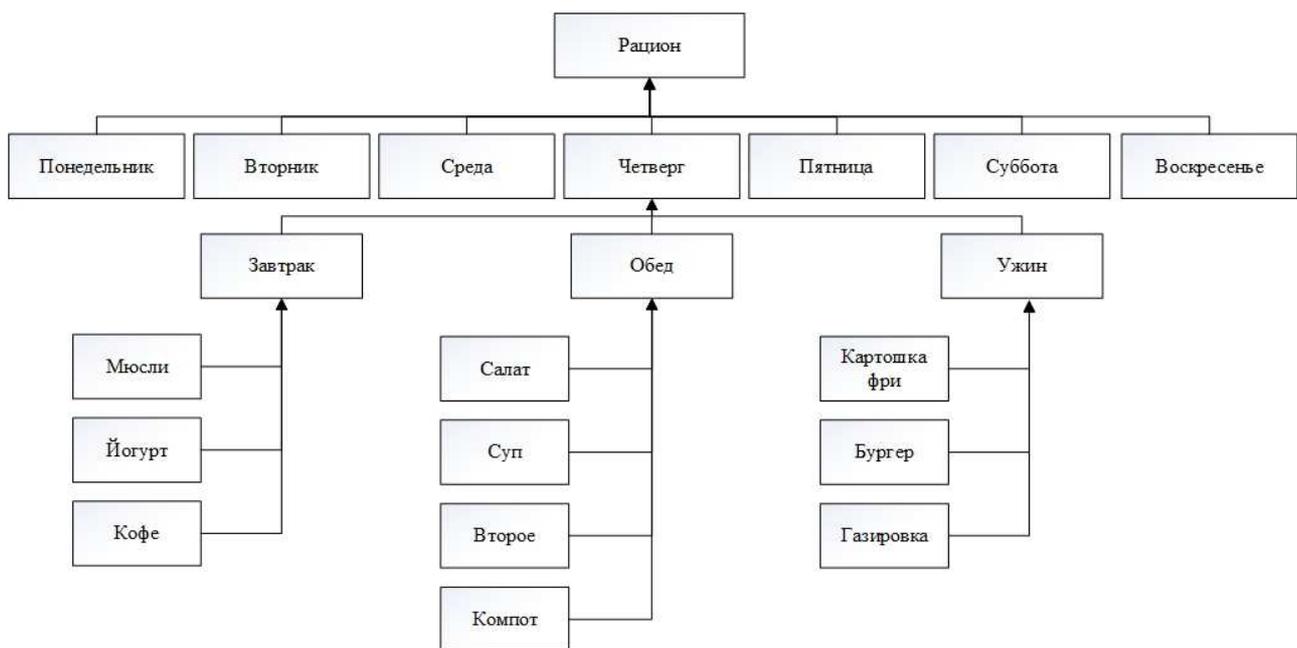


Рис. 3. Пример иерархии для однокритериального расчета рациона по калорийности

Нельзя не отметить, что для автоматизации расчета рациона однокритериального анализа, по факту, недостаточно, несмотря на то, что большинство диет или рекомендаций по питанию касаются, в первую очередь калорийности рациона. Тем не менее, существуют как субъективные факторы, например, питаться чем-то одним, даже очень, а в большинстве случаев тем более, полезным – психологически сложно; так и объективные факторы – нарушение генетически и исторически predetermined профиля питания приведет к устойчивым нарушениям сначала пищеварения, а затем здоровья.

Поэтому, фактическое моделирование необходимо проводить по ряду объективных критериев:

- Калорийность;
- Пищевая ценность (белки, жиры, углеводы);
- Нутриенты (пищевые волокна, минеральный состав, витамины);
- Объем пищи (разовый и суммарный суточный);
- Объем жидкости (разовый и суммарный суточный);
- Совместимость блюд и продуктов между собой (например, огурцы и молоко);

К перечисленным выше критериям при настройке модели необходимо добавить субъективные критерии, выявленные пользователем или специалистом:

- Пищевые предпочтения;
- Пищевые ограничения (религиозные или медицинские).

От показанного в [10] алгоритма моделирования для однокритериального случая, требуемый алгоритм многокритериального моделирования будет отличаться еще и нефиксированным, представленным в виде диапазона допустимых значения, параметром веса конкретного продукта или блюда.

Несмотря на сложность задачи, имеются однозначные факторы, облегчающие ее решение. Так, собственные наблюдения и эксперименты автора в период 2015-2019 гг. показывают, что для ручного расчета реальной модели рациона большинства диет достаточно информационной базы объемом примерно 100 продуктов и 150-200 готовых блюд или рецептов. Указанные цифры позволяют надеяться на возможность создания решения автоматического расчета рациона в многокритериальном случае с приемлемой скоростью расчета.

Кроме того, автор, на основании собственного опыта, полагает, что при использовании механизма расчета с сохранением рассчитанных результатов и набором статистики, по мере течения времени скорость расчета рациона будет существенно увеличиваться, что позволит реализовать расчет даже для относительно низкопроизводительных носимых вычислительных устройств – планшетов и смартфонов.

Таким образом, иерархическое представление меню питания является подходящей моделью для целей дальнейшей оптимизации, для которой требуется разработка алгоритмов многокритериального анализа.

Список литературы

1. *Новости Росстата (2019). [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://www.gks.ru/folder/313/document/70761>. Дата визита 15.01.2020.*
2. *Росстат обнаружил избыточный вес у трех из пяти Россиян. [Электронный ресурс] Режим доступа <https://www.rbc.ru/society/12/12/2019/5df209f59a79473d33ddd7c3>. Дата визита 15.01.2020.*

3. ВОЗ исключила из каталога болезней ожирение из-за обвинений в фэтфобии. [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://panorama.pub/22678-voz-ozhirenie.html>. Дата визита - 15.01.2020.

4. Всемирная организация здравоохранения. Ожирение и избыточный вес. [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Дата визита - 15.01.2020.

5. OECD (2019), *The Heavy Burden of Obesity: The Economics of Prevention*, OECD Health Policy Studies, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/67450d67-en>.

6. Яндекс подбор слов. [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://wordstat.yandex.ru/#!/?words=%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5>. Дата визита – 16.01.2020.

7. Eckstein EF. (1967) *Menu planning by computer: the random approach* / *J. Am. Diet. Assoc.*, Dec; 51(6): 529–533

8. Hea Choon Ngo et al. (2016) / *Journal of Computer Sciences* 2016, 12 (12): 582.596 DOI: 10.3844/jcssp.2016.582.596

9. Thomas Pikes, Robert Adams (2016), *Computational Nutrition: An Algorithm to Generate a Diet Plan to Meet Specific Nutritional Requirements* / *E-Health Telecommunication Systems and Networks*, 2016, 5, 31-38

10. Пастушков А.А., Батоврин В.К. (2018). Выбор решений при проектировании сложных систем на основе анализа вариантов со случайными весами. / *Российский технологический журнал*. 6. 78-88. 10.32362/2500-316X-2018-6-4-78-88.

ДИАГНОСТИКА ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА ДВИЖУЩЕГОСЯ СБРОСНОГО ВОДЯНОГО ПОТОКА ПО СИГНАЛАМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

В.А. Лепихова, Н.В. Ляшенко, Т.Ф. Пересунько

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова,
г. Новочеркасск

***Аннотация.** Предложено определение дисперсного состава примесей в водном потоке по сигналам акустической эмиссии с выделением подспектров Фурье. Для этого показана целесообразность использования высших тембровых гармоник, где мало помех, по сравнению с диапазоном основных гармоник при регистрации спектра АС. Высшие гармоники акустического сигнала обеспечивают большую разрешающую способность измерительного тракта и содержат информацию о пофракционной концентрации.*

Существующие методы контроля дисперсного состава водных систем характеризуются большими затратами времени и трудоемкостью, они не позволяют оценить эффективность работы очистных сооружений,

контролировать очистку, совершенствовать технологию. Существующие методы контроля гранулометрического состава водных систем характеризуются большими затратами времени и трудоемкостью, они не позволяют создать систему оперативного и непрерывного измерения и слежения в реальном масштабе времени. Развитие современных технических и вычислительных средств позволяет решать вопрос о разработке новых методик и средств дисперсного анализа по созданию систем непрерывного контроля за сбросными потоками. Теоретические и экспериментальные исследования с использованием методов математического моделирования позволяют избавиться от взаимной зависимости некоторых параметров, оценить погрешность измерения и провести диагностику дисперсного состава, движущегося сбросного водного потока. Одним из перспективных направлений является определение дисперсного состава примесей в водном потоке по сигналам акустической эмиссии с выделением подспектров Фурье [1], содержащих информацию о пофракционной концентрации. Акустический сигнал (АС) от взвешенных частиц в сбросном водном потоке, как всякий составной звуковой сигнал, состоит из периодических компонент. Разложение АС на элементарные составляющие, при анализе дисперсного состава взвешенных частиц в химических и биохимических примесях сбросных потоков является ответственной операцией. Она должна обеспечивать однозначное соответствие пофракционных концентраций интервалов дисперсности примесей и отображать диагностическую роль этих интервалов в формировании акустического сигнала. Этим условиям удовлетворяет разложение АС на гармонические ортогональные составляющие, образующие спектр, состоящий из основных и кратных им высших тембровых гармоник.

Академиком Котельниковым В.А. была доказана теорема утверждающая, что всякий сигнал может быть представлен дискретным набором его отсчетов через равные промежутки времени без всякой потери информации при условии, что частота отсчетов не менее чем вдвое превышает максимальную частоту анализируемого звукового сигнала. Этому условию соответствуют разложения АС в ряд Фурье с помощью интегральных преобразований Фурье – Лапласа, по полиномам Чебышева, Бесселя и т.д. [2]. Для анализа сбросных потоков с точки зрения доступности и практического приложения рационально разлагать сигналы АЭ на компоненты с помощью интегрального преобразования Лапласа. С математической точки зрения преобразование Фурье является частным случаем интегрального преобразования Лапласа. Разложение АС на компоненты с помощью интегрального преобразования Фурье-Лапласа [3] весьма перспективно в области анализа примесей в сбросных водных потоках. Из приведенного сравнения (таблица) видно, что аргументом прямого преобразования Лапласа является комплексная переменная $p = \sigma + j(\omega t)$, а в преобразовании Фурье содержится под интегралом чисто мнимая компонента "p" равная $-j\omega t$.

Таблица 1

Прямое интегральное Преобразование Фурье	Прямое преобразование Лапласа
$U(\omega) = \frac{1}{2\pi} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} u(t) \cdot e^{-j\omega t} dt$ <p>$u(t)$ – функция времени, подвергаемая интегральному преобразованию Фурье в частотную область (спектр)</p>	$U(p) = \int_0^{\infty} e^{-pt} u(t) \cdot dt,$ $j = \sqrt{-1}, \text{ где } p = \sigma + j\omega t =$ $= Re(p) + j Im(p)$ <p>$Re(p)$ – вещественная часть комплексной переменной $p(t)$ где $\sigma = Re(p)$; $Im(p)$ – мнимая часть комплексной переменной $p(t)$; $\omega t = Im(p)$</p>
Обратное преобразование Фурье	Обратное преобразование Лапласа (интеграл Бромвича)
$u(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} U(\omega) e^{j\omega t} dt,$ <p>Восстанавливает по спектру $U(\omega)$ временной ряд $u(t)$ с точностью до $T=2\pi$ т.к. акустический сигнал функция периодическая.</p>	$u(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{\sigma_1 - j\infty}^{\sigma_1 + j\infty} U(p) e^{pt} dt,$ <p>$j = \sqrt{-1}$ – мнимая единица</p> <p>Производит восстановление временной функции $u(t)$ в пространстве оригиналов по известному ее образу $U(p)$ из пространства изображений</p>

При использовании математической модели определения пофракционных концентраций на основе интегрального преобразования Фурье – Лапласа требуемая точность аппроксимации случайного процесса сбросного водяного потока достигается сохранением достаточного количества значимых тембровых гармоник в полученном экспериментально спектре Фурье.

Однако обратное преобразование Лапласа в отличие от преобразования Фурье выполняется контурным комплексным интегрированием в бесконечных пределах с обязательным условием, что все полюсы изображения $U(p)$ в пространстве изображений остаются слева от контура интегрирования аналитической функции.

Вследствие этого, численное обращение преобразования Лапласа затруднено, а потому выполняется только теоретическим интегрированием в виде формулы (в замкнутой форме) и производится по таблицам, содержащим формулы соответствия в изображающем пространстве и пространстве оригиналов. В изображающем пространстве содержится информация о физическом смысле источников элементарных осцилляций, которые идентифицируются с элементарными ударными актами генерации колебаний

элементов измерительной системы передаваемых цепочкой (частица – пограничный слой – стенка трубопровода сбросного потока – датчик). Таким образом, преобразование Лапласа позволяет раскрыть физический механизм возникновения гармоник частотных подспектров.

Использование методов диагностики и обработки АС по предложенным математическим моделям с одной основной низкочастотной гармоникой малоэффективно. Это связано с тем, что АС от частиц сбросного водяного потока перекрывается технологическим шумом оборудования, инструментальными шумами и т.д. Для устранения этих недостатков целесообразно использовать высшие тембровые гармоники, где мало помех, по сравнению с диапазоном основных гармоник при регистрации спектра АС. Высшие гармоники акустического сигнала обеспечивают большую разрешающую способность измерительного тракта

Таким образом, высшие гармоники спектра несут более подробную информацию об амплитудно-частотных параметрах сбросного потока и позволяют различать сигналы АЭ по уровням мощности дисперсных составляющих примесей от чистой водной среды.

Список литературы

1. Пат. 2222807 РФ, G01N29/02 Способ обработки сигналов акустической эмиссии генерируемых дисперсных систем / АИ. Пуресев, В.А. Лепихова, О.А. Торопов, Е.А. Малых, Н.П. Сорокин. – 2001103942/38 (22) – Заявл. 12.02.01; Оpubл. 27.01.04, Бюл. № 3.
2. Бендат Дж., Пирсол А. Измерения и анализ случайных процессов / Пер. с англ. – М.: Мир, 1974. – 463 с.
3. Деч Г. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа / Пер. с нем. – М.: Наука, 1965. – 287 с.

СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В Г. МАГНИТОГОРСКЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ЕГО ЭФФЕКТОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

И.П. Опутина

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Уральский государственный научно-исследовательский институт
региональных экологических проблем» (ФГБУ УралНИИ «Экология»),
г. Пермь

Аннотация. Настоящая статья показывает результаты первой части исследования загрязнения атмосферного воздуха и его эффектов в г. Магнитогорске, и является характеристикой объекта исследования. Выполненный анализ подтвердил, что наиболее чувствительной к интенсивному загрязнению атмосферного воздуха является категория населения – дети (0–14 лет), наименее чувствительной – взрослые (старше 18 лет).

Одним из крупнейших центров черной металлургии в Российской Федерации и в мире является город Магнитогорск Челябинской области, где расположено Публичное акционерное общество «Магнитогорский металлургический комбинат» (ПАО «ММК»). Непосредственно на ПАО «ММК» трудится около 20 000 человек – жителей Магнитогорска, поэтому ПАО «ММК» по праву можно назвать градообразующим предприятием.

Магнитогорский металлургический комбинат представляет собой совокупность объединенных единой системой управления и контроля организаций (всего 63 юридических лица), деятельность которых направлена на сохранение долговременной конкурентоспособности [2]. Большая часть цехов предприятия входит в Левобережный промышленный узел, расположенный на левом берегу реки Урал.

Общее количество источников выбросов Левобережного промышленного узла г. Магнитогорска – 4252 единицы (2618 организованных, 488 линейных и 1146 неорганизованных источников); суммарные валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от Левобережного промышленного узла составляют порядка 237 тыс. т/год и содержат 131 загрязняющее вещество и 29 групп суммации.

Факт статуса крупнейшего промышленного центра, помимо очевидных положительных сторон, имеет ряд негативных последствий, в том числе неудовлетворительное экологическое состояние окружающей среды и особенно атмосферного воздуха, как следствие, падение качества жизни городского населения, увеличение количества и тяжести заболеваний, сокращение продолжительности жизни.

Настоящая статья показывает результаты первой части исследования загрязнения атмосферного воздуха и его эффектов в г. Магнитогорске, и является характеристикой объекта исследования.

В результате анализа Государственных докладов о состоянии окружающей природной среды Челябинской области за период 1993-2017 гг. [3] установлено, что загрязнение атмосферного воздуха в Магнитогорске относится к разряду, как это указано в Госдокладах, «экологической катастрофы» и остается таким на протяжении последних нескольких десятков лет.

Ежегодно для Магнитогорска рассчитывается индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА), который характеризует уровень загрязнения атмосферы. По данным об ИЗА в городе Магнитогорске, которые приведены в государственных докладах о состоянии окружающей природной среды Челябинской области за период 2005–2017 гг., автором составлен график (рис. 1). На графике выделены области разных категорий ИЗА. Низкий уровень загрязнения атмосферного воздуха ($ИЗА < 5$), повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха ($5 < ИЗА < 6$); высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха ($7 < ИЗА < 13$); очень высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха ($ИЗА > 14$).

