



**Linnæus University**



**INTERNATIONAL SCIENCE  
ENVIRONMENTAL CONFERENCE**

**"ECOBALTICA"**

Saint-Petersburg, Russia, 17 April, 2017

*Editors: Alexey Glynushkin, William Hogland, VasiliyRud'*

**BOOK OF PROCEEDINGS No 2**

**Saint-Petersburg 2017**

ББК  
30.1 М  
755

17 Apr. 2017

INTERNATIONAL SCIENCE ENVIRONMENTAL CONFERENCE OF  
BALTIC REGION COUNTRIES "ECOBALTICA". Book of Proceedings  
No 1.

Editors: Alexey Glynushkin, William Hogland, VasiliyRud'

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
СТРАН БАЛТИЙСКОГО РЕГИОНА "ЭКОБАЛТИКА": Сборник трудов  
№2.- СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017 - 203 с.

9785990142374

© ВНИИФ 2017  
**ПРЕДИСЛОВИЕ**

В это году в России отмечается год Экологии и особо охраняемых территорий. Международный молодежный научный экологический форум стран балтийского Реиона в этом году имеет уже 20 летнюю историю проведения. В этом году запланировано проведение 4 конференций в рамках Форума ЭКОАБЛТИКА. Форум проводится в виде целого ряда различных конференций в разных городах Российской Федерации и участием широкого спектра участников из разных стран . Радостно отметить, что организаторами Форума достигнута договоренность о сотрудничестве с Министерством окружающей среды Палестины и в этой связи в сборниках публикуются

17 Apr. 2017

некоторое количество статей, подготовленных и доложенных специалистами из Палестины.

Форум проводится под научным руководством Российской Академии наук, под началом Академиков Российской Академии Наук - Ивана Васильевича Савченко и Михаила Сергеевича Соколова.

**Редакторы**

*Алексей Павлович Глинушкин*

*Виллиам Хогланд*

*Василий Рудь*

**PREFACE**

This year Russia celebrates the year of the Environment and protected areas. International youth science environmental forum of Baltic Reina this year has been 20-year history of the event. This year is planned to conduct 4 conferences in the framework of the Forum ECOBALTICA. The forum is held in the form of a number of, ready for the next conferences in different cities of the Russian Federation and participation of a wide spectrum of participants from different countries .

Glad to note that the Forum reached an agreement on cooperation with the Environment Quality Authority of Palestine and in this regard, in collections published a number of papers prepared and presented by experts from Palestine.

The forum is held under the scientific leadership of the Russian Academy of Sciences, under the direction of Academicians of the Russian Academy of Sciences Ivan Savchenko and Mikhail Sokolov.

**Editors**

*Alexey Pavlovich Glinushkin*

*William Hogland*

*Vasily Rud'*

**МОНОДИСПЕРСНЫЕ ТЕХНОГЕННЫЕ АЭРОЗОЛИ - НОВОЕ,  
ЭКОЛОГИЧНОЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ  
ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

**Соколов М.С., Спиридонов Ю.Я., Никитин Н.В.**

*Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии,*

*The International Science Environmental Conference "ECOBALTICA"*

Возникшее несоответствие между потенциальными возможностями современных пестицидов и традиционной технологией их применения - это реальная, постоянная угроза компонентам **агросферы** и **нецелевой биоте**, включая **человека**. Уже более 100 лет **полидисперсное распыление токсичных жидкостей** в агроэкосистемах высоко затратно и регулярно ухудшает экологическое состояние агросферы. И всё это - в гигантских масштабах! Справиться с этой проблемой можно, если сделать распыление рабочих жидкостей **монодисперсным** и **управляемым**.

Нашими многолетними исследованиями убедительно показано, что **монодисперсное мало- и микрообъёмное опрыскивание** (ММО, < 25 л/га) - это наиболее рациональный и прецизионный способ применения пестицидов. До настоящего времени он не имеет аналогов ни в России, ни за рубежом. В 60-90-е годы XX в. во ВНИИФ создано семейство уникальных монодисперсных *лабораторных, микрополевых и полевых* опрыскивателей с *монодисковыми вращающимися распылителями*, работающими на первом режиме распыления жидкости.

**Монодисперсное микрообъёмное опрыскивание** как инновационный способ обработки посевов *пестицидами*, другими *агрехимикатами*:

- высокопроизводительно;
- сравнительно дёшево и несложно в исполнении;
- базируется на использовании обычных, либо даже более дешёвых форм пестицидов;
- снижает уплотнение почвы за счёт существенного уменьшения массы снаряжённого рабочего агрегата;
- позволяет значительно - **минимум на 25%** - снизить норму расхода препарата!
- обеспечивает существенный рост *показателей рентабельности* защитных мероприятий; так, снижение нормы расхода рабочей жидкости с 200 до 10 л/га повышает производительность труда в 2 раза и в 3 раза сокращает прямые затраты на обработку единицы посева (без коррекции на норму расхода пестицида)! - позволяет существенно снизить потребности земледельцев в опрыскивающей технике.

Итак, монодисперсное микрообъёмное опрыскивание пестицидами - высокотехнологичная, наукоёмкая, ресурсосберегающая, экологичная, «хайтэковская» технология. Её научное обоснование и сопровождение практически значимо и весьма актуально. Обеспечивая управление *дисперсностью аэрозоля* пестицида *on line*, ММО в полной мере соответствует требованиям международного критерия **CDA — controlled drop application!**

Потенциальные масштабы ММО в России (только применительно к гербицидам) - это десятки миллионов гектаров посевов! В рамках обсуждаемого нового научно-технического направления **«Монодисперсные техногенные**

**аэрозоли»** в интересах агропроизводства предлагается решение актуально, социально, экологически и экономически значимого ПРОЕКТА: «Оптимизировать технологические параметры опрыскивания с целью минимизации доз пестицида и экологизации защиты от вредных организмов посевов экономически значимых сельскохозяйственных культур». Проект нуждается в поддержке заинтересованных инвесторов, работающих в сфере агробизнеса, а также в активном, творческом участии в его реализации молодых, нестандартно мыслящих конструкторов и экологов. Выполнение Проекта намечено выполнять в два этапа.

### **ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ПЕРВОГО ЭТАПА НИР И ОКР.**

1. Экспериментальный полевой монодисперсный мало- и микрообъёмный опрыскиватель с вращающимися распылителями.
2. Регламенты оптимальных параметров дисперсности рабочей жидкости при микро- и/или малообъёмном внесении пестицидов, обеспечивающие максимальное удержание капель рабочего раствора целевыми объектами и исключают снос токсиканта за пределы посева.
3. Инновационные технологии химзащиты, эффективность которых подтверждена в полевых условиях (в части избирательности рабочих растворов, оптимизированных доз пестицидов, дисперсности и расхода рабочей жидкости).
4. Рекомендации для испытателей полевых монодисперсных аппаратов и распылителей, а также для разработчиков региональных агротехнологий, включающие: оптимизированные технологические характеристики дисперсности опрыскивания и сниженные дозы пестицидов (обеспечивающие заданную эффективность, существенное повышение экологичности, производительности и рентабельности химзащитных работ).