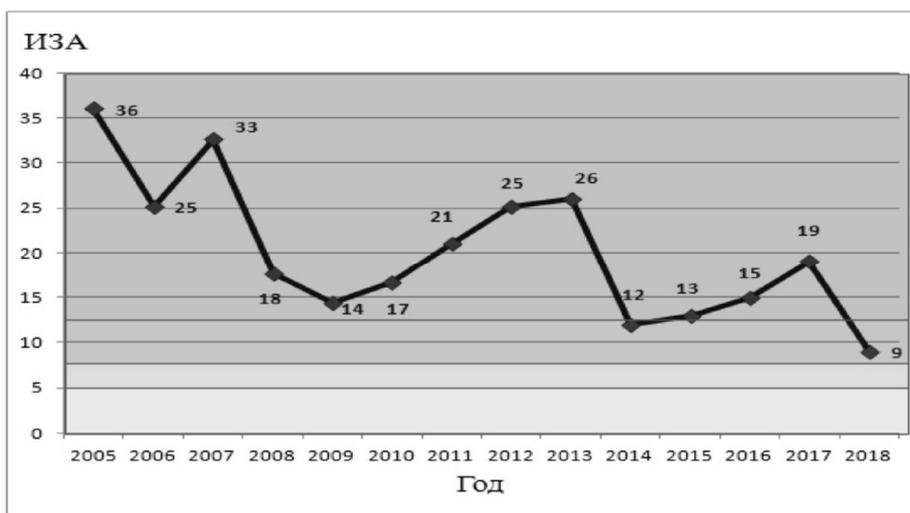


Рис. 1. Индекс загрязнения атмосферы в городе Магнитогорск за период 2005-2017 гг.

Как видно из рисунка 1 в начале исследуемого периода (2005 год) уровень загрязнения атмосферного воздуха был очень высоким (ИЗА=36). В 2005 году значение ИЗА было максимальным за весь рассматриваемый период. Начиная с 2005 года, отмечается постепенное уменьшение значения ИЗА, а, следовательно, улучшение состояния качества атмосферного воздуха. Однако снижение ИЗА имеет не линейный характер и отмечается несколько пиков высоких значений ИЗА на фоне планомерного снижения. Так отмечается резкое повышение ИЗА в 2007 году (по сравнению с 2006 годом), затем после двухлетнего снижения (2008-2009 гг.) отмечается постепенный рост (2010-2013 гг.) с максимальным значением ИЗА (26,0) в 2013 году. После 2013 года отмечается резкое падение уровня ИЗА. В 2014-2015 гг. загрязнение атмосферного воздуха в городе Магнитогорск характеризуется сменой уровня «очень высокий» к уровню «повышенный». После трехлетнего периода 2015-2017 гг. повышения ИЗА отмечается резкий спад до значения ИЗА=9 и уверенным переходом с «очень высокого» уровня к «повышенному». В 2018 году значение ИЗА было минимальным за весь рассматриваемый период.

Как видно из рисунка 1 в городе Магнитогорск имеется тенденция к уменьшению значения ИЗА и, соответственно, к улучшению качества атмосферного воздуха. Среди причин, которые ведут к улучшению экологической обстановки можно отметить проведение природоохранных мероприятий на главных источниках выбросов загрязняющих веществ, в том числе на ПАО «ММК». К мероприятиям относятся: изменение технологических процессов, проведение реконструкции, модернизации, введение новых пыле- и газоочистных установок. Деятельность предприятия реализуется при повышенном внимании к природоохранным мероприятиям специалистов Территориального управления Роспотребнадзора по Челябинской области в ходе надзора за объектами, являющимися источниками загрязнения атмосферного воздуха [1].

В ходе анализа данных о качестве атмосферного воздуха, выполненного в рамках настоящего исследования, причину «провала» значения ИЗА в 2009 году установить не удалось, а причина «провала» ИЗА в 2014 году связана со

снижением среднегодовых концентраций бенз(а)пирена, диоксида азота и формальдегида, что можно объяснить спадом производства по ряду промышленных предприятий, входящих в Левобережный промузел, и как следствие, снижением выбросов загрязняющих веществ.

Низкий уровень качества атмосферного воздуха в Магнитогорске на протяжении более чем 10 лет должен был оказать влияние на состояние здоровья людей. Загрязнение атмосферного воздуха такими характерными для города Магнитогорск химическими компонентами как оксиды азота, взвешенные вещества, бенз(а)пирен, углерода оксид, фенол, формальдегид, сероводород, фторид водорода могут способствовать развитию таких групп заболеваний как болезни органов дыхания; болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм; болезни нервной системы; болезни глаза; болезни сердечнососудистой системы; болезни мочеполовой системы; болезни печени; болезни костно-мышечной системы; врожденные аномалии; новообразования [1].

С целью оценки состояния здоровья населения города Магнитогорск автором были проанализированы госдоклады «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения и защите прав потребителей в Челябинской области» за период 2005-2018 гг. [1]. Результаты анализа заболеваемости населения за период 2005-2010 гг. представлены на рисунке 2.

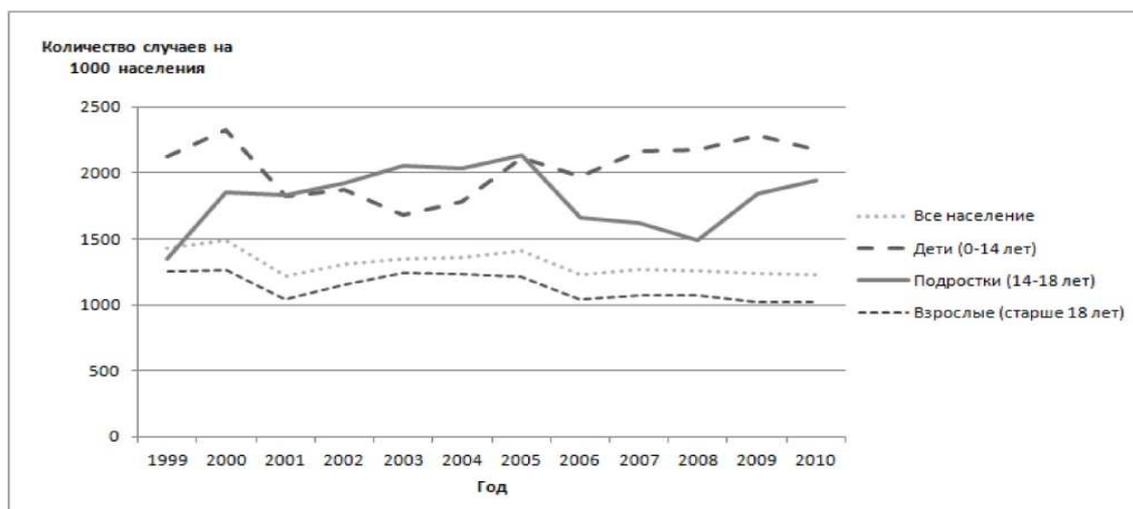


Рис. 2. Заболеваемость населения города Магнитогорск за период 2005-2010 гг.

Из рисунка 2 видно, что при рассмотрении заболеваемости всего населения и, в частности, взрослого населения города Магнитогорск за рассматриваемый период наблюдается некоторое снижение количества случаев на 1000 населения и большая часть рассматриваемого периода ситуация остается стабильной.

При рассмотрении заболеваемости подросткового населения города Магнитогорск можно отметить период снижения заболеваемости (2005-2008 гг.), а затем значительный рост (2008-2010 гг.) и достижение показателя заболеваемости, аналогичного началу периода.

При рассмотрении заболеваемости детского населения города Магнитогорск можно отметить небольшое снижение в начале рассматриваемого периода (2005-2006 гг.), а затем весь оставшийся период – рост количества случаев заболеваний на 1000 детского населения.

На основании проведенного анализа можно предположить, что наиболее чувствительной к загрязнению окружающей среды группой населения являются дети (0-14 лет), а наименее чувствительной – взрослые (старше 18 лет). Поскольку большую часть населения города Магнитогорск составляют взрослые, то кривые на рисунке 2, отражающие заболеваемость взрослого населения и общую заболеваемость практически параллельны друг другу.

В процессе анализа заболеваемости населения города Магнитогорска по данным [1] за рассматриваемый период 2003–2010 гг. были выделены классы заболеваний, характерные для различных групп населения. Так, наиболее характерными являются:

– для взрослого населения: болезни системы кровообращения – характеризуются максимальной распространенностью среди всех заболеваний; врожденные аномалии – имеют максимальный прирост за период 2003-2010 гг.;

– для подросткового населения: болезни органов дыхания – характеризуются максимальной распространенностью среди всех заболеваний; болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекшие иммунный механизм – имеют максимальный прирост за период 2003–2010 гг.;

– для детского населения: болезни органов дыхания – характеризуются максимальной распространенностью среди всех заболеваний и имеют максимальный прирост за период 2003-2010 гг.; врожденные аномалии – имеют максимальный прирост за период 2003-2010 гг.

Таким образом, для всех групп населения города Магнитогорск значительную распространенность имеют заболевания органов дыхания, которые могут быть связаны, как указано ранее с интенсивным загрязнением атмосферного воздуха. В пользу взаимозависимости качества атмосферного воздуха и заболеваемости в городе Магнитогорск говорят также научно-исследовательские работы, проведенные ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области» в 2005 году («Определение риска здоровью населения города Магнитогорска от воздействия выбросов стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха»); Магнитогорским государственным университетом в 2006 году («Сравнительный анализ врожденных морфогенетических вариантов у детей дошкольного возраста»), где рассмотрено состояние здоровья и загрязнение атмосферы нескольких городов Челябинской области. По результатам проведенных в ходе указанных работ исследований установлено, что аномалии здоровья возрастают по мере увеличения степени химического загрязнения территорий городов. Результаты указанных работ подтверждают, что сложившееся в городе Магнитогорске неблагоприятное положение по загрязнению

атмосферного воздуха имеет значительное влияние на состояние здоровья населения.

В результате настоящего исследования можно сделать следующие выводы:

– полученные результаты анализа загрязнения атмосферного воздуха в городе Магнитогорск, показывающие его крайне неудовлетворительное состояние на протяжении более чем 20 лет, совпадают с результатами исследований, выполненных ранее другими авторами;

– для всех категорий населения (дети, подростки, взрослые) большой распространенностью характеризуются заболевания органов дыхания, характерные для интенсивного загрязнения атмосферного воздуха;

– выполненный анализ подтвердил, что наиболее чувствительной к интенсивному загрязнению атмосферного воздуха является категория населения – дети (0–14 лет), наименее чувствительной – взрослые (старше 18 лет).

Список литературы

1. Государственные доклады «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения и защите прав потребителей в Челябинской области» за период 2005–2018 гг. // Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Челябинской области: официальный сайт. – URL: <http://74.rospotrebnadzor.ru/268> (дата обращения 05.04.2019).

2. Группа ММК // ПАО «ММК»: официальный сайт. – URL: http://mmk.ru/about/mmk_group/index.php (дата обращения 05.04.2019).

3. Комплексные доклады о состоянии окружающей среды Челябинской области за период 1993–2017 гг. // Министерства экологии Челябинской области: официальный сайт. – URL: <http://www.mineco174.ru/htmlpages/show/protectingthepublic> (дата обращения 05.04.2019).

ПЕРСПЕКТИВА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МОЛЛЮСКОВ ВИДА RATINOPECTEN YESSOENSIS И ПОЛУЧЕНИЯ ИЗ НИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В ХОДЕ БОРЬБЫ С РАКОВЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

Т.С. Есикова, И.В. Ткачева
Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону

Аннотация. Актуальность выбранной темы обусловлена дальнейшим развитием морской аквакультуры в России на примере разведения вида морского гребешка как *Ratinopecten yessoensis* который может иметь спрос как товарного вида и использоваться в фармакологических целях в лечении одной из тяжелых болезней человечества как рак.

Ключевые слова: неблагоприятные условия, окружающая среда, перспектива разведения, морской гребешок, *Ratinopecten yessoensis*, выращивание, рак

Люди веками приспосабливаются к неблагоприятным условиям окружающей среды. В ходе развития человека и его технологий бытия, критические факторы изменяются изо дня в день. Довольно быстрое прогрессивное развитие приводит к изменению ритма жизни в целом, который отрицательно сказывается на здоровье. Порой такие мелочи как недосып, отказ от еды, перекус на ходу или лёгкий стресс скапливается и приводит к более тяжёлым заболеваниям. На сегодняшний день наиболее распространённым и самым тяжёлым, по мнению медиков, является рак. Одним из видов этой болезни является рак молочной железы. В России в структуре онкологической заболеваемости женщин РМЖ занимает лидирующую позицию с 1985 года и к настоящему моменту составляет 21,0 %. Заболеваемость и смертность за 30 лет выросли в 4 раза.

Несмотря на совершенствование методов диагностики и лечения от рака молочной железы, ежегодно в России от него умирают 23 тысячи женщин. На фоне мировых показателей заболеваемости Россия занимает средний уровень, а по показателям смертности находится на достаточно высоких позициях.

Как всем известно в мире проводится множество экспериментов и исследований, нацеленных на изобретение наиболее эффективных и доступных препаратов для борьбы с онкозаболеваниями, которые будут наносить наименьший ущерб здоровью и даже восполнять его. Не секрет, что препараты для лечения рака не только дороги, но и негативно влияют на здоровье пациенток, являясь наименьшим злом, чтобы сохранить жизнь. Исследования тканей и секреторной жидкости морского моллюска вида *Ratinopecten yessoensis* выявили наличие в нем уникальных химических веществ, купирующих развитие раковых клеток с дальнейшим их уничтожением в организме. Помимо уникальных химических веществ, найденных впервые, морской гребешок обладает довольно широким спектром полезных иммуномодулирующих веществ.

Пищевую ценность мяса гидробионта сложно переоценить, нежное и вкусное, оно состоит из высококачественного белка, жиров, воды, содержит множество ценных минеральных элементов. Аминокислот в нем содержится на порядок больше, чем в любой морской рыбе, в том числе незаменимых. Легко усваивается организмом. Структуры гребешка обогащены кальцием, хромом, никелем, железом. В немного меньшем количестве имеется хлор, сера, молибден, цинк, витамины группы В и существенное количество йода. При этом его калорийность невелика – всего 88 кКал на 100 граммов филе. Это дает возможность применять морские гребешки в различных диетах.

Ratinopecten yessoensis положительно влияет на процессы пищеварения и рекомендован в питание при гастрозаболеваниях, восстановлении после переломов, травм, операций и детского питания. Кальций, содержащийся в

гребешках, считается биокальцием, и даже избыток его, полученный с пищей, никак не может навредить человеческому организму. Белки моллюска предположительно могут обладать также антиоксидантной активностью с богатым резервуаром природных биологически активных соединений, что требует дополнительных исследований.

В этой связи проводился эксперимент в 2016 совместно двумя ведущими институтами мира: Калифорнийский институт, США и Пуссанский Корейский институт, Корея. Исследователи помещали мякоть массой в 50г из отобранных из моря зрелых морских гребешков в метанол 1/1 и обрабатывали в течении 30 минут, затем оставляли в покое на 48 часов. Полученный экстракт пропустили через фильтровальную бумагу №20, выпарили при пониженном давлении с использованием вакуумного испарителя и лиофилизировали при помощи сушилки. На выходе было получено 2,31 г порошка.

Следующим этапом стало изготовление стандартного набора смесей, который содержит в себе 37 ингредиентов, состоящих из метиловых эфиров и жирных кислот. Состав изготавливался для анализа, путем растворения в изооктане до концентрации 100 мг / мл.

Общий липид в 10 г полученный из мякоти морского гребешка промывали экстрагентом Сокслета и 200 мл эфира. Полученный экстрагированный липид в 25 мг обрабатывали 2 мл метанольного раствора NaOH, то нагревая, то остужая в течение 5 минут при нагреве в 100 °С.

После охлаждения до комнатной температуры добавляли 2 мл 14 % раствора трифторида-бора, образец помещали в метанол и кипятили в течении 2х минут. Затем снова охлаждали до комнатной температуры и добавляли 1 мл изооктана. После этого, в ходе смешивания с изооктаном, добавляли 1г сульфата натрия, чтобы удалась остаточная вода. Для анализа использовался верхний изооктановый слой.

Концентрации ЕРА и ДНА определяли газовой хроматографией, оборудованный детектором ионизации пламени и капиллярной колонкой SP-2560 длина колонки 100 м, внутренний диаметр 0,25 мм, толщина пленки 0,22 мкм.

Рабочие условия были следующими: Начальная температура составляла 1 С, которая увеличивалась на 3 С в минуту, пока температура не достигла 240 С. Температура детектора и инжектора составляла 250 и 210 С соответственно ДНА и ЕРА были определены путем сравнения их времени удерживания со смесью стандартных жирных кислот, который увеличивался на 3 С в минуту, пока температура не достигла 240 С.

Клетки рака молочной железы MCF-7 были приобретены в Корейском банке клеточных линий, их культивировали в модифицированной Дульбекко среде с добавлением 10 % эмбриональной бычьей сыворотки и 1 % пенициллина и поместили в увлажненный инкубатор с 5 % CO₂ при 37 С.

Чтобы определить цитотоксические концентрации SE, пораженные клетки молочной железы человека MCF-7 высевали в 96-луночный планшет с

плотностью $2,5 \times 10^4$ клеток на лунку. Клетки инкубировали в течение 24 часов с последующей обработкой 0,5, 1 или 2 мг / мл SE. Затем клетки инкубировали в течение следующих 24 ч при 37 С в инкубаторе с 5 % CO₂.

После инкубации клеток жизнеспособные клетки окрашивали 0,5 мг / мл МТТ в течение 4 ч при 3 С. Среду удаляли из клеток, и кристаллы формазана, полученные в лунках, растворяли с добавлением 200 мкл диметилсульфоксида. Поглощение измеряли при 595 нм с использованием устройства для считывания микропланшетов. Жизнеспособность клеток определяли по отношению к необработанным контрольным клеткам. Обработанные SE клетки MCF-7 рака молочной железы человека собирали центрифугированием (500 × г, 5 минут, 4 С) и промывали один раз PBS.

Промытые клеточные осадки ресуспендировали в буфере для экстракционного лизиса 50 мМ 4-2-гидроксиэтил -1-пиперазинэтансульфоукислота рН 7,0 и 250 мМ NaCl, 5 мМ ЭДТА, 0,1 % нонидет Р-40, 1 мМ фенилметансульфонилфторид, 0,5 мМ дитиотреитола, 5 мМ, NaF и 0,5 мМ ортованадата натрия, содержащего 5 мкг / мл каждого из лейпептина и апротинина, и инкубируют в течение 20 мин при 4С. Микроцентрифугирование 16000 × г, 10 мин, 4С проводили для удаления клеточного дебриса с последующим быстрым замораживанием супернатантов.

Реагент для анализа белка kit II; использовали для определения концентрации белка в соответствии с протоколом производителя.

Общий клеточный белок из обработанных или необработанных клеточных экстрактов 30 мкг отделяли с помощью 10 % SDS-PAGE и подвергали электроблоттингу на нитроцеллюлозные мембраны с последующей инкубацией в течение ночи с блокирующим раствором 5 % обезжиренного молока при 4 С, а затем с первичным антителом разведение 1: 1000 в течение 2 часов.

Затем блоты трижды промывали Tween 20 / трис-буферным солевым раствором (TTBS), инкубировали с разведением 1 : 1000 вторичного антитела, конъюгированного с пероксидазой, в течение 1 часа при комнатной температуре и снова трижды промывали TTBS.

Для разработки блотов использовали реагенты для обнаружения вестерн-блоттинга с улучшенной хемилюминесценцией. Полосы были визуализированы субстратом WesternBright ECL HRP и разработаны пленкой Kodak.

Эксперименты проводили независимо ≥ 3 раз, и значения выражали как среднее \pm стандартное отклонение. Многократные сравнительные тесты были выполнены для разных групп доз. Тест Левена был использован для проверки дисперсии однородности.

Если тест Левена не выявлял значительных отклонений от дисперсионной однородности, полученные данные анализировались с использованием независимого t-критерия и одностороннего анализа дисперсионного критерия с последующим тестом множественного сравнения

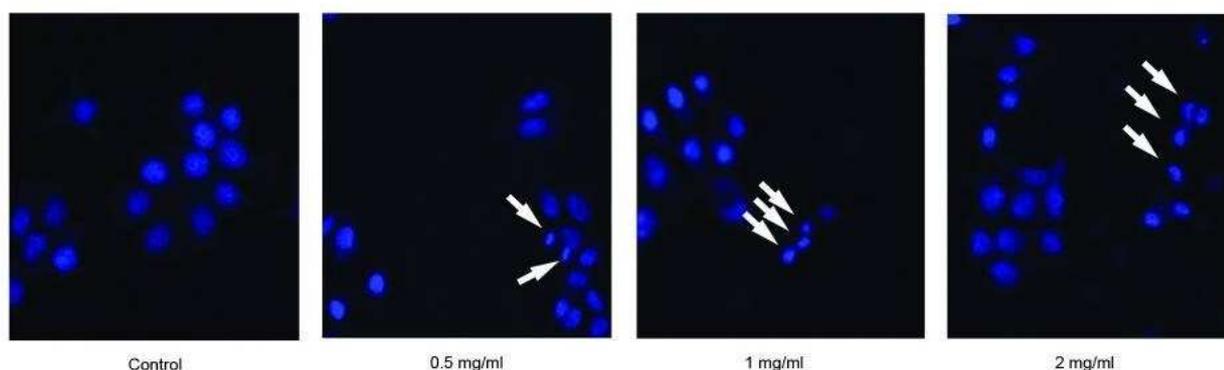
наименее значимых различий, чтобы определить, какие сравниваемые пары в группе были наиболее различны. Статистический анализ проводили с использованием программного обеспечения SPSS. Считалось, что $P < 0,05$ указывает на статистически значимое различие.

Раковые клетки обычно демонстрируют высокую скорость роста из-за дерегуляции путей апоптоза и клеточного цикла. Соответственно, индукция остановки клеточного цикла считается терапевтической мишенью при раке.

Настоящее исследование продемонстрировало, что SE значительно ингибирует пролиферацию клеток MCF-7 в зависимости от дозы. Кроме того, лечение SE индуцировало дозозависимое накопление клеток MCF-7 в фазе G0 / G1 клеточного цикла. В частности, накопление клеток было значительно увеличено по сравнению с контрольной группой в концентрациях 1 и 2 мг / мл.

Эти результаты предполагают, что ингибирующий эффект SE на пролиферацию клеток рака молочной железы MCF-7 может быть связан с индукцией остановки клеточного цикла в фазе G0 / G1. Ген-супрессор опухолей p53 играет главную роль в опосредовании ответа клеток на различные стрессоры путем репрессии или индукции различных генов, вовлеченных в апоптоз, остановку клеточного цикла и репарацию ДНК (10, 23-26). Кроме того, p53 индуцирует транскрипцию множества генов, включая p21, важный СКI и регулятор клеточного цикла. Индукция p21 приводит к ингибированию комплексов циклин-Cdk и остановке клеточного цикла (7, 8, 20, 27, 28). Комплексы циклин-Cdks контролируют прогрессирование клеточного цикла; их инактивация вызывает остановку клеточного цикла (20).

Результаты настоящего исследования показали, что p53 индуцировался, и p21 соответственно увеличивался после лечения SE дозозависимым образом. Кроме того, лечение SE привело к значительному дозозависимому снижению экспрессии циклинов D1 и E1 и Cdks 2 и 4 по сравнению с контрольной группой (рисунок).



Снижение экспрессии циклинов поэтапно

Эти данные указывают на то, что лечение SE воздействовало на контрольные точки G0 / G1 клеточного цикла через эти белки, вызывая блокирование прогрессирования клеточного цикла.

Результаты показывают, что SE индуцировал ингибирование роста клеток рака молочной железы человека MCF-7 зависимым от дозы образом, вызывая остановку фазы G0 / G1. Кроме того, остановка клеточного цикла была связана с повышением уровня p53 и p21 и понижением регуляции комплексов циклина D1-Cdk 4 и циклина E1-Cdk2, связанных с фазой G1. SE-опосредованный арест клеточного цикла также был связан с активацией апоптоза, о чем свидетельствует экспрессия белков, связанных с апоптозом, и изменения в ядерной морфологии. SE, по-видимому, индуцировал митохондриальный апоптотический каскад, о чем свидетельствует снижение экспрессии Bcl-2, активация Bax, высвобождение цитохрома c, снижение прокаспазы-3 и последующее увеличение расщепления-PARP. Уровни экспрессии FADD и расщепленной каспазы-8, белков, связанных с внешним путем апоптоза, также повышались в зависимости от дозы SE.

По итогу исследования учёные предполагают, что внутренние и внешние пути связаны с антипролиферативным действием SE на клетки MCF-7. Таким образом, SE может быть полезным кандидатом для использования в лечении и профилактике рака молочной железы человека. Необходимо провести дальнейшие исследования для подтверждения противоопухолевого эффекта SE *in vivo*. Для того чтобы продолжить и расширить исследования в этом направлении, в РФ имеются все климатические и биологические условия на территории Крыма и Южного федерального округа. Выращивание морского гребешка возможно на плантациях Крыма и Черноморского побережья. Эксперимент возможно провести на базе научных лабораторий институтов ИнБЮМа, АзНИИРХа, НМИЦа и ДГТУ.

Список литературы

1. Грей Д.К. Активация специфических апоптотических каспаз с помощью сконструированной низкомолекулярной активированной протеазы / Д.К. Грей. - 2016. - 646 с.
2. Заборский О.Р. Биомедицинский потенциал морских натуральных продуктов и получение фармакологических биоктивных натуральных продуктов / О.Р. Заборский. - 1993. - 43 с.
3. Мун Т.С. Генетическое разнообразие и популяционная структура морского гребешка *patinopecten yessoensis* в Корее, Китае и Японии с помощью случайных амплифицированных полиморфных ДНК-маркеров / Т.С. Мун. - 2012. - 471 с.
4. Маккензи Ш.Х. Таргетирование гибели клеток в опухолях путем активации каспаз. Мишень для лечения рака / Ш.Х. Маккензи. - 2008. - 10 с.
5. Сигел Р.М. Измерение апоптоза и других форм гибели клеток / Р.М. Сигел. - 2004. - 17 с.
6. Сасаки Т. Противоопухолевая активность и иммуномоделирующее действие гликопротеиновой фракции из морского гребешка *patinopecten yessoensis* / Т. Сасаки. - 1987. - 272с.

7. Цао А.С. Химиопрофилактика рака / А.С. Цао. – 2004. – 180 с.
8. Хантер Ингибиторы циклина D / Хантер. – 1994. -573 с.
9. Шерр С.Дж. Рак клеточных циклов / С.Дж. Шерр. – 1996. - 274 с.
10. Шварц Г.К. Ориентация на клеточный цикл: новый подход к терапии рака / Г.К. Шварц. – 2005. - 453 с.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА

Ю.Н. Пушилина
Тульский государственный университет,
г. Тула

***Аннотация.** Статья посвящена вопросам здоровья человека в современном мире, проанализированы основные источники негативного влияния на организм человека.*

Пристальное внимание к состоянию окружающей среды и ее влиянию на здоровье человека непрерывно растет с ростом производства и народонаселения (урбанизации), в связи с ростом разнообразных проблем окружающей среды.

Если здоровье человека – это «состояние полного физического, психического и социального благополучия, а не просто отсутствие болезни или патологического отклонения от нормы» (ВОЗ), то оно представляет собой сбалансированное равновесие тела и духа и полный баланс с окружающей средой. Болезнь, с другой стороны – это недостаточное приспособление или адаптация к окружающей среде, плохая реакция организма на неблагоприятные влияния внешней окружающей среды [1].

Ухудшение экологической обстановки приводит не только к деградации природной среды, но и тяжелыми последствиями для здоровья населения. Врожденные пороки развития у детей, преждевременная смертность людей, пораженность молодых людей сердечно – сосудистыми, легочными, онкологическими заболеваниями, ранняя инвалидность людей трудоспособного возраста – все это последствия влияния на население различных факторов, среди которых большая доля принадлежит загрязнению окружающей среды.

По данным Всемирной организации здравоохранения, заболеваемость и смертность на 50 % зависят от образа жизни, на 20 % от генетических факторов, на 10 % от работы органов здравоохранения и на 20 % от состояния окружающей среды.

Заболевания человека, связанные с загрязнениями окружающей среды, непосредственно инициируется через физические системы поддержания жизни: воздух, воду, пищу. Поскольку качество воды и пищи в значительной

мере определяется почвой, то к перечисленным системам добавляется еще одна – почва.

Главным показателем загрязнения окружающей среды служат предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ (ПДК). Пороговая величина – 1 ПДК. Если сумма всех ингредиентов загрязнения не превышает единицы, то, по мнению гигиенистов, здоровью людей ничто не угрожает. В случае увеличения числа ПДК, увеличивается и опасность для здоровья людей. Установлено, что при 5 – 6 ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе начинает увеличиваться общая заболеваемость населения, при 12 – 13 ПДК она удваивается. Дети более чувствительны к различным отрицательным воздействиям, и поэтому у них общая заболеваемость удваивается при увеличении содержания, например, окиси углерода в воздухе с 6,5 до 12 ПДК [2].

Чувствительность людей к воздействию загрязнения воздуха зависит от пола, возраста, общего состояния организма, питания, предшествовавших заболеваний, других воздействий. Лица пожилого возраста, дети, курящие, больные, страдающие хроническим бронхитом и коронарной недостаточностью, астмой, поражаются загрязнителями воздуха в большей степени.

Существенную опасность для здоровья людей представляет загрязнения атмосферного воздуха двигателями внутреннего сгорания, прежде всего автотранспорта в городах, которые выбрасывают в воздух огромные количества окиси углерода, окислов азота, ряда углеводородов, свинца. Локальные концентрации этих веществ, особенно в городских центрах, могут значительно превышать порог токсичности. Окись углерода связывает гемоглобин крови, что препятствует переносу кислорода к жизненным центрам организма, а фотохимические реакции в выхлопных газах приводят к загрязнению воздуха фотохимическими окислителями, многие из которых канцерогенны.

Важное значение в жизни населения и развитии народного хозяйства имеет использование водных ресурсов, общий объем которых в нашей стране составляет около 4720 км³/год.

Человек потребляет ежедневно довольно много воды: для удовлетворения жизненных потребностей – 5 л, на нужды личной гигиены и для бытовых потребностей – 40-50 л, сельский житель, занимающийся земледелием и животноводством – 100 л, для промышленных целей и поливного земледелия – 400-500 л на душу населения ежедневно. В этой связи опасность загрязнения воды рассматривается особенно остро и, прежде всего, с точки зрения здоровья человека.

Согласно ВОЗ (1974г.), воду следует считать загрязненной, если в результате изменения ее состава или состояния она становится менее пригодной для любых видов водопользования, в то время как в природном состоянии она соответствовала предъявленным требованиям.

Отсталые технологии, недостаток и плохая работа сооружений по очистке использованной воды, слабое развитие оборотного водоснабжения приводят к тому, что в водоемы сбрасывается огромное количество сточных вод. Основное количество сточных вод приходится на долю коммунально-бытового хозяйства и промышленности. Сброс неочищенных или недоочищенных сточных вод, дренажных и шахтных вод, попадание загрязняющих веществ из атмосферы и смывание их ливневыми и талыми водами с территории предприятий свалок, сельскохозяйственных полей и т.д. в водоемы приводит к множеству негативных последствий. В их числе – ухудшение здоровья, рост заболеваемости и смертности, сокращение и полное исчезновение промысловых рыб, гибель рекреационных и курортно-бальнеологических ресурсов, необходимость дорогостоящей очистки воды из загрязненных водоисточников для питьевого и промышленного водоснабжения.

Загрязнению, как правило, подвергаются поверхностные воды. Подземные воды обычно чистые, поскольку почва является превосходным биологическим и химическим фильтром.

Неблагоприятные последствия для здоровья человека могут иметь место не только при непосредственном использовании загрязненной воды для питья, приготовление пищи или в гигиенических целях, но и через длинные пищевые цепи типа вода – почва – растения – животные – человек или вода – планктон – рыбы – человек. Многие болезни человека вызываются водными или связанными в своем жизненном цикле с водой организмами переносчиками. На здоровье людей отражаются все виды загрязнения воды: биологического, химического, радиоактивного.

Заражение воды патогенными организмами может быть результатом природных процессов в связи с теми или иными особенностями природного комплекса, но может быть и результатом действия человека, особенно в связи со сбросом коммунальных или животноводческих отходов в водоисточники. Бактериальное загрязнение воды является непосредственной причиной таких серьезных эпидемических заболеваний, как холера, брюшной тиф, дизентерия, детская диарея и другие кишечные инфекции. С употреблением загрязненной вирусом воды связаны инфекционный гепатит, вся группа заболеваний, вызываемых паразитами (амебами, гельминтами, гвинейским червем).

Химические загрязнители воды оказывают, прежде всего непосредственное токсическое действие на человека при попадании в пищеварительный тракт. Кроме того, они могут нарушать водные экосистемы и накапливаться в водных животных, употребляемых в пищу (соли тяжелых металлов, хлорорганические пестициды). Необходимо иметь в виду и комплекс протекающих в водной среде биохимических и химических реакций, связанных с различными превращениями загрязнителей, причем продукты этих превращений могут быть более токсичными, чем исходные загрязняющие вещества (таблица).

Виды загрязнителей воды

Характер потребления воды	Загрязнители	Заболевания
Биологические		
с питьем и пищей	патогенные бактерии	холера, бациллярная дизентерия, брюшной тиф, паратифы, гастроэнтерит, детская диарея, лептоспироз, туляремия
Умывание, стирка, работа в воде	вирусы паразиты	инфекционный гепатит амебная дизентерия гельминтозы, описторхоз эхинококкоз
Проживание или нахождение близ водоемов	Паразиты Через насекомых- переносчиков	Шестосомиазис, дерматит анкилостоминоз, стронгилоидоз Малярия, онхоцеркоз (речная слепота), желтая лихорадка, трипаносомоз (сонная болезнь), филяриатоз
Химические		
С питьем и пищей	Нитраты Соединения фтора Мышьяк Селен Ртуть Свинец Кадмий Слишком мягкая вода Хлорорганические соединения (ДДТ, алдрин, эндосульфат и др.) Полициклические Ароматические углеводороды (бенапирен и др.) Анионные детергенты	Метагемоглобинемия Эндемический флюороз Интоксикация, "болезнь черной стопы" Селеноз, интоксикация минимата, интоксикация интоксикация итай-итай, интоксикация атеросклероз, гипертония, дегенеративные поражения сердца интоксикация рак интоксикация тяжелыми металлами
Радиоактивные		
Все виды потребления	Радиоизотопы (^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{232}Th , ^{238}U , ^{90}Sr , ^{131}I , ^{137}Cs)	Радиоактивные поражения

При контакте человека с загрязненной водой (купание, стирка, рыбная ловля, спорт) может иметь место проникновение через кожу различных паразитов, вызывающие тяжелые заболевания.