### **ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ВТОРОГО ЭТАПА НИР И ОКР.**

1. Многофункциональный контрольно-измерительный комплекс «Дисперограф», включающий инновационные устройства для инструментальных измерений (лазерных, электронно-оптических), оценки и контроля степени дисперсности различных *дисперсионно-жидкостных систем* на основе оригинального, количественного анализа полидисперсности (в зависимости от

температуры, давления, вязкости, плотности и активности диспергируемых жидкостей, влияющих на скорость движения капель и их распределение в факеле распыла). «Дисперограф» необходим для облегчения конструирования распылительных устройств специального назначения и аттестации серийных распылителей.

2. Лабораторный контрольно-измерительный «Стенд» для экспериментальной отработки конструкций монодисперсных распылителей жидкости и совершенствования технологических процессов их применения.

### **MONODISPERSE ANTHROPOGENIC AEROSOLS - A NEW, ENVIRONMENTALLY FRIENDLY RESOURCE-SAVING WAY OF CROP PROTECTION**

**Sokolov M. S., Spiridonov Y. Ya., Nikitin N. V.**

*All-Russian Research Institute of Phytopathology, [vniif@vniif.ru](mailto:vniif@vniif.ru)*

The discrepancy resulted between the capabilities of modern pesticides and the traditional technology of its application - is the real, constant threat to the components of **agrosphere** and **non-target biota**, including **humans**. For more than 100 years **polydisperse air-spraying** of *toxic liquids* in agricultural ecosystems is highly expensive and regularly degrades the ecological condition of agrosphere. And all this - on a gigantic scale! The way to cope with this problem is to make spraying of working fluids **monodisperse** and **controllable**.

Our long-term studies have convincingly shown that monodisperse low- and micro-volume spraying (MMS < 25 l/ha) is the most efficient and precise method of pesticides application. Up to the present day it has no analogues neither in Russia nor abroad. In the 60-90-ies of the XX century scientists in VNIIF created a set of unique monodisperse laboratorial, micro-field and field spraying units with monodisk rotating sprayers operating in the first mode of liquid spraying.

**Monodisperse micro-volume spraying** as an innovative method of treatment of crops with pesticides, as well as other agrochemicals:

- highly-efficient;
- relatively cheap and easy in execution;
- based on the use of conventional, or even more cheap forms of pesticides;
- reduces firming of soil by significantly lessening the curb weight of the working unit;
- allows significantly - **for at least 25%** - reduce the consumption rate of the agent!
- provides a significant increase in *profit margins* of protective measures; thus, a reduction in consumption rate of the working fluid from 200 to 10 l/ha increases the labor productivity by 2 times and by 3 times reduces the direct

costs of the treatment of crop unit (without correction for the consumption rate of the pesticide)!

- allows to significantly reduce the needs of land users for the spraying machines.

So, monodisperse micro-volume spraying with pesticides is advanced, knowledge-intensive, resource-saving, environmentally friendly, "hi-tech" technology. Its scientific rationale and support has practical significance and is highly relevant. Providing control of *aerosol dispersiveness* of pesticide on line, MMO fully complies with the requirements for the international criterion of **CDA - controlled drop application!**

The potential scale MMS in Russia (only with respect to herbicides) - tens of millions of hectares of crops! Within new discussed scientific and technical area "*Monodisperse anthropogenic aerosols*" for the benefit of agrobusiness the solution to socially, environmentally, and economically important PROJECT is proposed: "Optimize the technological parameters of spraying to minimize the doses of pesticide and ecologization of protection of seeds of economically important crops against harmful organisms." The project needs the support of interested investors working in the sphere of agribusiness, and also active, creative involvement of young, fresh-minded engineers and environmentalists. It is planned to implement the Project in two phases.

#### **EXPECTED RESULTS UPON COMPLETION OF THE FIRST PHASE OF RESEARCH AND DEVELOPMENT**

1. **The Experimental field monodisperse low- and micro-volume spraying machine with rotating sprayers.**
2. Regulations of optimal parameters of dispersiveness of the working fluid in the context of micro- and/or low-volume pesticide use, ensuring maximum retention of drops of spray material by the target objects, and excluding the driftage of the toxicant outside the planting area.
3. Innovative technologies of chemical protection, which effectiveness is confirmed in the field conditions (in terms of selectivity of spray materials, optimized doses of pesticides, dispersiveness and consumption rate of the spray material).
4. Recommendations for examiners of the field monodisperse systems and sprayers, as well as for developers of regional agricultural technologies, including: optimized technological characteristics of the sprayer's dispersiveness and reduced doses of pesticides (ensuring a planned efficiency, a significant increase in sustainability, productivity and profitability of chemical protection).

**EXPECTED RESULTS UPON COMPLETION OF THE SECOND  
PHASE OF RESEARCH AND DEVELOPMENT**

1. Multifunctional controlling and measuring complex "**Disperograph**", which includes innovative devices for instrumental measurement (laser, electro-optical), evaluation and control of the degree of dispersion of various dispersion-liquid systems by means of original, quantitative analysis of polydispersity (depending on temperature, pressure, viscosity, density, and activity dispersible liquids, affecting the movement speed of the droplets and their distribution in the spray jet). "**Disperograph**" is necessary to facilitate the design of the spray devices of special purpose and certification of serial sprayers.
2. Laboratorial controlling and measuring "**Stand**" for experimental testing of structural systems of monodisperse sprayers and improvement of technological processes of their application.

**ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В СОВРЕМЕННОЙ  
АРХИТЕКТУРЕ БОЛЬШОГО ГОРОДА**

**PHOTOVOLTAIC ELEMENTS IN BIG URBAN MODERN**

**ARCHITECTURE**

**Свитала Францишек Switala Franciszek**

*Люблинский Католический Университет, Люблин, Польша The*

*Catholic University Of Lublin, Lublin, Poland*

Рассматриваются первичные возобновляемые источники энергии, которые существуют на основе постоянно или периодически действующих источников энергии в окружающей среде. Примером такого источника является солнечное излучение. Возобновляемая энергия имеется в окружающей среде в таком виде, который не является следствием целенаправленной деятельности человека. Этот признак является самой главной отличительной особенностью этого вида энергии. Приводится пример преобразования солнечной энергии в электрическую, за счет фотовольтаических модулей на фасадах и в окнах здания.

Renewable energy sources are the sources based on permanently existing or periodically occurring energy sources that operate in the environment. A typical example is solar radiation. The renewable energy exists in the environment in the form that is not the result of deliberate human activity. It is the main feature of this kind of energy.



**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА**

Архитектура, фотовольтаические элементы, город, первичные возобновляемые источники энергии, солнечная энергия

**KEYWORDS**

Architecture, photovoltaic elements, city, renewable energy, solar energy.

Возобновляемые источники энергии можно разделить на первичные, которыми являются солнце, ветер, вода; геотермальные и вторичные возобновляемые - это те, при восстановлении которых надо вложить работу человека. Такими источниками является биомасса, тепло с технологических домашних и промышленных систем.