Химические загрязнители воды оказывают, прежде всего непосредственное токсическое действие на человека при попадании в пищеварительный тракт. Кроме того, они могут нарушать водные экосистемы и накапливаться в водных животных, употребляемых в пищу (соли тяжелых металлов, хлорорганические пестициды). Необходимо иметь в виду и комплекс протекающих в водной среде биохимических и химических реакций, связанных с различными превращениями загрязнителей, причем продукты этих превращений могут быть более токсичными, чем исходные загрязняющие вещества.

В ряде стран была отмечена достоверная обратная связь между жесткостью питьевой воды и смертностью от заболевания сердечно-сосудистой системы: в районах с мягкой питьевой водой значительно чаще встречаются заболевания атеросклерозом, дегенеративные поражения сердца, гипертония.

Международные рекомендации по требованиям к качеству воды разработаны лишь для питьевой и ирригационной (с точки зрения опасности засоления почвы) воды. В ряде районов мира применяются более высокие стандарты, чем рекомендуемые ВОЗ. Есть свои стандарты и в отдельных странах, причем очень строго детализированные для воды, применяемой в различных целях.

Загрязнения почвы связаны с применением в сельском и лесном хозяйствах пестицидов, избыточным внесением удобрений на полях, внесением вредных веществ ирригационными водами, накоплением отходов промышленности, полеводства и животноводства, антисанитарным состоянием населенных мест и рекреационных зон, а также выпадением атмосферных загрязнений в локальном и глобальном масштабе.

Все почвенные загрязнители могут включаться в пищевые цепи и в конечном итоге с продуктами питания попадать в желудочно-кишечный тракт либо попадать в воду и через нее в человека.

Особо серьезное значение имеет зараженность почв кишечными паразитами, особенно в развивающихся странах, что связано с антисанитарным удалением физиологических отходов и почти повсеместным отсутствием закрытой канализации: около одной трети населения мира поражено анкилостомидозом и одна четверть населения имеет в желудочно-кишечном тракте *Assarislumbricoides*. Много и других гельминтов попадает в человека из почвы.

Загрязнение почв тяжелыми металлами также приводит к отравлениям. Пшеница, выращенная на почве с избытком селена, может накопить его до 30 мг/кг без ущерба массе урожая; на пастбищах особенно концентрируется селен астрагал, вызывая токсикоз у поедающих эту траву животных. Свинец, ртуть, мышьяк попадают в почву из пестицидов, накапливаются в ней и далее

попадают в сельскохозяйственные продукты.

Много беспокойства вызывает загрязнение почв твердыми отходами городов, промышленных предприятий, рудников, многие из которых являются высокотоксичными, а некоторые канцерогенными. Установлено, что твердые промышленные отходы являются главным источником загрязнения почвы токсическими химическими веществами.

В заключение необходимо отметить, что влияние неблагоприятных экологических факторов на здоровье современного человека уже не поддается сомнению. Разнообразии проблем окружающей среды и негативного влияния на организм человека поражает. Много нерешенных проблем остается и требует детальной проработки, а возможно, и пересмотра множества нормативных документов, регламентирующих предельные уровни концентраций большинства загрязняющих веществ.

Список литературы

1. <http://ekois.net/voz-vozdjestvie-faktorov-okruzhayushhej-sredy-na-zdorove/>

2. Кислякова Ю.В. Влияние факторов окружающей среды на здоровье населения: статистика и современные тенденции // Научное сообщество студентов XXI столетия. Естественные науки: сб. ст. по мат. LIV междунар. студ. науч.-практ. конф. № 7(53). URL: [https://sibac.info/archive/nature/7\(53\).pdf](https://sibac.info/archive/nature/7(53).pdf) (дата обращения: 12.02.2020)

3. Пушилина Ю.Н. Комплексный подход к созданию и благоустройству среды, окружающей человека // Инновационные наукоемкие технологии: доклады VI международной научно-практической конференции; под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2019. С. 57-60

4. https://studopedia.su/11_24116_lektsiya----zdorove-cheloveka-i-okruzhayushchaya-sreda.html

АДАПТАЦИЯ К СРЕДЕ ОБИТАНИЯ

К.С. Шишова

Тульский государственный университет,
г. Тула

Аннотация. В статье рассмотрена способность живых организмов адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды.

Актуальность работы обусловлена нарастающим напряжением во взаимоотношениях человека и природы, стремительным ухудшением экологической и климатической обстановки, вследствие попыток человека не только приспособиться к среде обитания, но и приспособить ее для себя.

Непрерывный процесс приспособления человека к социальным и природным условиям называется адаптацией. Так или иначе, исторически

жизнь людей связана с адаптацией. Например, движение небесных тел вызывает циклическую смену климатических условий, а научно-технический прогресс, в сфере информационных технологий приводит к глобальной перестройке привычного уклада жизни современного человека [1], сделав возможным то, что несколько десятилетий назад казалось просто невозможным.

Адаптация организма к физическим нагрузкам изначально были нужны для выживания в сложных условиях внешней среды. Например, охота, обработка почвы и постройка жилья требовали физических сил. В наше время необходимость использования физической силы сошла к минимуму, ведь технологии избавили человека от этого. Сейчас подняться на верхние этажи дома можно с помощью лифта, тяжелую работу, такую как вскапывание земли можно осуществить при помощи техники. Люди имеют возможность выхода в космос – среду, в которой нет кислорода. Таким образом, сложности приспособления человека к внешней среде сведены к минимуму в отличие от эпохи, когда ход развития диктовала природа. В настоящее время огромное влияние на качество жизни оказывает социальный фактор. Однако, сложности при адаптации человека к окружающей среде могут возникнуть и сейчас. Так, в последнее время наблюдается стремление к урбанизации – росту городов. Это вызывает увеличение процента городского населения в мире. Так как проживание в больших городах непосредственно связано с высокими интеллектуальными и информационными нагрузками, это приводит к усталости и эмоциональным стрессам людей. Существует угроза среде обитания и дикой природе. Стремительный рост городов, промышленности и развитие сельского хозяйства – все это разрушает среду обитания. Когда она окончательно исчезнет, с ней исчезнут и многие виды растений и животных. Например, такие важные экологические зоны, как моря и болота загрязняются и гибнут. Стремление к дорогим мехам и украшениям из кости, ежегодно приводит к гибели миллионов животных. Множество животных вылавливают для зоопарков, для промышленного использования и медицинских исследований. Например, такие животные как гепард и полярный медведь, встречаются теперь очень редко. Большой ущерб животному миру наносит законная, а чаще всего и незаконная торговля животными.

Среда человека – это само по себе сложное понятие. Оно включает в себя все то, что окружает человека и обеспечивает его существование. К среде человека можно отнести и климат, и самих людей, составляющих социум и духовное наследие, которым обладает человек. Она изменчива, и, в то же время, и постоянна. Поэтому человеку приходится адаптироваться к своей среде обитания. Именно этими вопросами занимается социальная экология. В то же время адаптация – это всего лишь начальный этап, на котором преобладают реактивные формы поведения человека. Человек не останавливается на этом этапе. Он проявляет духовную, интеллектуальную, физическую активность, преобразуя окружающую среду.

Некоторые механизмы адаптации заложены генетически. К ним относится приспособление к изменению температур, к темноте или яркому свету, ко вкусу еды и пр. В иных случаях не обходится без сознательных усилий: проявления личностных качеств, например, для приспособления, к различным условиям труда, этическим и моральным правилам и нормам поведения, принятых в конкретном обществе, к коллективу людей. По сравнению с животными человек владеет более широким набором механизмов для адаптации, чем и объясняется его выживание как биологического вида и как человека разумного [2].

Среда обитания человека не ограничивается лишь климатическими условиями. К ней относится, например, еще и местность: городская или сельская. Последняя является объективно более благоприятной для человека: этому способствуют лучшая (по сравнению с городом) экологическая обстановка и более спокойный ритм жизни. Размеренному темпу жизни, преобладающему в традиционном сельском сообществе, соответствует характер поведения, поддерживающегося бессознательно. Городские жители, напротив, находятся в постоянном стрессе и подвержены различным раздражителям. Все эти воздействия требуют от человека незамедлительных реакций. Тем не менее, несмотря на все негативные факторы, большая часть населения выбирают мегаполис местом постоянного проживания. В процессе эволюционного развития человек приспособился, прежде всего, к более естественным для него ритмам сельской жизни. Поэтому не располагает надежными средствами для адекватного реагирования на различные городские раздражители. Человек адаптируется к жизни в городе, но испытывает при этом стресс, определяемый как переживание отрицательных, дискомфортных ощущений физиологического и психического характера при столкновении с неизвестными ему устойчивыми раздражителями, являющимися частью среды города, которые требуют от него тех или иных реакций. В процессе своей жизни человек постоянно сталкивается с опасностями и чрезвычайными ситуациями, которые весьма разнообразны и связаны с природными, техногенными, экологическими, социальными и другими явлениями и процессами. Источниками могут быть природные катаклизмы, вызывающие стихийные бедствия; экологические, связанные с нарушением равновесия в деятельности человека и окружающей природной среды; техногенные, возникающие при авариях и катастрофах в производственной сфере, на транспорте, в системах коммуникаций; социальные, связанные с противоречиями в сфере общественных отношений, и прочие. Эти крайне опасные явления и процессы направлены на социум, т.е. на конкретных людей, общественные и государственные структуры и окружающую их среду (природную, производственную, социальную), вне которой просто не может существовать социум. В силу этого их нужно не только знать, уметь идентифицировать, прогнозировать, но и защищаться от них – предупреждать, локализовать, нейтрализовать, пресекать, а если есть такая необходимость, то и ликвидировать. Благодаря биосоциальной природе

человека адаптации его к условиям обитания имеют отчасти биологическую, но главным образом социальную природу. В настоящее время преобладающее значение для освоения человеком новых сред обитания и создания лучших условий жизни в уже освоенных средах имеют социально-гигиенические мероприятия, результатом которых служит совершенствование средств и систем жизнеобеспечения, достижение состояния комфорта в местах обитания людей. Адаптации создаются по отношению к факторам как природной, так и искусственной среды, поэтому они носят не только характер экологический, но и социально-экономический характер. Каждый человек представляет собой индивидуальность, поэтому экологические и социально-экономические адаптации дополняются психологическими. Индивидуальные и групповые адаптации человека в отличие от биологических адаптации растений и животных обеспечивают наряду с выживанием и воспроизведением потомства выполнение им социальных функций, важнейшей из которых является труд. Социально-гигиенические мероприятия, направленные на оптимизацию условий жизни и производственной деятельности, включают устройство жилищ и других помещений, конструкцию одежды, организацию питания и водоснабжения, рациональный режим труда и отдыха, сознательно направленную тренировку организма и многое другое. В основе адаптации человека лежат социально-экономические механизмы. Состоянию естественных приспособительных и защитных механизмов, составляющих биологическое наследие людей, также принадлежит важная роль. Достаточно демонстративно эта роль выявляется при переходе в местообитания с экстремальными условиями, которые проявляются благодаря наличию на заселяемой территории экологического фактора или комбинации факторов, оказывающих на здоровье человека выраженное неблагоприятное действие [3].

Рациональность живой природы – это результат исторического развития видов в определённых условиях. Именно поэтому она и имеет временный характер. В процессе эволюции, успеха добиваются те организмы, которые лучше остальных приспособляются к окружающей среде. Если условия среды меняются, то организм, для того, чтобы выжить и продолжить размножаться, приспособляется путём модификации, но только в рамках определённой для него нормы реакции. Норму реакции определяют гены, а уже от внешней среды зависит то, какой вариант в этих пределах нормы реакции в данном случае осуществляется. Каждое приспособление и их комплекс не появляются в готовом виде, а развиваются в процессе борьбы за существование, в результате отбора случайных наследственных изменений в ряду поколений, которые повышают жизнеспособность организмов в определённых условиях среды. Другими словами, приспособленность организмов есть результат действия движущих сил эволюции в данных условиях существования.

Адаптация – древнейший механизм, обеспечивающий выживание живых организмов и формирование устойчивой экологической системы.

Современные реалии диктуют новые условия, влияющие на все процессы живой и неживой природы. Последствия такой деятельности ужасают своими масштабами.

На основании проведённого анализа можно сделать вывод, что адаптация обеспечивает выживание живых организмов и формирование устойчивой экологической системы. В частности, человек со временем научился не только самостоятельно адаптироваться к окружающему его миру, но и до определенной степени изменять этот мир под свои нужды.

Список литературы

1. Ротенберг В.С. *Поисковая активность и адаптация* / В.С. Ротенберг, В.В. Аршавский. – М., 2004. – 190 с.

2. Пушилина Ю.Н. *Экологические основы архитектурного проектирования: учеб. пособие* / Ю.Н. Пушилина. – Тула: Аквариус, 2015. – С. 172-176

3. Милославова И.А. *Понятие и структура социальной адаптации. Автореферат дисс. канд. филос. наук* / И.А. Милославова. – Л.: 2004, 24 с.

4. Ярыгин В.Н. *Биология* / В.Н. Ярыгин, В.И. Васильева, И.Н. Волков, В.В. Синельщикова. – М.: Высшая школа, 2003. – Кн.1. – 432 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В Г. НОВОЧЕРКАССКЕ

Н.В. Ляшенко, А.С. Рубан

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова,
г. Новочеркасск

Аннотация. Проведен анализ существующей системы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в г. НОВОЧЕРКАССКЕ. Обосновано усовершенствование инструментально автоматизированной и применение расчетно-аналитической систем сбора данных.

Новочеркасск Ростовской области является индустриальным городом, для которого экологические проблемы селитебных территорий остаются актуальными несмотря на снижение в последние годы антропогенных загрязнений атмосферы. В период перестройки многие предприятия города прекратили свое существование. Но, тем не менее, продолжают работать крупные предприятия, являющиеся загрязнителями атмосферы, такие как Филиал ОГК-2-Новочеркасская ГРЭС, ООО «ПК «НЭВЗ» и АО «ЭПМ-НЭЗ».

Для объективной оценки экологической ситуации селитебных территорий города требуются объективные данные экологического мониторинга и их анализ.

До 2003 года на территории г. Новочеркаска функционировали три стационарных поста наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха (ПНЗ). Пост №13 на ул. Гвардейская позволял получить информацию об уровне загрязнения воздуха в бывшем Промышленном районе города. Два поста, расположенные в бывшем Первомайском районе города на проспекте Баклановский (ПНЗ №14) и площади Левски (ПНЗ №11), были предназначены для получения информации об уровнях загрязнения воздуха выбросами автотранспорта и промышленных предприятий этой части города. С 2003 по 2017 гг. постоянного систематического мониторинга за состоянием атмосферного воздуха на территории города не осуществлялось.

В настоящее время мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в Российской Федерации осуществляется в рамках государственного мониторинга окружающей среды и регламентируется Федеральными законами №7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды» и №96-ФЗ от 04.05.1999 «Об охране атмосферного воздуха», а также Постановлением Правительства РФ №477 от 06.06.2013 «Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды». Функции мониторинга окружающей среды и ее загрязнения выполняет Росгидромет, осуществляющий деятельность непосредственно и через свои территориальные органы в соответствии с Постановлением Правительства РФ №372 от 23.07.2004 «О Федеральной службе по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». В Ростовской области территориальным органом Росгидромет является Департамент Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по Южному и Северо-Кавказскому федеральным округам (ЮФО и СКФО).

Приказом Департамента Росгидромета по ЮФО и СКФО №12 от 02.02.2017 был утвержден Перечень стационарных пунктов наблюдений за состоянием окружающей среды и её загрязнением, в соответствии с которым на территории города Новочеркаска должны быть размещены три стационарных поста наблюдения по аналогии с существовавшими до 2003 г.: ПНЗ №11 – пл. Левски; ПНЗ № 13 – ул. Бердичевского 17; ПНЗ № 14 – пр. Платова 33. Фактически администрацией города при содействии руководства АО «ЭНЕРГОПРОМ Новочеркасский электродный завод» первый пост был установлен в январе 2017 года на пересечении пр. Баклановский и ул. Пушкинская, второй – в августе 2018 года в районе перекрёстка улиц Гагарина и Трамвайной. Оба поста размещены в зоне влияния автомобильных магистралей. Третий стационарный пункт наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха установлен 27 декабря 2019 г. на пересечении улиц Свободы и Комарова в бывшем Промышленном районе города для мониторинга загрязнения атмосферы, определяемых выбросами ООО «ПК «НЭВЗ» и АО «ЭПМ-НЭЗ». Мониторинг состояния

атмосферного воздуха посредством установленных экологических постов на территории города планируется осуществлять специалистами ФГБУ «Северокавказское УГМС» (Росгидромет) в рамках государственного контракта с министерством природных ресурсов и экологии Ростовской области.

Установленные три стационарные поста наблюдения не позволят обеспечить мониторинг загрязнения атмосферы и селитебной территории определяемых выбросами «ОГК-2» Новочеркасская ГРЭС. По расчетам ФГБУ ГГО им. А.И. Воейкова для достоверного получения информации о состоянии приземного слоя атмосферы в г. Новочеркасске необходимо установить пять стационарных постов. Разработанный в ЮРГПУ(НПИ) пакет вычислительных программ «VITECON» позволил определить расчетным путем оптимальное расположение стационарного пункта наблюдения с учетом местоположения тепловой электростанции и преобладающей розы ветров [1, 2]. В связи с этим, мы рекомендуем установить четвертый стационарный пост контроля в пер. Перовского. Также нами предлагается дополнить инструментально автоматизированную систему сбора расчетно-аналитической системой, которая будет включать: банк данных источников загрязнения воздушной среды, что дает возможность осуществлять прогноз приземных концентраций загрязняющих веществ; банк данных постов наблюдений и статистических сведений о заболеваемости населения для определения предиктивных рисков. Реализация предложенной системы мониторинга позволит получать оперативные сведения о состоянии атмосферного воздуха, прогнозировать уровень загрязнения в приземном слое, определять уровень экологического риска, оценивать эффективность природоохранных мероприятий и разработка рекомендаций по оздоровлению воздушной среды.

Список литературы

1. *Ляшенко Н.В. Основные аспекты построения региональной модели переноса и рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе // Проблемы геоэкологии, полезных ископаемых и экологии Юга России и Кавказа: Материалы III Международной науч. конф., посвященной 100-летию проф. А.В. Пэка - Т. 3 - Юж.-Рос. гос. техн. Ун-т (НПИ). - Новочеркасск, 2002. – С.203-207.*
2. *Фролов А.В., Ляшенко Н.В., Резник Л.А. Обоснование необходимости создания в г. Новочеркасске информационно-аналитической системы социального эколого-гигиенического мониторинга и безопасности окружающей среды // Техносферная безопасность, надежность, качество, энергосбережение: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Вып. XV - Ростов н/Д: РГСУ, 2013. - Т. 1. - С. 400-405.*

РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В СРЕДЕ LABVIEW ДЛЯ НАРАБОТКИ ФАКТИЧЕСКИХ ДАННЫХ С ЦЕЛЬЮ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ОПТИМИЗАЦИИ МОДЕЛЕЙ В МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОМ СЛУЧАЕ

С.П. Смирнов, В.В. Мошкин, Ю.И. Жданова
МИРЭА-Российский технологический университет,
г. Москва

Аннотация. В докладе представлена фактическая реализация расширения возможностей имитационного моделирования в системе Labview за счет подключения внешних устройств контроля и инициации сбора данных с управлением из Labview. Представленное решение успешно использовано для сбора массивов экспериментальных данных, которые, далее, анализировались по множеству критериев.

В последние десятилетия существенно возросла сложность разрабатываемых инженерами изделий и доступные и распространенные ранее подходы с разработкой натуральных макетов установок и полнофункционального прототипирования в случае инфраструктурных или промышленных объектов оказываются все более и более дорогими, что привело к появлению методологий и технических средств моделирования сложных технических систем, например, Labview. Визуальная система программирования и моделирования Labview имеет множество положительных сторон, но это всего лишь инструмент, который настраивается конкретным инженером в рамках своего собственного понимания поставленной задачи. В то же время реальное поведение реальной системы, например, в процессе опытной эксплуатации или натуральных экспериментов с отдельными модулями или компонентами системы или системы систем, может отличаться от модели. Кроме того, достаточно сложно смоделировать поведение целевой системы за пределами допустимых параметров функционирования.

Компания National Instruments предоставляет для Labview обширный спектр аппаратных средств для стыковки с реальным оборудованием. Единственный существенный недостаток этого предложения – это относительная дороговизна решения, что, например, затрудняет для образовательного учреждения построение полноформатной лабораторной или научно-практической работы с использованием Labview и какой-то достаточно сложной аналоговой установки.

Стандартная библиотека LIFA, позволяющая реализовать аппаратный интерфейс обмена на основе Arduino, обладает в реальном применении рядом недостатков в связи со своей относительной универсальностью. В первую очередь, речь идет о недостаточном быстродействии и недостаточной приспособленности к сбору массивов данных.

В связи со сказанным произведена разработка практического устройства для обеспечения управления внешней аппаратурой и соответствующей программы для Labview, управляющей этим устройством.

Задача формирования импульса с заданными характеристиками – определенной длительности с заданными задержкой относительно фронта или спада синхросигнала – достаточно распространена. В приборе или установке можно использовать один генератор синхронизации, относительно которого, с помощью схем задержки формирования импульса, получить необходимые сигналы управления отдельными компонентами. Последние 20 лет современные устройства преимущественно разрабатываются на основе ПЛИС или микроконтроллеров – это позволяет осуществлять настройку параметров генерации или изменения сигнала, а также реализовывать требуемое количество выходных каналов, каждый из которых имеет собственные настройки. При этом, в условиях имитационного моделирования возникает необходимость построения человеко-машинного или машинно-машинного интерфейса для управления аппаратным генератором.

Предлагаемый комплекс программного виртуального прибора и аппаратного устройства разработан для демонстрации возможностей реализации гибкого управления генератором, реализованным на основе распространенного и дешевого комплекта Arduino с помощью виртуального прибора, реализованного в среде графического программирования Labview.

Первоначально, прибор разработан для использования в студенческих лабораторных работах [1], но, далее, был модифицирован для использования в многоканальном варианте и был успешно применен в научных исследованиях.

Разработанный прибор позволяет генерировать сигналы управления уровня TTL в 8 каналах с периодом следования до 40 секунд, длительностью импульса от 0.1 мс до 32 секунд, с возможностью синхронизации с внешним источником по фронту или спаду импульса и программируемой задержкой от 0 до 3.2 секунд.

Общая схема подключения компонент разработанного прибора в одноканальном режиме приведена на рисунке 1.

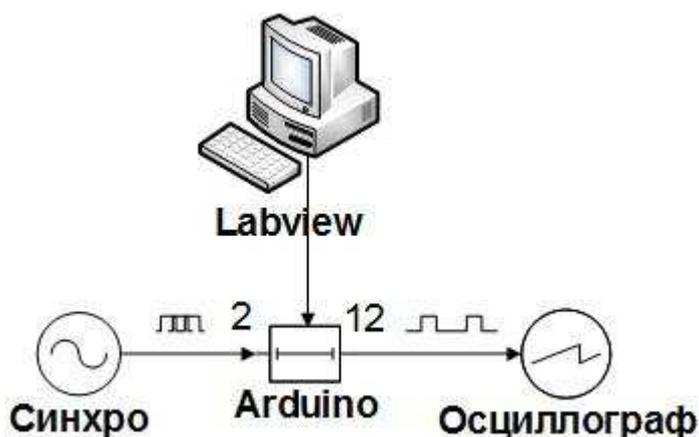


Рис. 4. Схема прибора для расширения возможностей имитационного моделирования

Для обеспечения возможности управления прибором реализован командный интерфейс с ПК, реализующий следующие команды, синтаксически совместимые с командами управления по стандарту IEEE 488.2 [2]:

*IDN?	Команда идентификации устройства. При правильно подключенном и функционирующем приборе выдается ответ «ARDUINO 328P BASED GENERATOR»
*RESET	Команда сброса прибора в начальное состояние. Команда обрабатывается в любом статусе прибора. Генерация, если она осуществлялась, прекращается. Ответ прибора «RESET OK»
*STATUS?	Запрос статуса прибора. Команда обрабатывается в любом статусе прибора. Возможные возвращаемые значения: «IDLE» – прибор в режиме «холостого хода». «RUN» - прибор в режиме генерации. «ERROR» – статус глобальной ошибки (зарезервировано)
*STATUS CHANNEL=N?	Запрос статуса канала N. Команда обрабатывается в любом статусе прибора. Возможные возвращаемые значения: «IDLE» – канал не работает. «RUN SYNC» – канал в режиме генерации по синхросигналу «RUN ONCE» – канал в режиме генерации одиночного импульса «RUN CYCLE» – канал в режиме генерации пачки импульсов «ERROR» – статус глобальной ошибки (зарезервировано)
*STATUS MEASURE?	Запрос статуса сбора данных. Команда обрабатывается в любом статусе прибора. Возможные возвращаемые значения: «IDLE» – прибор в режиме «холостого хода». «RUN X/Y» – идет сбор данных, собрано X из Y отсчетов. «READY» – данные готовы. «ERROR» – статус глобальной ошибки (зарезервировано)

*RUN:ONCE WIDTH=X CHANNEL=N?	Генерация одиночного импульса длительностью X миллисекунд в канале N.
*RUN:CYCLE WIDTH=X PERIOD=Y COUNT=Z CHANNEL=N?	Генерация пачки одинаковых импульсов длительностью X миллисекунд с периодом следования Y миллисекунд. Количество импульсов в пачке Z.
*RUN:SYNC WIDTH=X DELAY=Y RAISE=A MIN=B MAX=C CHANNEL=N?	Генерация импульсов длительностью X сотен микросекунд с задержкой Y сотен микросекунд по каналу N. A = 0 – синхронизация по фронту синхросигнала, 1 – синхронизация по спаду синхросигнала. B = минимальный период следования синхросигнала в миллисекундах. C = максимальный период следования синхросигнала в миллисекундах. Допустимый период следования синхросигнала 1 мс – 32 секунды в промежутке от B до C.
*RUN:MEASURE COUNT=Z DELAY=X?	Запуск режима сбора данных по аналоговому каналу. Собирается Z отсчетов сигнала с момента подачи команды с задержкой X миллисекунд между отсчетами. Z не более 256.
*RUN:MEASURE COUNT=Z RAISE=A CHANNEL=N?	Запуск режима сбора данных по аналоговому каналу. Собирается Z отсчетов сигнала с синхронизацией по фронту или спаду сигнала в канале N. Z не более 256.
*RUN:DATA?	Запрос на получение данных полученных в режиме сбора данных. Данные передаются в формате A.BBB, разделяемые символом запятой. Где A целая часть, BBB – дробная часть. Первое число возвращаемых данных – количество отсчетов.

Виртуальный прибор LabView разработан для подачи команд управления устройством и получения статуса выполнения команд в текстовом виде. Графическая программа прибора приведена на рисунке 2.

Программное обеспечение микроконтроллера без особенностей. Работа с периферийными устройствами и сервисами описана в литературе по программированию Arduino – найти ее не представляет сложностей. Исходные коды одноканальной версии, не имеющей функционала сбора данных, которую можно свободно использовать или модифицировать приведены в [1].

В результате выполнения работы успешно реализован стык Labview-Arduino с использованием библиотеки VISA и самостоятельного разработанного программного обеспечения для микроконтроллера.

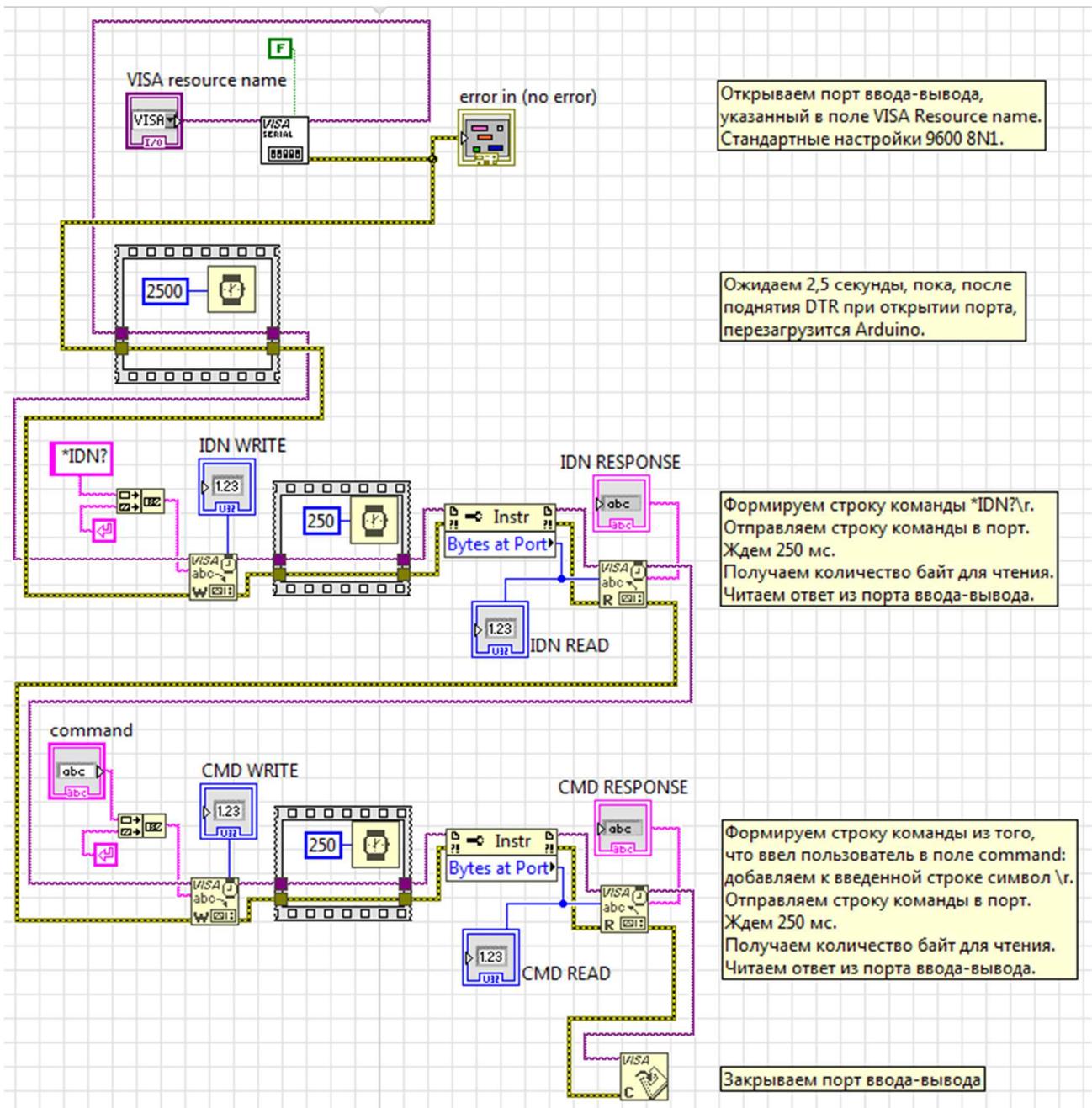


Рис. 5. программа управления генератором из Labview

Результаты работы были успешно применены при модернизации экспериментальной установки для исследования взаимодействия электромагнитных и акустических волн в магнитоупорядоченных средах [3]. С помощью разработанного устройства осуществляется синхронизация работы двух задающих генераторов радиоимпульсов для формирования электромагнитной и акустической волн в образце из монокристалла гематита, импульсного высоковольтного усилителя в канале формирования электромагнитного волны и цифрового осциллографа. Установка работает под управлением программного обеспечения, разработанного в среде Labview. В процессе проведения исследований с помощью описанного устройства в автоматическом режиме по заданной программе производится изменение временных задержек электромагнитных и акустических импульсов с

последующей регистрацией результатов их взаимодействия на осциллографе. Использование устройства синхронизации позволило обеспечить работу современных программно-управляемых измерительных приборов со стандартными интерфейсами совместно с автономной измерительной аппаратурой, имеющей только вход внешней синхронизации.

Список литературы

1. Смирнов С.П. Генератор импульсов на базе Arduino, управляемый из Labview / С.П. Смирнов, В.В. Мошкин. – М. Радио, 2018. – №10. – С 62-65.
2. Стандарт ANSI/IEEE 488.2-1992 «IEEE Standard Codes, Formats, Protocols, and Common Commands».
3. Мошкин В.В., Мошкина А.В., Преображенский В.Л., Pernod P. Экспериментальные исследования параметрического преобразования акустических волн в кристалле гематита // Измерение, контроль, информатизация: материалы XVI международной научно-технической конференции. Том 2 / под ред. Л.И.Сучковой. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015. – С. 18-21.

К ВОПРОСУ О КВОТИРОВАНИИ ВЫБРОСОВ ПРЕДПРИЯТИЙ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

А.Ю. Лукин¹, Т.Е. Гилёва¹, Н.В. Костылева^{1,2}

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Уральский государственный научно-исследовательский институт
региональных экологических проблем» (ФГБУ УралНИИ «Экология»),

² ФГБОУ ВО ПГНИУ, кафедра биогеоценологии и охраны природы,
г. Пермь

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы готовности введения квотирования выбросов в атмосферный воздух по результатам сводных расчетов рассеивания выбросов

На протяжении трех последних лет широко обсуждалась необходимость внесения изменений в Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» [2] и ряд других законодательных актов в части государственного регулирования сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха и квотирования выбросов в атмосферный воздух на их основе. Для этого Минприроды России были подготовлены несколько версий проекта Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» и отдельные законодательные акты в части снижения загрязнения атмосферного воздуха, а также о проведении эксперимента по квотированию выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух» (далее Законопроект) [4], который предусматривал:

– легитимизацию понятия, проведения и организации сводных расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ, общая полезность которых в качестве инструмента для решения задач мониторинга и контроля не вызывает сомнения;

– разработку и утверждение порядка выполнения сводных расчетов загрязнения атмосферы и их применения при нормировании выбросов вредных (загрязняющих) веществ, включая использование системы квотирования;

– организацию государственного управления экспериментом по нормированию выбросов путем ограничения выбросов предприятий посредством введения квот на выбросы в атмосферу, установленных по результатам сводных расчетов загрязнения атмосферы.

26.07.2019 после завершения обсуждения [4] и проведения его корректировки по замечаниям был принят Федеральный закон «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха» № 195-ФЗ [8].

Важнейшими понятиями, введенными и расширенными в воздухоохранном законодательстве путем ведения в действие [8] стали понятия «квотирование» «квоты выбросов» и «сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха», на основе которых, согласно [8], и должно проводиться квотирование выбросов. Сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий и автотранспорта города (региона) – такие расчеты приземных концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) по данным об их выбросах, в которых используется информация о выбросах всех источников загрязнения атмосферы (ИЗА), расположенных на территории рассматриваемого города (региона) [1]. Следует отметить, что само понятие «сводные расчеты» и возможность их использования для регулирования выбросов в настоящее время в законодательстве Российской Федерации до введения в действие [8] отсутствовали.