Характерным примером возобновляемого источника энергии здесь может служить солнечное излучение. Полный поток солнечного излучения равен  $1,2 \cdot 10^{17}$  Вт, т.е. на каждого человека Земли приходится около 16,2 МВт. Максимальная плотность потока солнечного излучения на Земле достигает  $1 \text{ кВт/м}^2$ .

Потенциал солнечной энергии можно охарактеризовать среднегодовым значением солнечной радиации на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности. Годовое поступление солнечной энергии на территории некоторых стран характеризуется следующими данными: Польша - 9501050 кВтч/м<sup>2</sup>/год, Болгария - 2000, северо-восточная Сибирь - 550-830, Поволжье, Молдавия - 1100-1380, Средняя Азия 1400-1600, Туркмения - 3100, Армения, Грузия, Азербайджан - 2125-2520 кВтч/м<sup>2</sup>/год. Условия использования солнечной энергии наиболее благоприятны там, где продолжительность солнечного сияния составляет 2500-3000 ч/год, т.е. 250-300 ч. в месяц.

Солнечная энергия может быть преобразована в тепловую, механическую и электрическую энергию, использована в химических и биологических процессах. Солнечные установки находят применение в системах подогрева воды, отопления и охлаждения жилых и общественных зданий и предприятий.

Всем известны методы термодинамического преобразования солнечной энергии в электрическую, основанные на использовании циклов тепловых двигателей Стерлинга, Эрриксона, термоэлектрического и термоэмиссионного процессов, а также прямые методы фотоэлектрического, фотогальванического и фотоэмиссионного преобразования. Наибольшее практическое применение получили фотоэлектрические преобразователи.

Фотоэлементы имеют малую массу, эффективны как при прямой, так и рассеянной солнечной радиации, а модульный тип установки позволяет строить установки любой мощности. В начале барьерами при их использовании являлась высокая цена и низкий коэффициент полезного действия на уровне

10-12%, тогда как сейчас КПД достигает 24% и большее в фотоэлементах, применяемых в последнее время.

До сих пор эти фотоэлементы находили применение только в фотовольтаических установках солнечных электростанций, для чего в основном и были спроектированы.

В Польше была основана фирма, которая фотовольтаические элементы начала применять не только в классических солнечных электростанциях (устанавливаемых на крышах, земных площадях), но и в архитектурных решениях. Это фирма МЛ Систем (Польша), которая производит фотоэлектрические элементы для применения на фасадах зданий вместо оконных пакетов и малой архитектуре.

Применяя фотовольтаические элементы в строительстве можно улучшить энергетическую эффективность зданий и не нарушить архитектурный образ зданий.

Разработанные фотоэлектрические модули для получения солнечной энергии имеют свойства классических строительных материалов, применяемых до настоящего времени: такие как; высокие уровни теплоизоляции, акустики, плотности, повышенный уровень механической стойкости, а дополнительно могут в зимнее время быть обогревателями, расплавляя снег и лед, образовавшийся на стеклянных крышах.

Создаваемые фирмой МЛ Систем, стеклянные фотовольтаические панели для выполнения фасад и крыш, выполнены в форме стеклопакетов, ламинированных снаружи с коэффициентом теплопередачи 1,1 - 0,8 Вт/м<sup>2</sup>К очень к этому подходят.

Проектирование фасада зданий с передвижными фотоэлементами возможно при использовании алюминиевых столбов толщиной 50 мм, размещённых на расстоянии 4000 мм. Крепление фотоэлектрических модулей на фасаде здания показывает Рис. 1,2. а реализованный фасад Рис. 2. Другие методы размещения и крепления стеклянных модулей фотоэлементов на фасадах зданий представлены на Рис. 3-8.

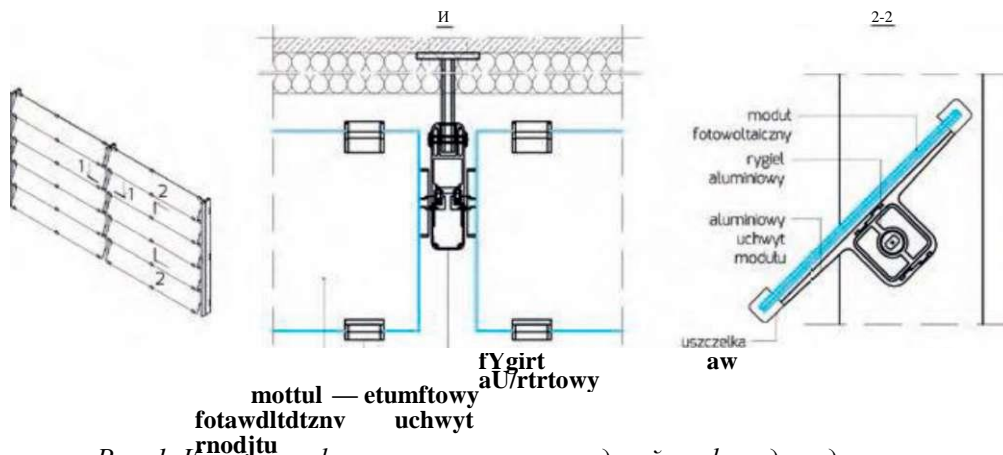


Рис. 1. Крепление фотовольтаических модулей на фасадах здания.

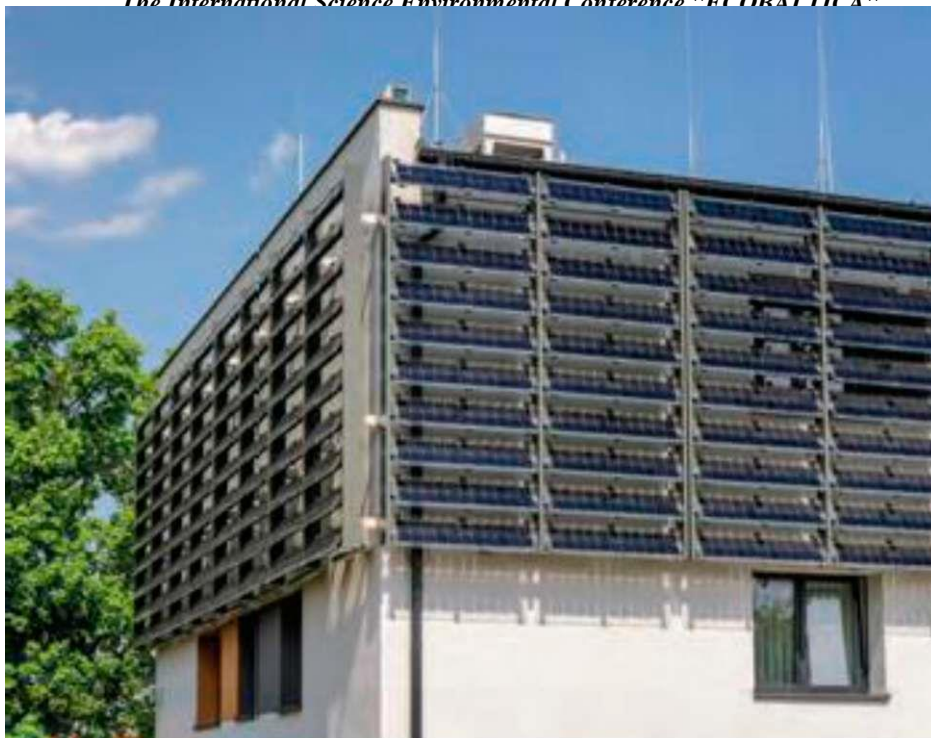


Рис. 2. Здание в городе Гливице

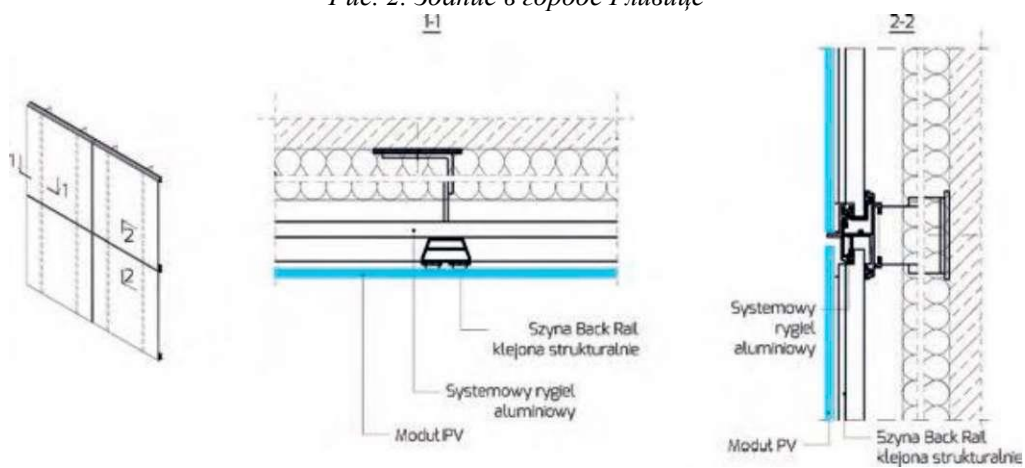


Рис. 3. Крепление фотовольтаических модулей на фасаде

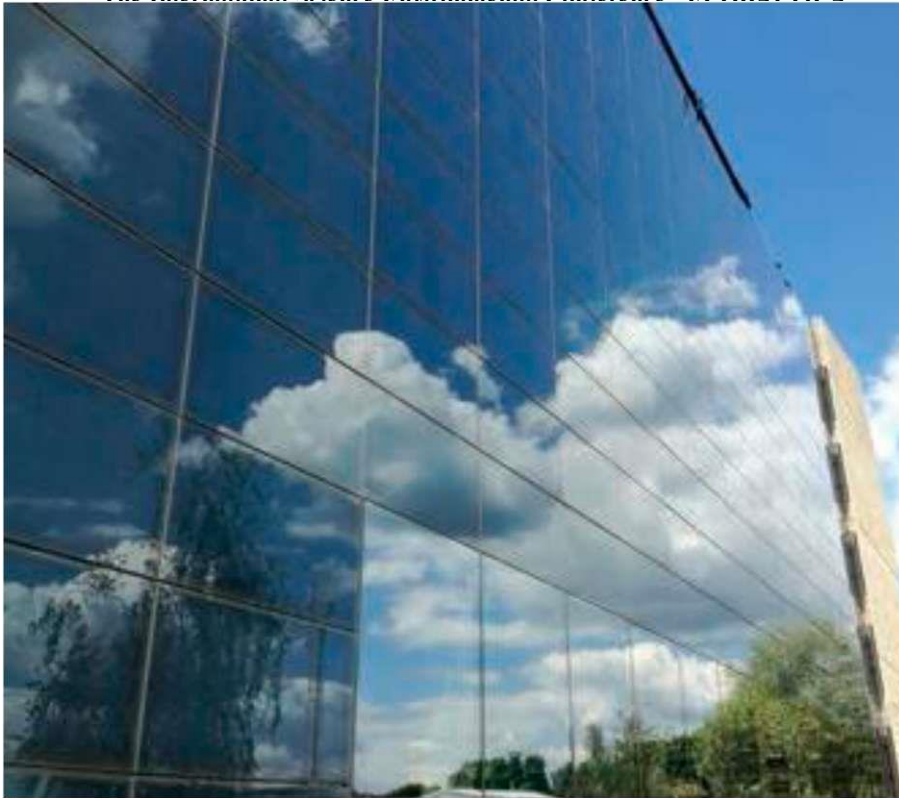


Рис. 4. Фасад офиса Таурон в Гливицах. (Энергетическое предприятие)