Согласно [8] «квоты выбросов – величины допустимых выбросов, устанавливаемые с учетом допустимых вкладов в концентрацию и (или) целевых показателей снижения выбросов для источников выбросов и (или) их совокупности на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду, в том числе на объекте транспортной, коммунальной или социальной инфраструктуры».

Следует отметить, что термин «квоты выбросов», применяемый за рубежом, имеет несколько иной характер и в основном используется для экономического стимулирования предприятий к снижению выбросов. В формулировке из [8] термин «квоты» по своему истинному содержанию и значению ничем не отличается от употребляемого в Российской Федерации термина «нормативы предельно допустимых выбросов».

В настоящее время нормативные документы предусматривают при разработке нормативов допустимых выбросов для предприятий учет выбросов других источников загрязнения атмосферы путём учета фоновой загрязненности (фона). Подход к установлению нормативов выбросов с учетом фоновой загрязненности был предусмотрен в ОНД-86 («Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий») [6] до 01.01.2018 г., а в настоящее время «Методами расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе», утвержденных Приказом Минприроды России от 06.06.2017 № 273 [3].

Фоновые концентрации запрашиваются в органах Росгидромета и рассчитываются по результатам регулярных наблюдений на его стационарных постах по ограниченному количеству загрязняющих веществ по данным инструментальных измерений и показывают загрязнение атмосферы. То есть применение фона уже означает учет влияния и других предприятий, и автотранспорта и всех прочих источников выбросов.

В том случае, если по отдельным веществам наблюдения Росгидрометом не проводятся, то предприятию может быть выдан фон по результатам сводных расчетов загрязнения атмосферы (расчетный фон), что предусмотрено [3] и выполняется в уже двух регионах Российской Федерации – Татарстане и Красноярском крае.

Совершенно понятно, что нормирование выбросов загрязняющих веществ с учетом расчетного фона возможно только при наличии в городе (населенном пункте) сводных расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ. Федеральный закон [8] предлагает не только легитимное понятие «сводные расчеты», а также отработку механизма квотирования выбросов в рамках эксперимента в ряде городов. Как указано в статье 1 [8], «В целях обеспечения снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха в отдельных городских поселениях и городских округах (в том числе с внутригородским делением) провести в городских округах Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец и Чита (далее – территории эксперимента) эксперимент по квотированию выбросов загрязняющих веществ (за исключением радиоактивных веществ) в атмосферный воздух (далее – выбросы) на основе сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха (далее – сводные расчеты)». При этом, как указано в п. 4 статьи 5 [8]: «4. На основе сводных расчетов выполняются расчет и оценка риска для здоровья человека, по результатам которых с учетом заключения о проведении сводных расчетов определяется перечень приоритетных загрязняющих веществ для каждой территории эксперимента».

Согласно п. 6 ст. 5 [8] «Перечень квотируемых объектов формируется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим государственный надзор в области охраны атмосферного воздуха, при участии федерального органа исполнительной власти, осуществляющего федеральный

государственный санитарно-эпидемиологический надзор, и уполномоченного органа субъекта Российской Федерации». А согласно п. 7 ст. 5 [8] «Для квотируемых объектов с учетом допустимых вкладов в концентрацию и (или) целевых показателей снижения выбросов устанавливаются квоты выбросов в соответствии с правилами квотирования выбросов, определяемыми федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере охраны окружающей среды».

Таким образом, Федеральный закон [8] лишь предлагает провести дублирование уже существующей системы нормирования выбросов, ужесточая требования к предприятиям.

Возвращаясь к эксперименту, следует указать, что нормирование выбросов с использованием квотирования на основе сводных расчетов выбросов – не новый метод, такие эксперименты уже проводились в ряде городов России.

Так, в Пермском крае (тогда ещё Пермской области) с 1994 г. на основе сводных расчетов была внедрена система динамического анализа и нормирования выбросов загрязняющих веществ (ЗВ), основанная на собственной методике равного квотирования выбросов. Нормативы предельно допустимых выбросов (нормативы ПДВ) устанавливались предприятиям на основании допустимого вклада концентрации, формируемой выбросами ЗВ предприятия, который должен был обеспечивать соблюдение гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха (ПДК м.р.) в расчетных контрольных точках. Внедрение локальной автоматизированной системы динамического анализа состояния и загрязнения атмосферы «ЛАДА» (далее Система) в городах Пермской области было узаконено региональными нормативно-правовыми и методическими документами. Используемая в Системе методология равного квотирования была разработана Госкомэкологии Пермской области и вошла в Рекомендации по определению допустимых вкладов в загрязнение атмосферы выбросов загрязняющих веществ предприятиями с использованием сводных расчетов загрязнения воздушного бассейна города (региона) выбросами промышленности и автотранспорта, утвержденные [7]. В Пермском крае Система, применяемая для нормирования выбросов на основе сводных расчетов, действовала с 1994 года почти 15 лет.

В 1999 г. вышел приказ Госкомэкологии [7], в котором опыт проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов в практике воздухоохранной деятельности был признан положительным. Согласно приказу [7], в 12 регионах Российской Федерации (Волгоградская, Воронежская, Курская, Псковская, Новгородская, Пермская, Свердловская, Челябинская, Калужская, Курганская, Вологодская области, Удмуртская Республика) необходимо было обеспечить создание компьютерных банков данных о выбросах промышленных предприятий и автотранспорта и применение системы сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха

выбросами промышленности и автотранспорта при нормировании выбросов на основе имеющихся наработок в этом направлении. Приказ Госкомэкологии № 66 [7] утвердил следующие документы:

- Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов;

- Методическое пособие по выполнению сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий и автотранспорта города (региона) и их применению при нормировании выбросов;

- Рекомендации по определению допустимых вкладов в загрязнение атмосферы выбросов загрязняющих веществ предприятиями с использованием сводных расчетов загрязнения воздушного бассейна города (региона) выбросами промышленности и автотранспорта.

Однако, чем дольше в Пермском крае работала Система, тем больше вопросов к ней появлялось. Основные вопросы были такими:

- 1) у предприятий – прежде всего, в законности использования подхода к нормированию (квотированию) выбросов на базе сводных расчетов ввиду отсутствия в Федеральном законодательстве понятия сводные расчеты и возможности их использования для нормирования выбросов;

- 2) у разработчиков Системы – к многовариантности решения поставленной задачи квотирования. Опыт работы Системы показал, что квотирование, основанное даже исключительно на санитарно-гигиеническом подходе, в основе которого лежит соблюдение ПДК м.р., имеет много нерешенных и даже не решаемых однозначно вопросов.

- 3) большую сложность составляет учет выбросов от автотранспортных магистралей городов, так как по ряду городов вклад автотранспорта был очень значительный, а сами выбросы автотранспорта исключались из перечня нормируемых (квотируемых) объектов, так как нормативы выбросов для передвижных источников устанавливаются техническими и технологическими регламентами для автотранспорта и прочими техническими документами.

Почему же Система нормирования, основанная на результатах сводных расчетов, в Пермском крае прекратила свое существование? Причины таковы:

- прежде всего, из-за отсутствия положения о сводных расчетах и возможности их использования для решения воздухоохраных задач в законодательстве РФ, что поставило под вопрос не только легитимность нормирования выбросов на базе по сводным расчетам рассеивания выбросов, но финансирование Системы;

- из-за изменений в природоохранном законодательстве, не позволяющим проводить плановый экологический контроль предприятий чаще, чем 1 раз в три года, что сразу снизило качество исходных данных, представляемых предприятиями для проведения сводных расчетов;

- серии реорганизаций природоохранных органов (от Госкомэкологии, ГУПРа, до Ростехнадзора и Росприроднадзора), что сказалось на кадровом

составе природоохранных органов и специалистов, эксплуатирующих систему сводных расчетов;

– не возможности решить основную проблему в использовании сводных расчетов – получения корректных и актуальных исходных данных об источниках выбросов предприятий и создания достоверной, объективной и актуализируемой базы данных для проведения сводных расчетов, результаты которых были бы сопоставимы с данными Росгидромета.

К сожалению, проблема исходных данных для сводных расчетов полностью нигде в Российской Федерации до конца не решена и в настоящее время. Надежная система сбора, проверки и выполнения расчетов, основанных на достоверной информации, отсутствует, поэтому результаты сводных расчетов и, в дальнейшем, квотирования, могут быть оспоримы. А ведь система квотирования выбросов на базе сводных расчетов требует обеспечения надёжных расчетов, основанных на корректной и проверенной информации!

В настоящее время сводные расчеты рассеивания выбросов проводились и проводятся в ряде субъектов Российской Федерации: г. Санкт-Петербург, г. Калуга, в Татарстане и других. Результаты сводных расчетов, в основном, используются в качестве расчетного мониторинга и выдачи расчетного фона.

Предлагаемая [8] идея квотирования выбросов в настоящее время не подготовлена к реализации, не имеет необходимой теоретической проработки, возможности получения математически обоснованного и неоспоримого с точки зрения нормирования выбросов в атмосферу решения. Прорекларированный механизм определения квот содержит коррупционные факторы, так как могут существовать множество вариантов снижения суммарной концентрации загрязняющих веществ до допустимого значения в рассматриваемой точке. Учет только экологических требований при квотировании выбросов не позволяет сделать однозначный выбор более предпочтительного варианта снижения концентраций, да и вряд ли вообще возможен, поэтому природопользователь может оспорить установленные квоты выбросов. В ряде городов проведение эксперимента по квотированию выбросов вообще не целесообразно: в моногородах с одним крупным предприятием (например, Магнитогорск, Норильск и других); в городах, где выбросы автотранспорта превышают выбросы предприятий, во всяком случае по примесям от автотранспорта; в городах, где по данным Росгидромета и результатам производственного экологического контроля нет превышений гигиенических нормативов.

Предлагаемый [8] метод установления квот выбросов по результатам сводных расчетов не согласуется с системой экологического нормирования, включающей создание системы технологического нормирования на основе наилучших доступных технологий и применения технологических показателей.

Но, самое главное, что установление предприятиям квот выбросов на бумаге без технической возможности их выполнения из-за плохой

технологической оснащенности предприятий не может дать желаемых результатов, а только с большой долей вероятности приведет к негативной реакции со стороны предприятий и к многочисленным жалобам с их стороны.

Движение в сторону переоснащения предприятий наилучшими доступными технологиями, направление которого указано в Федеральном Законе 219-ФЗ [5], является более реальным и продуктивным способом снижения загрязнения атмосферного воздуха.

Список литературы

1. *Методическое пособие по выполнению сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий и автотранспорта города (региона) и их применению при нормировании выбросов [Электронный ресурс]: Пособие от 16.02.1999. Утверждено приказом Госкомэкологии России от 16.02.1999 № 66. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».*

2. *Об охране атмосферного воздуха (с изменениями на 29 июля 2018 года). [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».*

3. *Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе. [Электронный ресурс]: Приказ Минприроды России от 06.06.2017 № 273 – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».*

4. *О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» и отдельные законодательные акты в части снижения загрязнения атмосферного воздуха, а также о проведении эксперимента по квотированию выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух. [Электронный ресурс]: проект федерального закона. – <https://regulation.gov.ru>.*

5. *О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации (с изменениями на 25 декабря 2018 года) (редакция, действующая с 1 января 2019 года). [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».*

6. *ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. [Электронный ресурс]: – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».*

7. *О применении системы сводных расчетов при нормировании выбросов. [Электронный ресурс]: Приказ Госкомэкологии России от 16.02.1999 № 66. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».*

8. *О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха. [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 26.07.2019 № 195-ФЗ – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».*

РЕАЛИЗАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2013-2018 ГГ.

Н.Л. Рачёва¹, Т.Е. Гилева¹, Н.В. Костылева^{1,2}

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем» (ФГБУ УралНИИ «Экология»),

² ФГБОУ ВО ПГНИУ, кафедра биогеоценологии и охраны природы, г. Пермь

Аннотация. Рассмотрены результаты анализа выполнения Плана действий по реализации основ государственной политики в области экологического развития органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации за 2013-2018 гг.

В настоящее время в Российской Федерации сформирована и последовательно реализуется единая государственная политика, направленная на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Это способствует сохранению и восстановлению природных систем и является одним из приоритетных направлений деятельности государства и общества.

В 2012 году Президентом Российской Федерации были утверждены «Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года» (далее – Основы) [2], определяющие стратегические цели, задачи государства в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, а также механизмы их реализации.

Для исполнения данного документа в 2012 году был разработан «План действий по реализации Основ государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года» (далее – План действий) [1], согласно которому за период 2012-2030 гг. необходимо выполнить 124 мероприятия экологической направленности. В Плане действий назначены ответственные исполнители мероприятий по реализации Основ – федеральные органы исполнительной власти и органы государственной власти субъектов Российской Федерации.

Согласно государственному заданию начиная с 2013 года специалистами ФГБУ УралНИИ «Экология» проводится анализ выполнения мероприятий из Плана действий органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Согласно Плану действий [1] на протяжении шести лет субъекты Российской Федерации должны были выполнять на своей территории 19 мероприятий (№№ 32-35, 37, 39, 41, 42, 45, 46, 49, 50, 64, 77, 79, 94, 96, 101, 106). Наименования 19 мероприятий и сроки их реализации указаны в таблице.

Мероприятия для органов власти субъектов Российской Федерации из Плана действий [1]

№ п/п (№ в Плана действий)	Наименование мероприятия из Плана действий	Срок реализации
1 (32)	Разработка схем размещения особо охраняемых природных территорий регионального значения	2013–2030 годы
2 (33)	Ведение и издание Красной книги Российской Федерации и красных книг субъектов Российской Федерации	2012–2030 годы
3 (34)	Обеспечение проведения мероприятий по сохранению и восстановлению популяций амурского тигра, переднеазиатского и дальневосточного леопардов, зубра, снежного барса, сайгака и других редких находящихся под угрозой исчезновения объектов животного мира	2012–2030 годы
4 (35)	Организация системы мониторинга распространения в лесах Российской Федерации чужеродных (инвазивных) видов животных, растений и микроорганизмов	2012–2030 годы
5 (37)	Организация регулярного учета и планового мониторинга популяций диких животных	2012–2030 годы
6 (39)	Реализация федеральной целевой программы «Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012–2020 годы», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 21 августа 2012 г. № 847	2012–2020 годы
7 (41)	Реализация мероприятий, предусмотренных комплексом мер по снижению и предотвращению негативного воздействия на окружающую среду арктической зоны Российской Федерации, утвержденным распоряжением Правительства Российской Федерации от 10 июня 2010 г. № 965-р	2013–2020 годы
8 (42)	Реализация мероприятий, предусмотренных комплексом мер поэтапного приведения наиболее загрязненных территорий населенных пунктов в соответствие с требованиями в области охраны окружающей среды, санитарно-гигиеническими нормативами и требованиями, обеспечивающими комфортные и безопасные условия проживания человека, утвержденным распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 мая 2010 г. № 869-р	2013–2020 годы
9 (45)	Реализация мероприятий по ликвидации экологического ущерба, связанного с прошлой хозяйственной деятельностью, на территориях субъектов Российской Федерации	2013–2030 годы

10 (46)	Организация деятельности по уничтожению (утилизации) пришедших в негодность и запрещенных к применению пестицидов и агрохимикатов на территориях муниципальных образований	2013–2030 годы
11 (49)	Разработка и реализация органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации программ, предусматривающих инвентаризацию мест размещения отходов, строительство отвечающих требованиям полигонов для размещения отходов, объектов утилизации	2013–2030 годы
12 (50)	Подготовка пилотных проектов по переработке на территориях субъектов Российской Федерации техногенных и бытовых отходов для использования в качестве вторичного сырья при производстве энергосберегающих материалов	2013–2020 годы
13 (64)	Развитие системы экологического мониторинга на территориях субъектов Российской Федерации	2013–2030 годы
14 (77)	Развитие системы профессиональной переподготовки и повышения квалификации государственных служащих в области охраны окружающей среды, ресурсосбережения и обеспечения экологической безопасности	2013–2030 годы
15 (79)	Обеспечение доступа к информации о состоянии окружающей среды, ее объектов, реализации природоохранных мероприятий (размещение на официальных сайтах, публикации в официальных и иных изданиях и др.)	2013–2030 годы
16 (94)	Реализация совместных с Украиной мер по оздоровлению р. Северный Донец	2013–2030 годы
17 (96)	Развитие в приграничных регионах Российской Федерации сотрудничества и совместной природоохранной деятельности в части особо охраняемых природных территорий, сохранения биологического разнообразия	2012–2030 годы
18 (101)	Реализация плана мероприятий по реализации Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 августа 2009 г. № 1235-р	2012–2020 годы
19 (106)	Реализация Основных направлений государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии на период до 2020 года, утвержденных распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 января 2009 г. № 1-р	2012–2020 годы

В ходе работ при исследовании динамики реализации мероприятий из Плана действий [1] для установления факта и степени реализации мероприятий органами государственной власти субъектов Российской Федерации за период 2013-2018 гг. специалистами ФГБУ УралНИИ «Экология» ежегодно выполнялся анализ сведений с официальных сайтов органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, из поисковых систем КонсультантПлюс, Техэксперт и других, а также из предоставленных Минприроды России в адрес ФГБУ УралНИИ «Экология» отчетов о выполнении мероприятий из Плана действий, которые субъекты Российской Федерации ежегодно направляют в адрес Минприроды России.

Анализ сведений из вышеуказанных источников позволил сделать следующие выводы.