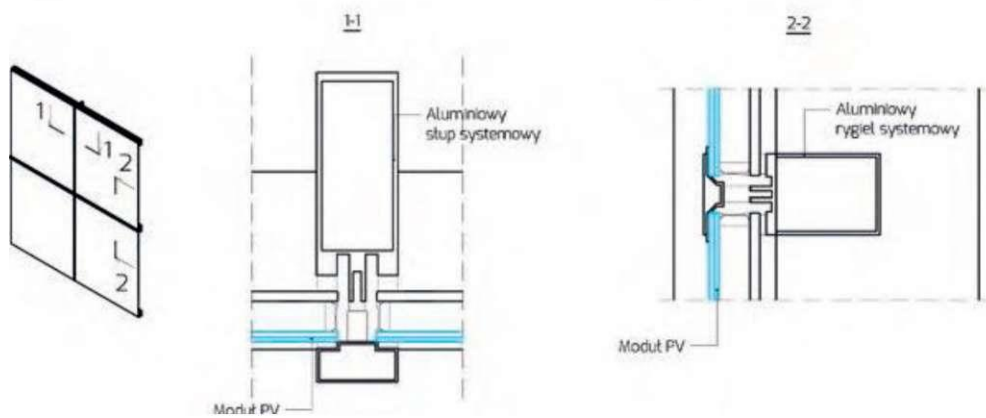


Рис. 5. Крепление фотоэлектрических модулей фасада

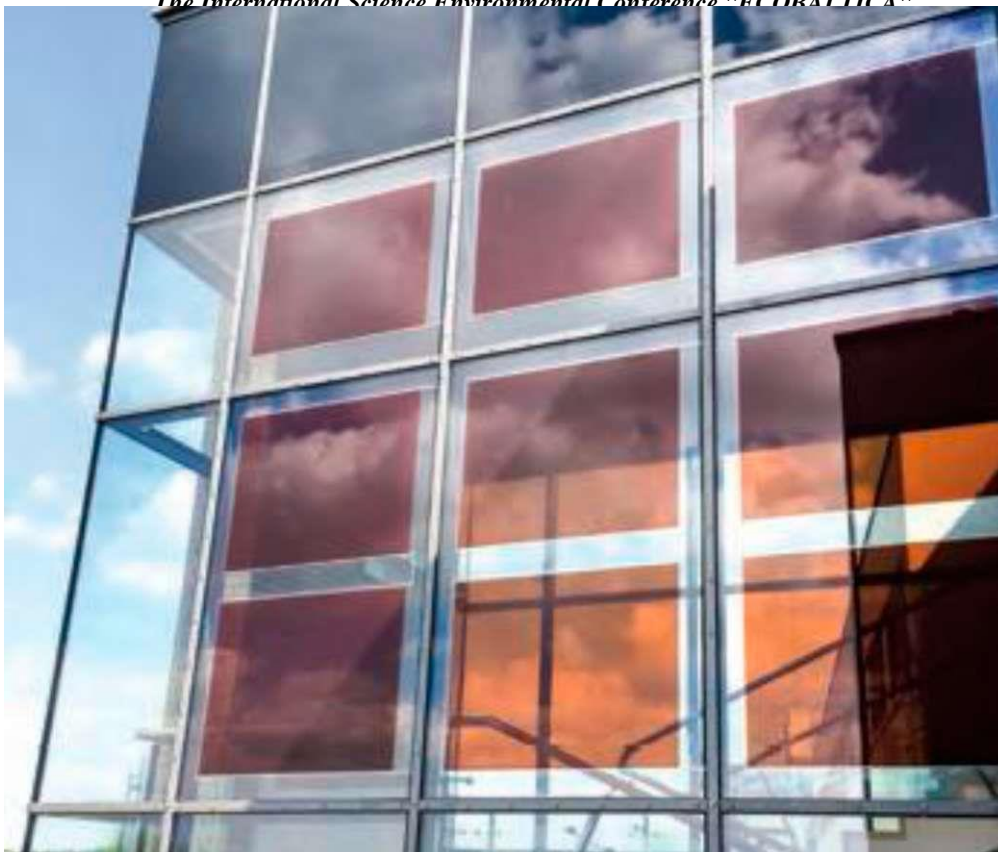


Рис. 6. Фасад здания Ягелонского университета в городе Краков

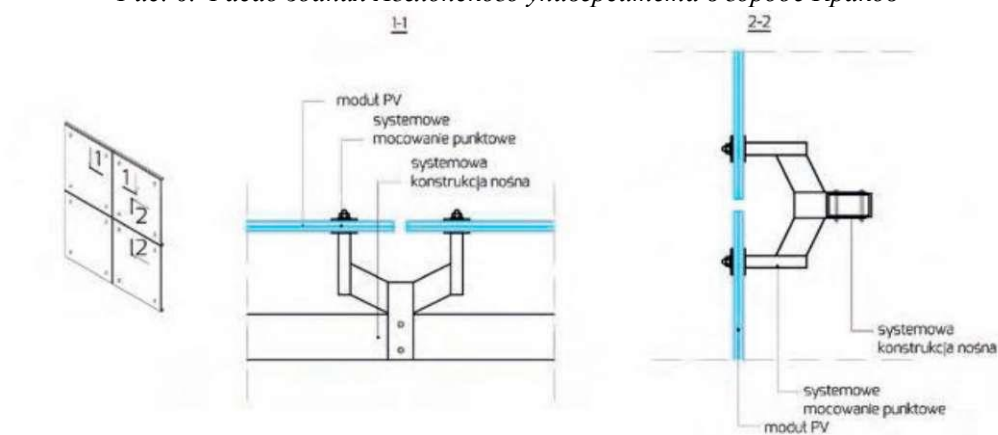


Рис. 7. Система крепления фотоэлектрических модулей на фасаде



*Рис. 8. Фасад университета в городе Жешув (Польша)*

Соединенные в сеть модули фотоэлементов производят электрическую энергию, которая может быть использована при применении преобразователей и аккумуляторов как возобновляемых источников повышая, коэффициент энергоэффективности здания.

Кроме размещения модулей фотоэлементов на фасадах зданий, их можно использовать как окна верхнего света (рис. 9).



*Рис. 9. Потолочное окно в Техно парке в Келцах (Польша) и покрытие террасы в особняке*

При введении в эксплуатацию электромашин, в солнечное время их можно заряжать во время парковки (рис. 10).



*Рис. 10. Модули фотоэлементов для подзарядки электромобилей*

Модули фотоэлементов имеют и другое применение в архитектуре города, например, на остановках для городского транспорта, на которых можно подзарядить мобильный телефон, ноутбук и пр. (рис. 11).



*Рис. 11. Остановка городского транспорта*

На примере разработок фирмы МЛ Систем представлены примеры того, как можно применять модули фотоэлементов в современной архитектуре города при использовании первичного возобновляемого источника энергии каким является солнце.

Автор благодарит фирму МЛ Систем за возможность использования их фотографий.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

- [1] Fotowoltaniczne systemy architektoniczne. ML System S.A., Zaczernie 190G, 36-062 Zaczernie, [www.mlssystem.pl](http://www.mlssystem.pl).
- [2] Chrytonow E. Zarys architektury // PWSZ. Warszawa, 1983. S. 215.
- [3] Odnawialne zrodla energii w architekturze Wydawnictwo Politechnik Sl^skiej Gliwice 2002, str238
- [4] Елистратов В.В., Аронова Е.С., Шварц М.З. Оптимизация фотоэлектрических модулей при проектировании солнечных электростанций // Труды Кубанского гос. университета. 2012. Т.1. Вып. 4(37). С.259-263.
- [5] Бальзанников М. И., Елистратов В. В. Возобновляемые источники энергии: аспекты комплексного использования / М. И. Бальзанников, В. В. Елистратов. Самара : Офорт, 2008. 329 с.
- [6] Mikhail Balzannikov, Vadim Alpatov, Igor Kholopov, Andrey Saharov, Aleksey Lukin, Usage of spatial lattice metal structures as roofing for mechanical equipment rooms of hydroelectric power stations, MATEC Web Conf. Volume 73, 2016 XV International Conference "Topical Problems of Architecture, Civil Engineering, Energy Efficiency and Ecology - 2016". <http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/20167301012>.
- [7] Igor S. Kholopov, Mikhail I. Balzannikov, Vadim Yu. Alpatov, Alexey.V. Soloviev, Girders of Hydraulic Gates Optimal Design, Procedia Engineering, Volume 153, 2016, Pages 277-282, ISSN 18777058, <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.115>.
- [8] Alexey A. Lukin, Igor S. Kholopov, Vadim Yu. Alpatov, Alexey V. Soloviev, Beams with Corrugated Web: Calculation Peculiarities of Bending Torsion Analysis, Procedia Engineering, Volume 153, 2016, Pages 414-418, ISSN 1877-7058, <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.143>.
- [9] Алпатов В.Ю., Алпатова О.В., Алпатов А.В., Белякова А.А. Оперативная оценка экономической эффективности купольных покрытий зданий // Научное обозрение. -2015. -№24. -С. 51-56.
- [10] Vadim Yu. Alpatov, On Efficiency of Metal Slab Space-framed Constructions with Newly Designed Large-sized Deliverable Assembly, Procedia Engineering, Volume 91, 2014, Pages 177-182, ISSN 18777058.

**ОЦЕНКА СОБЛЮДЕНИЯ РЕЖИМА ОХРАНЫ ТЕРРИТОРИИ****ЗАКАЗНИКА «БЕРЁЗОВЫЕ ОСТРОВА»****А. Бута, К. Грицко, А.В. Авдеева***СОШ№77, Санкт-Петербург*



В августе 2016 года я в составе команды из ЭБЦ «Биотоп» участвовала в эколого-краеведческой экспедиции на территории заказника «Берёзовые острова». На острова приезжают туристы, отдыхающие. На о. Большой Берёзовый есть поселение Красный остров. Нам было интересно изучить, как хозяйственная деятельность на острове влияет на животный и растительный мир.

**Цель работы:** провести оценку соблюдения режима охраны на территории ООПТ «Берёзовые острова»

**Задачи:**

1. Изучить литературные источники по истории архипелага.
2. Провести определение растений в разных биотопах, определить GPS-координаты особоохраняемых видов.
3. Оценить антропогенную нагрузку на остров, состояние стоянок.
4. Провести опрос местных жителей и отдыхающих о том, что они знают о режимах охраны.
5. Составить рекомендации по улучшению соблюдения режима охраны Берёзовых островов.

**Научное и практическое значение работы:** По предварительной договорённости с администрацией Дирекции ООПТ Ленинградской области, мы провели осмотр стоянок на островах, подтвердили наличие некоторых краснокнижных растений. Результаты данной работы будут предоставлены в дирекцию ООПТ Ленинградской области.

Мы исследовали растительный мир на островах Западный Берёзовый, Большой Берёзовый, о. Равица в 5 биотопах: на побережье Финского залива, в хвойном лесу на границе с побережьем, на лугу, в лесу, на берегу лесного озера, на хуторе.

Нами были определены 115 видов растений из 50 семейств.

На побережье Финского залива - 52 вида. В хвойном лесу у побережья - 28. На лугу - 27 видов. Лесу - 54 вида. На заболоченном берегу озера Званка - 17 видов. На хуторах - 30 видов. Наибольшее количество видов - 12 из сем. Вересковые, и сем. Розовые. Из сем. Сложноцветные - 7 видов. В растительном покрове острова преобладает лесная растительность. Главной древесной породой на острове является сосна, хотя русское название островов пошло от распространенных ранее берёз. Из особоохраняемых растений нам удалось определить: Лук скорода (*Allium schoenoprasum*) сем. Луковые, Росянку промежуточную, Валериану приморскую, Морскую горчицу балтийскую.

На территории острова расположены две деревни, и мы видели мусор, который скапливается за поселением. Раньше, когда на острове была военная база, следили, чтобы свалок не было. Теперь мусор по-видимому, не вывозят. И отдыхающие всё-таки оставляют мусор рядом со стоянкой, а не забирают с собой. В ходе экспедиции было осмотрено 12 стоянок. Наиболее чистые - на

Западном Берёзовом. Большой Берёзовый больше посещаем, и мусора находится больше. Мы убрали 3 стоянки, и вывезли мусор с собой на катере.

Несмотря на режимные запреты, мы видели, как на квадрациклах и мотоциклах выезжают на песчаный берег, что приводит к разрушению мест обитания песчаных муравьёв. По сравнению с 2012 годом, когда нами также проводились наблюдения, значительно сократились площади их обитания.

Нами было опрошено 20 человек. Среди них были местные жители, отдыхающие и яхтсмены. Благодаря информационным щитам все знают, что это территория ООПТ, однако правила соблюдаются не все. И практически никто не смог сказать, какие особоохраняемые животные и растения здесь обитают.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Мы считаем, что статус заказника сохранил островам хорошее экологическое состояние. Несмотря на то, что на Большом Берёзовом острове имеются поселения человека, режим заказника стараются соблюдать. Хозяйственная деятельность человека вне поселений практически не ощущается. Мы подтвердили места обитания некоторых растений, подлежащих охране.

Рекомендации по улучшению соблюдения режима охраны: поставить шлагбаум на въезде на песчаный берег мыса Почётный. На информационных щитах сделать ссылки на сайт, в котором будут указаны все режимы охраны, и какие именно растения и животные находятся под охраной. Организовать вывоз мусора со стоянок на мысе Почётный. Провести зонирование территории для разработки более детального режима охраны его частей и выделения зон регламентированной рекреации.

### **EVALUATION OF COMPLIANCE WITH THE REGIME OF PROTECTION OF THE TERRITORY OF THE «BEREZOVYE OSTROV» RESERVE"**

**A. Buta, C. Gritcko, A.V. Avdeeva 77 School, Saint-Petersburg**

In August 2016, I was a member of the team from EBC "Biotop" participated in the ekologo-local lore expedition in the territory of the reserve "Birch Island". On the islands come tourists, vacationers. On about. Big Birch is a settlement of the Red Island. We were interested to learn how the economic activities on the island affect the animal and plant world.

**Objective:** To conduct an assessment of compliance with the protection regime in the territory of the Berezovye Ostrovy PA

**Objectives:**

1. To study literary sources on the history of the archipelago.
2. Carry out the definition of plants in different biotopes, determine the GPS coordinates of specially protected species.
3. Assess the anthropogenic pressure on the island, the state of the parking.

17 Apr. 2017

4. Conduct a survey of local residents and holidaymakers about what they know about protection regimes.
5. Make recommendations for improving compliance with the regime of protection of the Berezov Islands.

**Scientific and practical significance of the work:** By preliminary agreement with the administration of the Directorate of PAs of the Leningrad Region, we conducted an inspection of the parking areas on the islands, confirmed the presence of some of the Red Book plants. The results of this work will be submitted to the directorate of the PAs of the Leningrad Region.

We explored the plant world on the islands of the Western Birch, the Great Birch, Fr. Ravitsa in 5 biotopes: on the coast of the Gulf of Finland, in a coniferous forest on the border with the coast, on a meadow, in the forest, on the shore of a forest lake, on a farm.

We have identified 115 plant species from 50 families. On the coast of the Gulf of Finland - 52 species. In the coniferous forest off the coast - 28. In the meadow - 27 species. Forest - 54 species. On the marshy shore of Lake Zvanka - 17 species. There are 30 species on the farms. The greatest number of species - 12 of the family. Heather, and this. Pink. Of the seeds. Complex color - 7 species. The vegetation cover of the island is dominated by forest vegetation. The main tree species on the island is the pine, although the

Russian name of the islands went from the common birches. From specially protected plants, we were able to determine: Onion (*Allium schoenoprasum*) sem. Onions, Rosyanka intermediate, Valerian seaside, Baltic Sea mustard.

On the territory of the island there are two villages, and we saw the garbage that accumulates behind the settlement. Earlier, when the island had a military base, they monitored that there were no dumps. Now, apparently, they do not take out the garbage. And vacationers still leave garbage near the parking lot, and do not take away with them. During the expedition, 12 parking lots were inspected. The cleanest ones are in the West Birch. Big Birch is more visited, and there is more rubbish. We removed 3 parking lots, and took out the garbage with us on the boat.