1. За период 2013-2018 гг. вырос уровень ответственности уполномоченных органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в части осознания необходимости формирования и предоставления отчетности о ходе реализации мероприятий из Плана действий [1]. Так, в 2013 году от субъектов Российской Федерации было получено только 5 официальных отчетов о выполнении мероприятий из Плана действий [1], в 2014 году – 67 отчетов, в 2015 году – 70 отчетов, в 2016 году – 77 отчетов, в 2017 году – 85 отчетов, в 2018 году – 80 отчетов.

2. Следует отметить, что, не смотря на то, что на протяжении шести лет количество субъектов Российской Федерации, которые в срок присылают отчеты о реализации мероприятий из Плана действий [1] в Минприроды России увеличивается, однако полного охвата в предоставлении информации (т.е. 100 % субъектов Российской Федерации) не достигнуто. При этом из-за недостаточной унифицированности информации в отчетах, которые составляются в свободной форме, объективно оценить истинную полноту процесса реализации мероприятий из Плана действий сложно.

3. Анализ шестилетней динамики (2013-2018 гг.) реализации субъектами Российской Федерации 19 мероприятий показал, что для 14 мероприятий (№ 32-35, 37, 39, 45, 46, 49, 50, 64, 77, 79, 96) отмечается положительная тенденция с постоянным увеличением числа субъектов Российской Федерации, которые реализуют эти мероприятия на своих территориях (см. рис. 1). Пять мероприятий (№№ 41, 42, 94, 101, 106) имеют отрицательную динамику (см. рис. 2).

4. По итогам работы можно сделать общий вывод о том, что, в целом, запланированные в Планах действий [1] мероприятия субъектами Российской Федерации реализуются, и тенденция реализации положительная.

Следовательно, правомерен вывод о том, что механизмы государственной экологической политики, включая широкий перечень современных инструментов, позволят сформировать единую, эффективную, конкурентоспособную и экологически ориентированную модель роста, которая способствует развитию экономики при рациональном использовании природных ресурсов, не увеличивая негативное воздействие на окружающую среду.

Динамика выполнения мероприятия № 32



■ 2013 г. ■ 2014 г. ■ 2015 г. ■ 2016 г. ■ 2017 г. ■ 2018 г.

Динамика выполнения мероприятия № 33



■ 2013 г. ■ 2014 г. ■ 2015 г. ■ 2016 г. ■ 2017 г. ■ 2018 г.

Динамика выполнения мероприятия № 34



■ 2013 г. ■ 2014 г. ■ 2015 г. ■ 2016 г. ■ 2017 г. ■ 2018 г.

Динамика выполнения мероприятия № 35



■ 2013 г. ■ 2014 г. ■ 2015 г. ■ 2016 г. ■ 2017 г. ■ 2018 г.

Динамика выполнения мероприятия № 37



■ 2013 г. ■ 2014 г. ■ 2015 г. ■ 2016 г. ■ 2017 г. ■ 2018 г.

Динамика выполнения мероприятия № 39



■ 2013 г. ■ 2014 г. ■ 2015 г. ■ 2016 г. ■ 2017 г. ■ 2018 г.

Динамика выполнения мероприятия № 45



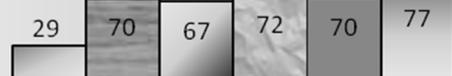
■ 2013 г. ■ 2014 г. ■ 2015 г. ■ 2016 г. ■ 2017 г. ■ 2018 г.

Динамика выполнения мероприятия № 46



■ 2013 г. ■ 2014 г. ■ 2015 г. ■ 2016 г. ■ 2017 г. ■ 2018 г.

Динамика выполнения мероприятия № 49



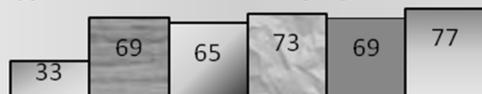
■ 2013 г. ■ 2014 г. ■ 2015 г. ■ 2016 г. ■ 2017 г. ■ 2018 г.

Динамика выполнения мероприятия № 50



■ 2013 г. ■ 2014 г. ■ 2015 г. ■ 2016 г. ■ 2017 г. ■ 2018 г.

Динамика выполнения мероприятия № 64



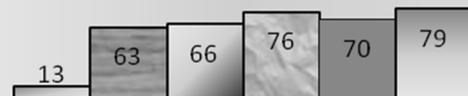
■ 2013 г. ■ 2014 г. ■ 2015 г. ■ 2016 г. ■ 2017 г. ■ 2018 г.

Динамика выполнения мероприятия № 77



■ 2013 г. ■ 2014 г. ■ 2015 г. ■ 2016 г. ■ 2017 г. ■ 2018 г.

Динамика выполнения мероприятия № 79



■ 2013 г. ■ 2014 г. ■ 2015 г. ■ 2016 г. ■ 2017 г. ■ 2018 г.

Динамика выполнения мероприятия № 96



■ 2013 г. ■ 2014 г. ■ 2015 г. ■ 2016 г. ■ 2017 г. ■ 2018 г.

Рис. 1. Динамика выполнения мероприятий № 32-35, 37, 39, 45, 46, 49, 50, 64, 77, 79, 96 субъектами Российской Федерации по годам

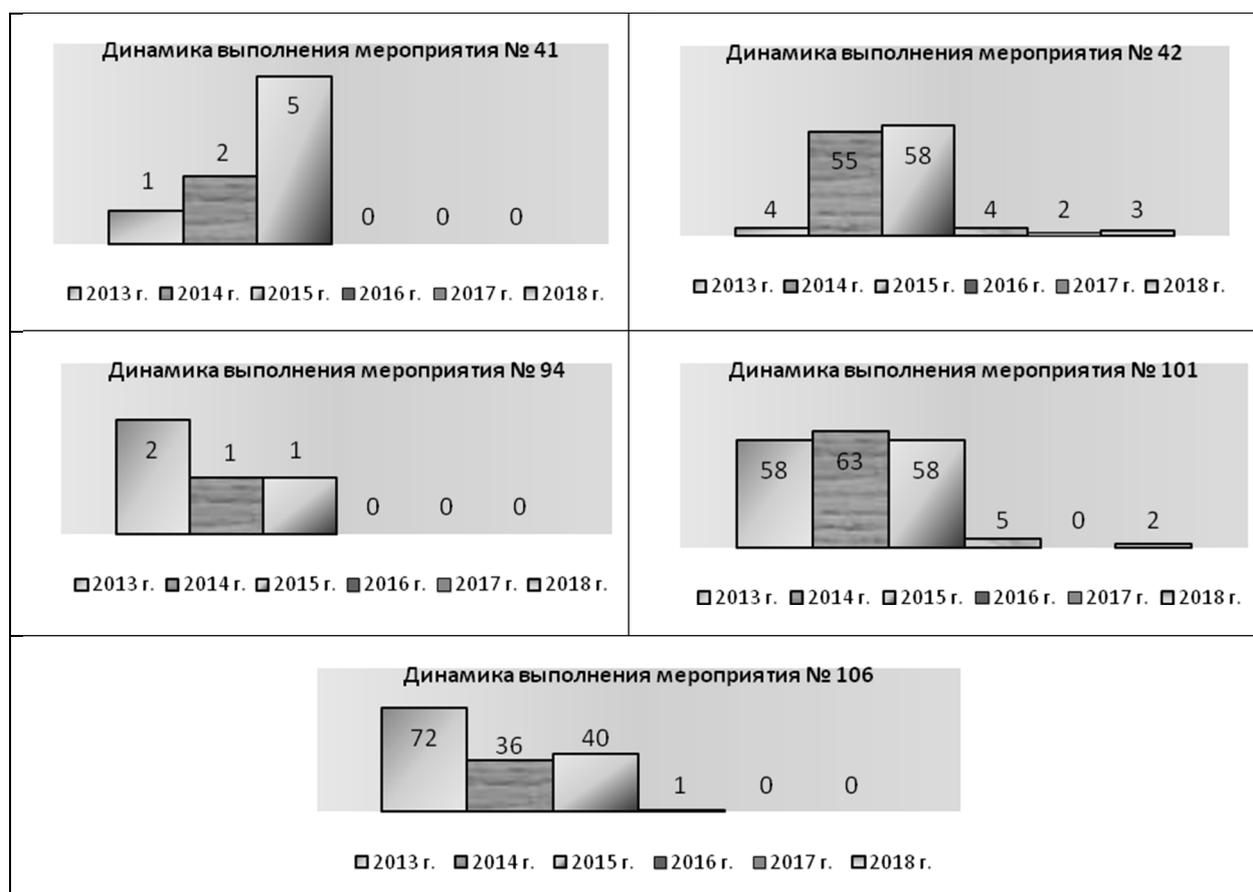


Рис. 2. Динамика выполнения мероприятий № 41, 42, 94, 101, 106 субъектами Российской Федерации по годам

Список литературы

1. Об утверждении Плана действий по реализации Основ государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]: распоряжение Правительства Российской Федерации от 18.12.2012 № 2423-р (ред. от 23.01.2014). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]: (утв. Президентом Российской Федерации 30.04.2012). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИИ

МАКРОЗООБЕНТОС ОРГАНОГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ОЗЕР НИЖНЕВАРТОВСКОГО РАЙОНА ХМАО-ЮГРЫ

В.В. Перминова^{1,2}, Е.Д. Воробьев¹

¹ Томский государственный университет,

² АО «Томский научно-исследовательский и проектный институт
нефти и газа»,
г. Томск

Аннотация. В материалах кратко представлены основные результаты гидробиологического обследования (макрозообентос) органогенных (потери при прокаливании > 60 %) донных отложений 101 нефтезагрязненного озера на территории Нижневартовского района ХМАО-Югры в августе-сентябре 2019 года (405 проб). В озерах зафиксировано 12 экологических групп макрозообентоса. Максимальной встречаемостью обладали личинки хирономид – 38,0 % и олигохеты – 9,6 %. Хирономиды были доминирующей группой по численности (86 %) и биомассе (56 %). Средние показатели макрозообентоса составили 328 экз./м² и 1,6241 г/м². По состоянию сообществ макрозообентоса, большинство обследованных озер имеют низкую продуктивность отложений (олиготрофные) и высокий уровень загрязнения (полисапробные, VI класс). 85 % озер нуждаются в очистке донных отложений от нефти.

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами водных объектов в местах нефтедобычи, является, к сожалению, обычным явлением. Особо напряженная ситуация складывается в одном из крупнейших нефтегазоносных регионов России – Западной Сибири, на водосборной территории Обь-Иртышского бассейна (Vorobiev, Noskov, 2015). Нефть первоначально находится на поверхности водного объекта, но со временем теряет легкие фракции, приобретает отрицательную плавучесть и опускается на дно (Воробьев, 2013). В таких условиях существенно снижается продуктивность донных ценозов, вплоть до полной их деградации (Михайлова и др., 2017; Воробьев, 2003).

В период с августа по сентябрь 2019 года сотрудниками Томского государственного университета на территории Нижневартовского района ХМАО-Югры были проведены гидробиологические исследования 101 озера (405 проб с органогенными донными отложениями – потери при прокаливании более 60 %). Все обследованные озера в разные периоды были подвержены нефтяному загрязнению. В обследованных озерах преобладали органогенные торфяные донные отложения с низкими значениями рН (4,88±0,02) и наличием нефтяного загрязнения в донных отложениях в пределах 1,52–337,27 г/кг.

Организмы макрозообентоса были обнаружены в 77 озерах (из 101). Средние количественные показатели макрозообентоса во всех обследованных озерах с органогенными отложениями составили 328 экз./м² и 1,6241 г/м². Распределение экологических групп бентоса представлено в таблице.

Из 12 экологических групп макрозообентоса, встреченных нами в органогенных грунтах обследованных озер, лидирующие позиции в бентосе занимали личинки хирономид (встречаемость – в 38,0 % проб), олигохеты (встречаемость – 9,6 % проб) и личинки хаборусов (встречаемость 5,9 % проб). Остальные экологические группы бентоса встречались намного реже – стрекозы 3,5 %, нематоды 2,2 %, двустворчатые моллюски 1,7 %. По количественным показателям численности и биомассы, лидирующие позиции занимали личинки хирономид – 86 % численности бентоса, и 56 % биомассы. Важную роль в биомассе бентоса играют и личинки стрекоз, которые на 33 % составляли этот показатель. Таким образом, биомасса бентоса всех обследованных озер на 89 % сформирована этими двумя группами макрозообентоса (личинками хирономид и стрекоз). Остальные организмы играют только биоиндикационную роль, и вносят минимальный вклад в показатели численности и биомассы.

Количественные показатели макрозообентоса органогенных отложений нефтезагрязненных озер Нижневартовского района ХМАО-Югры
(август-сентябрь 2019 года)

№	Экологическая группа	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²
1	Хирономиды	288 ± 54	0,9152 ± 0,2159
2	Олигохеты	19 ± 4	0,0572 ± 0,0151
3	Хаборусы	7 ± 2	0,0197 ± 0,0051
4	Стрекозы	4 ± 1	0,5444 ± 0,2267
5	Моллюски двустворчатые	2 ± 1	0,0516 ± 0,0337
6	Моллюски брюхоногие	2 ± 1	0,0154 ± 0,0089
7	Клещи	2 ± 2	0,0060 ± 0,0055
8	Нематоды	2 ± 0,6	0,0003 ± 0,0002
9	Ручейники	0,8 ± 0,4	0,0166 ± 0,0096
10	Поденки	0,4 ± 0,3	0,0003 ± 0,0002
11	Веснянки	0,2 ± 0,2	0,0010 ± 0,0010
12	Хелеиды	0,2 ± 0,2	0,0014 ± 0,0014

По состоянию макрозообентоса, озера имеют низкую продуктивность отложений (олиготрофные) и высокий уровень загрязнения (полисапробные, VI класс). По комплексу показателей, 85 % озер нуждается в очистке донных отложений от нефти. Для очистки дна может быть использована технология (Vorobiev et al., 2016), единственная в РФ, в 2019 году получившая положительное заключение государственной экологической экспертизы.

Список литературы

1. Vorobiev D.S., Noskov Y.A. Oil Contamination of the Ob Basin // *International Journal of Environmental Studies*. – Vol. 72. – Issue 3, 2015. – P. 509-515. DOI:10.1080/00207233.2015.1027591.
2. Воробьев Д.С. Биологические основы очистки донных отложений от нефти и нефтепродуктов: Автореферат дис. ... д-р биол. наук. – Томск, 2013. – 46 с.
3. Михайлова Л.В., Кудрявцев А.А., Абдуллина Г.Х., Бондарь М.С., Голова В.Г., Князева Н.С., Коваленко А.И., Сидорова М.И., Ядуванкина М.А. Влияние нефтяного загрязнения на состояние озерных экосистем Ханты-мансийского автономного округа // *Вестник рыбохозяйственной науки*. 2017. – Т. 4, № 4 (16). – С. 56-86.
4. Воробьев Д.С. Донные сообщества пойменно-речных систем бассейна Васюгана в условиях нефтяного загрязнения: Автореферат дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 2003. – 23 с.
5. Vorobiev D.S., Frank Y.A., Noskov Y.A., Merzlyakov O.E., Kulizhskiy S.P. Novel technological solution for oil decontamination of bottom sediments // *Water Practice and Technology*. – Vol. 11. – No. 1. – 2016. – P. 139–143.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ БЕНТОФАУНЫ ОЗЕРА ПОСЛЕ ОЧИСТКИ ДНА ОТ НЕФТИ (НИЖНЕВАРТОВСКИЙ РАЙОН ХМАО-ЮГРЫ)

В.В. Перминова^{1,2}

¹ Томский государственный университет,

² АО «Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа»,
г. Томск

Аннотация. В публикации представлены материалы гидроэкологического мониторинга водоема (2017-2019 гг.) в Нижневартовском районе ХМАО-Югры до и после проведения очистки дна от нефти в 2018 г. Приведены количественные показатели восстановления донной фауны и дана биоиндикационная оценка водоему. Сделан обзор публикаций и приведены материалы по исследованию устойчивости олигохет к нефтяному загрязнению, а также реализации проекта очистки дна от нефти озера Щучье в Республике Коми в 2004-2006 гг.

Томский государственный университет (ТГУ) является мировым лидером в области разработки технологий очистки донных отложений от нефти и нефтепродуктов. Разработанная ТГУ и АО «ТомскНИПИнефть» технология комплексной очистки нефтезагрязнённых водоемов (Vorobiev et al., 2016) в 2018 году успешно прошла опытно-промышленные испытания на нефтезагрязненном озере в Нижневартовском районе ХМАО-Югры, в 2019 году получила положительное заключение государственной экологической

экспертизы, и была удостоена множества конкурсных наград федерального и международного уровня. Технология имеет перспективу регионального использования в силу высокой степени загрязненности водных объектов в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (Vorobiev, Noskov, 2015), а также потенциал мирового масштабирования для очистки дна, как тепловодных морей, так и в условиях наличия ледового покрова (Воробьев и др., 2019).

Первичное обследование водоёма в осенний период 2017 года выявило сильное загрязнение донных отложений нефтью – 101,7 г/кг. На дне бентос отсутствовал. Проведение очистных мероприятий в летний период 2018 года позволило в 50 раз снизить содержание нефтепродуктов на дне (2,0 г/кг) и достигнуть регионального норматива ДОСНП в органогенных донных отложениях – 4 г/кг (Постановление правительства..., 2018).

Следует отметить положительную динамику развития организмов бентоса, что отражается на биоразнообразии и биоиндикационных интегральных показателях – 2017 год – VI класс (очень грязные), 2018 год – IV класс чистоты (загрязненные), 2019 год – III–IV класс (умеренно загрязнённые). В 2019 году на 40 % станций в профундальной части озера, где ранее бентос не обитал, были обнаружены водные малощетинковые черви, со средней по озеру численностью и биомассой 48 экз./м² и 0,08 г/м² соответственно.

Олигохеты (*Oligochaeta*) обитают на поверхности или внутри донных отложений. Встречаются во всех типах водных объектов, но максимального количественного развития достигают на участках, богатых доступной органикой (илистых). Олигохеты питаются содержащимся в отложениях детритом растительного и животного происхождения. При прохождении сквозь кишечник червя, органическое вещество проходит механическую обработку в мускулистых частях кишечника, и химическую - секретом желез, ускоряя процессы распада органического вещества. Данный тип питания способствует процессам самоочищения донных отложений от различного рода загрязнителей (Залозный, Воробьев, 2006).

Устойчивость олигохет к нефтяному загрязнению была отмечена при исследованиях пойменно-речной системы бассейна реки Васюган (приток реки Обь), где расположены нефтяные месторождения (Попков и др., 2002; Воробьев, 2003), а также при проведении комплекса лабораторно-экспериментальных работ в 2007–2012 гг. (Воробьев и др., 2008, 2010, 2017). Способность червей выдерживать высокие концентрации нефти, и активизировать её деструкцию, было использовано в изобретении (Способ биологической очистки..., 2009).

В результате реализации первых экспериментальных работ по очистке дна озера от нефти (озеро Щучье, Республика Коми, 2004–2006 гг.) (Лушников и др., 2004; Lushnikov et al., 2006), уже в первый летний сезон было поднято со дна 80 тонн нефти, а концентрация снижена в 6 раз (Воробьев, Попков, 2005). А за 2 сезона работ 2004-2005 гг., суммарно со дна было поднято

157 тонн нефти. Мониторинговые гидробиологические исследования фиксировали появление олигохет, личинок хирономид и моллюсков в составе донной фауны уже через год после проведения очистки дна озера Щучье (Лушников, Воробьев, 2006).

Гидробиологические мониторинговые исследования нефтезагрязненных озер, а также озер, после проведения комплексных очистных мероприятий, являются важной составляющей для понимания эффективности технологических подходов к решению проблем очистки водных объектов. Более того, наличие организмов бентоса после проведения очистных работ, является обязательным условием восстановления продуктивности донных ценозов, что указано в Постановлении Правительства ХМАО-Югры № 432-п от 23.11.2018 г. (Постановление правительства..., 2018).

Список литературы

1. Vorobiev D.S., Frank Y.A., Noskov Y.A., Merzlyakov O.E., Kulizhskiy S.P. Novel technological solution for oil decontamination of bottom sediments // *Water Practice and Technology*. – Vol. 11. – No. 1, 2016. – P. 139–143.
2. Vorobiev D.S., Noskov Y.A. Oil Contamination of the Ob Basin // *International Journal of Environmental Studies*. – Vol. 72. – Issue 3, 2015. – P. 509–515. DOI:10.1080/00207233.2015.1027591.
3. Воробьев Д.С., Франк Ю.А., Трифонов А.А., Мерзляков О.Э., Ю.А. Носков, Браневский Я.В., Кулижский С.П., Воробьев Е.Д., Стрюк К.В., Перминова В.В. Перспективы использования эрлифтной технологии в условиях Арктики и Субарктики / *Современные проблемы экологии: доклады XXIII Международной научно-практической конференции под общ. ред. В.М. Панарина*. – Тула: Инновационные технологии, 2019. – С.21-23.
4. Постановление Правительства Ханты-Мансийского автономного округа - Югры № 432-п от 23.11.2018 г. О нормативе «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в донных отложениях после проведения восстановительных работ на водных объектах Ханты-Мансийского автономного округа – Югры».
5. Залозный Н.А., Воробьев Д.С. Олигохеты и пиявки водоемов Западной Сибири: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 2006. – 216 с.
6. Попков В.К., Воробьев Д.С., Лукьянцева Л.В., Рузанова А.И. Бассейн реки Васюган (средняя Обь) как модель пойменно-речной системы для изучения влияния нефтяного загрязнения на водные сообщества // *Эколого-биогеохимические исследования в бассейне Оби*. - Томск, 2002. – С. 220-245.
7. Воробьев Д.С. Донные сообщества пойменно-речных систем бассейна Васюгана в условиях нефтяного загрязнения: Автореферат дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 2003. – 23 с.
8. Воробьев Д.С., Франк Ю.А., Залозный Н.А., Лушников С.В., Ступакова Л.П. К вопросу устойчивости *Limnodrilus hoffmeisteri* (Oligochaeta, Tubificidae) к нефтяному загрязнению // *Вестник Томского государственного университета. Биология*. – № 2 (3), 2008. – С. 83-88.

9. Воробьев Д.С., Франк Ю.А., Лушников С.В., Залозный Н.А., Носков Ю.А. Использование *Limnodrilus hoffmeisteri* (Tubificidae, Oligochaeta) в очистке донных отложений от нефти и нефтепродуктов // Сибирский экологический журнал – № 1, 2010. – С. 21-27.

10. Воробьев Д.С., Воробьев Е.Д. Водные черви в нефтезагрязненных илах // Биотехнология: состояние и перспективы развития: Материалы IX Международного конгресса, г. Москва, 20-22 февраля 2017 г. – Изд-во: ООО "Русские Экспо Дни Групп" (Москва), 2017. – С.473-476.

11. Способ биологической очистки донных отложений от нефти и нефтепродуктов. Воробьев Д.С., Залозный Н.А., Лушников С.В., Франк Ю.А. Патент РФ № 2357929. Заявитель и патентообладатель ООО «НТО Приборсервис»; 10.06.2009. Заявка № 2007124025/13 от 26.06.2007.

12. Лушников С.В., Воробьев Д.С., Фадеев В.Н. Экспериментальные работы по очистке донных отложений и воды озера Щучье от нефтепродуктов, загрязненных в результате аварийных разливов нефти (Усинский район, Республика Коми) // Экологические работы на месторождениях нефти Тимано-Печорской провинции. Состояние и перспективы: Матер. III научно-практическая конференция, г. Ухта, 6-9 сентября 2004 г. – Сыктывкар, 2004. – С.139-142.

13. Lushnikov S.V., Frank Y.A., Vorobyov D.S. Oil Decontamination of Bottom Sediments Experimental Work Results // Earth Sciences Research Journal – Vol. 10. – No. 1, 2006. – P. 35-40.

14. Воробьев Д.С., Попков В.К. Нефтепродукты в воде и донных отложениях бассейна реки Васюган // Известия Томского Политехнического университета. – Томск: Издательство ТПУ, 2005. – Т. 308. – № 4. – С. 48-50.

15. Лушников С.В., Воробьев Д.С. Очистка донных отложений от нефти: результаты экспериментальных работ // Экология и промышленность России. – 2006. – № 10. – С. 11-13.

ОПЫТ ОЧИСТКИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОТ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Д.С. Воробьев^{1,2}, Ю.А. Франк^{1,2}, А.А. Трифонов¹

¹ Томский государственный университет,

² АО «Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа»,
г. Томск

Аннотация. В докладе представлен опыт Томского государственного университета (2003–2019 гг.) в реализации проектов по комплексной очистке водных объектов от нефти, включая донные отложения. Отмечены результаты опытно-промышленных работ, выполненных в Республике Коми и ХМАО–Югре в сотрудничестве с нефтяными компаниями ООО «ЛУКОЙЛ-Коми», ОАО «ТНК-Нягань», АО «Самотлорнефтегаз».

Научно-технологическая школа комплексной очистки водных объектов от нефти и нефтепродуктов (включая донные отложения) появилась в Томском государственном университете (ТГУ) в 2003 г. Первый проект, выполненный по заказу ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» – очистка от нефти озера Щучье в Республике Коми (Лушников и др., 2004), решил технологическую проблему очистки дна водоемов от нефти и явился стартовой позицией для дальнейших разработок оборудования и технологий. Проект был успешно реализован в 2004-2006 гг. Научно-техническим объединением «Приборсервис» с привлечением экологов ТГУ (Лушников, Воробьев, 2006). В результате реализации проекта, уже в летний сезон 2004 года было поднято со дна 80 тонн нефти, а концентрация снижена в 6 раз. Суммарно за 2004-2005 год было извлечено из донных отложений 157 тонн нефти. Гидробиологические наблюдения на озере отразили появление донных организмов, что явилось биоиндикационным подтверждением высокого качества выполненных работ и начала периода восстановления фауны водоема (Lushnikov et al., 2006).

Дальнейшие работы по очистке дна нефтезагрязненных водоемов реализовывались ООО «НТО «Приборсервис» и ТГУ на территории ХМАО-Югры в 2006-2008 гг. Работы выполнялись по заказу ОАО «ТНК-Нягань» на нефтезагрязненных карьерах (Воробьев и др., 2008). Результаты очистных работ на карьере № 1 показали высокую степень очистки донных отложений – содержание нефти снизилось в 580 раз. С поверхности воды и донных отложений за весь период работ было убрано 64 м³ нефти. Содержание нефти в донных отложениях карьера № 2 было снижено в 7 раз. Низкая эффективность очистки была обусловлена механическим воздействием на загрязненный грунт (перемешивание) в процессе очистки дна карьера от металлолома. В результате очистных работ 2006 года на карьере № 2 было убрано 464 м³ нефти (более 430 м³ с поверхности воды).

Несмотря на успешно реализованные проекты по очистке донных отложений от нефти в Республике Коми и ХМАО-Югре, развитие данного направления в практической плоскости было приостановлено, в связи с отсутствием спроса со стороны нефтедобывающих компаний. В свою очередь это было обусловлено отсутствием нормативной базы, регламентирующей допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в составе донных отложений после проведения очистных работ (Vorobiev, Noskov, 2015). Благодаря активной позиции Природнадзора ХМАО-Югры, на территории округа был запущен механизм разработки такого норматива. Постановлением Правительства ХМАО-Югры № 432-п от 23.11.2018 г. норматив «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в донных отложениях (ДОСНП ДО) после проведения восстановительных работ на водных объектах ХМАО-Югры» будет введен с 01.01. 2022 г.

АО «Самотлорнефтегаз» в 2017 г. инициировало проведение опытно-промышленных испытаний технологии, разработанной ТГУ (Vorobiev et al., 2016). Работы были успешно выполнены в 2018 г. на территории деятельности компании – концентрация нефти в донных отложениях была снижена в 50 раз

и достигла установленного норматива. Технология в 2019 г. получила положительное заключение Государственной экологической экспертизы.

В связи с введением норматива, интерес к данным видам работ существенно возрос со стороны нефтяных компаний. Эрлифтная технология ТГУ имеет большой потенциал масштабирования и возможна к использованию в арктических регионах (Воробьев и др., 2019)

Список литературы

1. Лушников С.В., Воробьев Д.С., Фадеев В.Н. Экспериментальные работы по очистке донных отложений и воды озера Щучье от нефтепродуктов, загрязненных в результате аварийных разливов нефти (Усинский район, Республика Коми) // Экологические работы на месторождениях нефти Тимано-Печорской провинции. Состояние и перспективы: Матер. III научно-практическая конференция, г. Ухта, 6-9 сентября 2004 г. – Сыктывкар, 2004. – С.139–142.

2. Лушников С.В., Воробьев Д.С. Очистка донных отложений от нефти: результаты экспериментальных работ // Экология и промышленность России. – 2006. – № 10. – С. 11–13.

3. Lushnikov S.V., Frank Y.A., Vorobev D.S. Oil Decontamination of Bottom Sediments Experimental Work Results // Earth Sciences Research Journal – Vol. 10. – No. 1. – 2006. – P. 35–40.

4. Воробьев Д.С., Лушников С.В., Фадеев В.Н., Лушников В.С., Франк Ю.А. Опыт комплексной очистки обводненных карьеров от нефти // Экология и промышленность России. – 2008. – № 4. – С. 26–28.

5. Vorobiev D.S., Noskov Y.A. Norm setting for oil and petroleum products in bottom sediments and their quality assessment according to Russian hydro chemical parameters // International Journal of Environmental Studies. – Vol. 72. – Issue 6. – 2015. – P. 1028–1036.

6. Vorobiev D.S., Frank Y.A., Noskov Y.A., Merzlyakov O.E., Kulizhskiy S.P. Novel technological solution for oil decontamination of bottom sediments // Water Practice and Technology. – Vol. 11. – No. 1. – 2016. – P. 139–143.

7. Воробьев Д.С., Франк Ю.А., Трифонов А.А., Мерзляков О.Э., Ю.А. Носков, Браневский Я.В., Кулижский С.П., Воробьев Е.Д., Стрюк К.В., Перминова В.В. Перспективы использования эрлифтной технологии в условиях Арктики и Субарктики / Современные проблемы экологии: доклады XXIII Международной научно-практической конференции под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2019. – С.21–23.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Свит Т.Ф., Зацепин В.В., Винокуров В.М. Производство магнезии жжёной, базирующееся на комплексном использовании минерального сырья Бурлинского озера.....	3
Франк Ю.А., Воробьев Е.Д., Зубарев А.А., Кулиничева К.С., Трифонов А.А., Воробьев Д.С. Экспериментальное извлечение микропластика из донных отложений с использованием эрлифтной технологии.....	6
Черных В.Н., Попова Е.А., Никулина Н.С., Пугачева И.Н., Никулин С.С. Повышение экологичности производства эмульсионных каучуков за счет применения перспективных коагулирующих агентов.....	9
Березин Н.Б., Межевич Ж.В., Мавлетов М.Н. Циркуляционная станция очистки промывной воды в процессах фосфатирования металлов.....	12
Березин Н.Б., Межевич Ж.В., Мавлетов М.Н., Яруллин А.З. Очистка сточных вод гальванических производств с использованием электро-диализной установки и ионообменных колонн.....	15
Гайфуллин А.А., Бадртдинова А.И., Сабирова А.Д., Поморцев М.А. Оценка ресурсного потенциала сточных вод.....	17
Костылева Н.В., Рачёва Н.Л., Лукин А.Ю. Оценка количества пыли, выделяемой в атмосферный воздух, от смета и при использовании песко-соляной противогололедной смеси для посыпки дорог и тротуаров.....	22
Проскурнин А.Л., Данилова О.С. Методы получения диметилового эфира парфюмерного качества.....	26
Федорова О.А. Аэрация сточных вод пометохранилища.....	30
Ермакова Л.С., Кудрявцева Ю.С. Организация отдельного сбора отходов в высших учебных заведениях.....	32
Заживихина Е.И., Маркова С.А., Заживихин Д.А. Влияние препарата «Бальзам-ЭКБ» на рост и развитие лука репчатого.....	34
Панарин М.В., Маслова А.А., Гришаков К.В., Рыбка Н.А. Автоматические средства контроля промышленных выбросов на стационарных источниках загрязняющих веществ.....	37
Маслова А.А., Гришаков К.В., Рыбка Н.А. Способы регистрации метеопараметров, расчета и отображения метеопоказателей в информационно-измерительной и управляющей системе районирования территорий промышленного региона по загрязнению атмосферы.....	43
Ануфриева А.Г. Научные основы урбоэкологии.....	46
Мининькова П.А. Применение экологически чистых технологий на примере бетонов.....	50
Савинкова С.А. Мониторинг и измерение концентраций свалочного газа на полигонах ТКО в разных странах мира.....	52

**ТЕХНОЛОГИИ ЗДОРОВЬЯ.
ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ.
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Залыгин С.А., Беспалова В.В. Исследование пищевой ценности йогурта из козьего молока с ягодами Кольского полуострова.....	62
Смирнов С.П. Иерархическое представление меню питания для целей построения оптимального варианта по критерию оптимизации контролируемых параметров питания в многокритериальном случае.....	70
Лепихова В.А., Ляшенко Н.В., Пересунько Т.Ф. Диагностика дисперсного состава движущегося сбросного водяного потока по сигналам акустической эмиссии.....	76
Опутина И.П. Состояние атмосферного воздуха в г. Магнитогорске и характеристика его эффектов для здоровья.....	79
Есикова Т.С., Ткачева И.В. Перспектива культивирования моллюсков вида <i>Ratinopecten Yessoensis</i> и получения из них лекарственных препаратов в ходе борьбы с раковыми заболеваниями.....	84
Пушилина Ю.Н. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье современного человека.....	90
Шишова К.С. Адаптация к среде обитания.....	95

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ

Ляшенко Н.В., Рубан А.С. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в г. Новочеркасске.....	99
Смирнов С.П., Мошкин В.В., Жданова Ю.И. Расширение возможностей имитационного моделирования систем контроля и мониторинга экологических параметров в среде Labview для наработки фактических данных с целью последующего оптимизации моделей в многокритериальном случае.....	102
Лукин А.Ю., Гилёва Т.Е., Костылева Н.В. К вопросу о квотировании выбросов предприятий в атмосферный воздух.....	107
Рачёва Н.Л., Гилева Т.Е., Костылева Н.В. Реализация государственной политики в области экологического развития Российской Федерации в 2013-2018 гг.	114

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИИ**

Перминова В.В., Воробьев Е.Д. Макрозообентос органогенных отложений нефтезагрязненных озер Нижневартковского района ХМАО-Югры.....	120
Перминова В.В. Восстановление бентофауны озера после очистки дна от нефти (Нижневартковский район ХМАО-Югры).....	122
Воробьев Д.С., Франк Ю.А., Трифонов А.А. Опыт очистки донных отложений от нефти и нефтепродуктов.....	125