Despite the regime bans, we saw how on quad bikes and motorcycles go to the sandy shore, which leads to the destruction of sand ants habitats. Compared with 2012, when we also conducted observations, their habitats were significantly reduced.

We interviewed 20 people. Among them were local residents, holidaymakers and yachtsmen. Thanks to the information boards everyone knows that this is the territory of the PA, but the rules are not respected. And practically no one could say which specially protected animals and plants are inhabited.

## CONCLUSION

We believe that the status of the reserve has kept the islands in a good ecological condition. Despite the fact that there are human settlements on the Big Birch Island, the regime of the reserve is being observed. The economic activity of a person outside

the settlements is practically not felt. We confirmed the habitats of some plants subject to protection.

Recommendations for improving compliance with the regime of protection: put a barrier at the entrance to the sandy shore of Cape Honorary. On the information boards to make links to the site, which will indicate all the modes of protection, and which plants and animals are protected. Organize the removal of garbage from the parking at Cape Honorary. Conduct zoning of the territory to develop a more detailed regime for the protection of its parts and the allocation of zones of regulated recreation.

## **НЕТ НАЗВАНИЯ**

**К.С. Абуов**

*РАНХиГС*

### **Уважаемые коллеги, приглашенные!**

Прежде всего, позвольте приветствовать Вас и поблагодарить Председателя и Секретариат (ЕМИК) Четвертого Евразийского молодежного Конвента за предоставленную возможность обозначить серьезную проблему касательно правового регулирования трансграничных рек, взаимодействию и поиска механизма накопившихся вопросов.

Глава нашего государства Н. Назарбаев неоднократно отмечал, что многие экологические проблемы Казахстана имеют трансграничный характер. Это относится, в первую очередь, к проблемам воды.

Особенность нашей страны в том, что из 8 бассейнов 7 являются трансграничными, в 6 бассейнах сток поступает из сопредельных государств: Китай, Узбекистан, Кыргызстан, Россия, по территории которых протекают такие крупные реки, как Иртыш, Урал, Тобол, Ишим, Или, Чу, Талас, Сырдарья, а также множество средних и малых водотоков. Водные ресурсы этих рек и их качество имеют важное значение для осуществления и развития хозяйственной деятельности на сопредельных территориях.

Как известно аналогичная ситуация и у вас, бассейны 70 крупных и средних рек РФ также являются трансграничными.

Совместное использование трансграничных объектов, совершенствование межгосударственных водных отношений следует рассматривать как одно из важных условий обеспечения не только экологической, но и национальной безопасности.

Остановлюсь на проблемах трансграничного бассейна вод Урала.

Известно, что общая протяженность реки Урал составляет 2 428 километров. В административном отношении бассейн реки Урал расположен на территориях 3-х субъектов Российской Федерации (Оренбургская, Челябинская области и Республика Башкортостан) и 3-х регионов Республики Казахстан (Западно-Казахстанская, Актюбинская и Атырауская области). **С 1991 года**

17 Apr. 2017

**река приобрела статус межгосударственного трансграничного водного объекта.**

Река Урал является уникальным природным объектом и одной из основных водных артерий особого государственного значения не только маловодного Казахстана, но и России. Акватория и пойма реки Урал составляет национальное природное богатство, основу жизнедеятельности населения обширного географического региона двух граничащих государств.

**Экологические проблемы:** В последние годы общая экологическая ситуация вокруг Урала ухудшается. Не снижается объем промышленных стоков крупных предприятий - загрязнителей из России и Казахстана, увеличиваются темпы заиливания естественного русла реки. Требуется скоординированные системные дноочистительные и берегоукрепительные работы, очистка русла от завалов.

Зарегулированность речного стока в верхней части бассейна р. Урал на нужды народного хозяйства РФ привела к снижению водных ресурсов в нижнем течении.

На территории РФ сток р. Урал зарегулирован четырьмя крупными водохранилищами - Верхнеуральским, Магнитогорским, Ириклинским и Верхнекумакским с суммарной емкостью более 4 куб.км и площадью водной поверхности 380 кв.км., из них самое крупное - Ириклинское водохранилище имеет полную емкость 2,16 куб.км.

**Дальнейшее зарегулирование реки и притоков** (а такие попытки имеют место быть) приведет к катастрофическому падению среднегодового стока Урала, что равносильно его гибели.

Россия и Казахстан ратифицировали Хельсинскую конвенцию об охране трансграничных вод, но декларативный характер многих ее положений требует конкретизации в двухсторонних соглашениях и другого рода документах.

Отсутствие единой комплексной программы, ориентированной на достижение конкретных водохозяйственных целей для всего бассейна реки, попытки решать локальные водоохранные задачи в отдельных областях, не смогли дать в предыдущие годы желаемого результата. Практика очистки и экологического оздоровления ряда европейских рек позволяют надеяться на возможность такого подхода к решению проблемы.

Практическое решение проблем оздоровления р. Урал и экосистемы её бассейна во многом зависит от совместных и согласованных действий между Республикой Казахстан и Российской Федерацией по рациональному использованию водных ресурсов Урала с учетом экологических и экономических интересов обеих государств.

Как известно уже всему миру вследствие безрассудной экономической политики расходования водных ресурсов бассейнов рек Сырдарья и Амударья случилась трагедия Аральского моря — **это экологическая катастрофа мирового масштаба.** Во избежание подобного нужно действовать!

Сегодня Россия и Казахстан могут показать мировому сообществу инновационный пример разумного взаимовыгодного использования трансграничных рек.

**Сохранить за Уралом экологический приоритет, сделав его своеобразным эталоном рек, не зарегулированных в среднем и нижнем течении - наша общая задача.**

Вот уже более 10 лет идейным автором по спасению реки Урал является наш депутат Мажилиса Парламента Елена Ивановна Тарасенко, Ее имя знают от истоков реки до самого его устья. Этой хрустально чистой хрупкой женщиной проделаны титанические усилия по спасению нашей общей реки Урал. Благодаря ее усилиям на межрегиональном Форуме в Астане 4 октября 2016г с участием Президентов РК и РФ было подписано межправительственное Соглашение о сохранении экосистемы трансграничного бассейна реки УРАЛ, в рамках которого будет работать казахстанско-российская комиссия. Но чтобы спасти реку мы должны все двигаться в этом направлении, в первую очередь мы с Вами, будущее за молодежью - будущее за нами.

**Вношу предложения:**

Рекомендовать:

- увеличить объем пропускной воды во время паводка, что будет способствовать естественному очищению русла реки, а также полному заполнению поймы реки, что позволит возродить жизнь, погибающую на берегах реки Урал.
- принятие двумя государствами законодательных мер по сближению нормативно-правовой базы в сфере рационального использования и охраны трансграничных водных ресурсов;
- разработку и принятие основных принципов распределения воды с учетом вод обеспеченности обоих государств, состояния водного хозяйства, гидрологического режима стока, приоритетного водопользования;
- финансирование совместных водохозяйственных мероприятий (особенно в части расчистки русла реки от завалов).

**Благодарю за внимание.**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОУГЛЯ В КАЧЕСТВЕ ПОЧВЕННОГО  
МЕЛИОРАНТА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭМИССИЙ ПАРНИКОВЫХ  
ГАЗОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**И. М. Мухина**

*ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт»,  
[muhinairina1989@gmail.com](mailto:muhinairina1989@gmail.com)*

За последние 50 лет объем эмиссии парниковых газов в сельскохозяйственном секторе увеличился в 2 раза с 2.7 млрд. т CO<sub>2</sub>-экв в 1961 г. до более 5.3 млрд. т CO<sub>2</sub>-экв в 2011 г. и продолжает расти. Значительный вклад в поступление парниковых газов в атмосферу из сельскохозяйственных почв вносит углекислый газ (CO<sub>2</sub>). Он образуется в результате разложения органического вещества в почве, а также при сжигании биомассы. Особое внимание также уделяется закиси азота (N<sub>2</sub>O). Потенциал глобального потепления N<sub>2</sub>O превосходит потенциал глобального потепления CO<sub>2</sub> почти в 310 раз. По разным оценкам, на долю сельскохозяйственных почв приходится от 40 до 60% от суммарного количества закиси азота, попадающего в атмосферу нашей планеты из всех существующих источников (Кудеяров, 1999).

Для снижения эмиссий парниковых газов в атмосферу мировое научное сообщество предлагает изымать и утилизировать путем пиролиза часть возобновляемой биомассы, не использование или хранение которой может нарушить экологическое состояние среды. Например, при сжигании травы или древесины открытым способом, отходов сельскохозяйственной и лесной промышленности, а также прочих органических отходов в атмосферу выделяется 0.2 млрд. тонн в эквиваленте диоксида углерода, что составляет 4% от всех выбросов парниковых газов в сельскохозяйственном секторе (FAO, 2014). Полученный продукт - биоуголь - является стабильным углеродистым материалом, скорость разложения которого составляет от 100 лет и более (Woolf с соавт., 2010, Рижия с соавт., 2015), и внесенный в почву - является средством секвестрации углерода (George с соавт., 2012, Рижия с соавт., 2015). Также установлено, что биоуголь является одним из самых перспективных мелиорантов на нашей планете, поскольку при внесении в почву оказывает положительное влияние на рост и развитие растений и на свойства почв (Юрьев, 2007, Ogawa с соавт., 2006). Подсчитано, что превращение растительных остатков различного происхождения, причиняющих вред окружающей среде, в биоуголь способно снизить антропогенную эмиссию парниковых газов на 12% (Woolf et al, 2010).

Перспективы использования биоугля в сельском хозяйстве России и оценка рисков от его секвестрации в почве до настоящего момента остаются открытыми и требуют дополнительных долгосрочных исследований, наряду с общей проблемой внедрения нетрадиционных возобновляемых источников энергии, а, следовательно, являются актуальными. Разработка научных основ применения биоугля в качестве мелиоранта почв, изучение влияния данного продукта на изменение почвенного плодородия через регулирование физическими, химическими и биологическими процессами и, в итоге, на эмиссию углекислого газа и закиси азота из почв, явились главными направлениями исследования. Исследование было сфокусировано на изучении воздействия древесного биоугля на свойства почв легкого гранулометрического состава, расположенные в Ленинградской области (Гатчинский р-н,

Ленинградская область), урожай сельскохозяйственных культур и эмиссию парниковых газов. Для этого были проведены лабораторные и полевые исследования.

Основным объектом исследования являлись дерново-подзолистые супесчаные почвы различной степени окультуренности и биоуголь, который был получен при помощи быстрого пиролиза (без доступа кислорода) древесины мягколиственных деревьев (осина, ольха и береза) при температуре ~550 °С.

В ходе исследований были выявлены следующие закономерности:

Внесение древесного биологического угля в дозах от 5 до 12 т га<sup>-1</sup> в дерново-подзолистую супесчаную почву, как средней, так и высокой степени окультуренности, приводило к достоверному ( $p < 0.05$ ) увеличению влажности почвы в течение вегетационных периодов, в среднем в 1.2-1.5 раза, по сравнению с почвой без биоугля.

Исследование динамики плотности сложения дерново-подзолистой почвы с биоуглем, внесенного в дозе из расчета 5 т га<sup>-1</sup>, показало снижение данного показателя в течение вегетационного периода, однако, без достоверных статистических различий с почвой без биоугля.

Анализ основной гидрофизической характеристики средне окультуренной дерново-подзолистой супесчаной почвы показал, что внесение биоугля из расчета 10 т га<sup>-1</sup> повышало водоудерживающую способность в почве на 3-5%, а при совместном внесении биоугля с дополнительным источником азота (остатки клевера красного или минеральных азотных удобрений) - на 5-9% по сравнению с контрольным вариантом. Водоудерживающая способность высоко окультуренной дерново-подзолистой супесчаной почвы была достоверно ( $p < 0.05$ ) выше средне окультуренной почвы, а внесение биоугля способствовало еще большему увеличению данного показателя на 5-10%. Повышение водоудерживающей способности наблюдалось только в диапазоне низких давлений от -5 до -50 кПа, характеризующем легко дренируемые поры и поры инфильтрации с капиллярно-гравитационной водой. При потенциалах влаги ниже -50 кПа влияние биоугля на водоудерживающую способность обеих почв было недостоверным.

Результаты исследований усадки и набухания дерново-подзолистой супесчаной почвы показали, что внесение биоугля, как в средне-, так и в высоко окультуренную почву, приводило после трех циклов увлажнения и иссушения к уменьшению суммарной почвенной усадки на 3-9%, по сравнению с почвой без биоугля. Однако статистически достоверные ( $p < 0.05$ ) различия по данному показателю были установлены только в высоко окультуренной почве.

Внесение в дерново-подзолистую почву биоугля из расчета 10 т га<sup>-1</sup>, также как и комплексно - биоугля с клевером, привело к значительному ( $p < 0.05$ ) увеличению содержания углерода микробной биомассы микроорганизмов - в 1.2 и 2.2 раза, соответственно, по сравнению с контрольным вариантом.



Внесение биоугля привело к снижению потерь минерального азота из дерново-подзолистой супесчаной почвы. В вариантах высоко окультуренной почвы увеличение содержания минерального азота составило 9 и 22%, по сравнению с вариантами контроль и с удобрением, соответственно. Для средне окультуренной почвы уменьшение потерь минерального азота при внесении биоугля составило 3 и 6%, соответственно.

Установлено, что внесение биоугля из расчета 5 и 10 т га<sup>-1</sup> не влияло на эмиссию CO<sub>2</sub> из почвы.

Внесение биоугля из расчета 12 т га<sup>-1</sup> достоверно ( $p < 0.05$ ), по сравнению с контролем, снижало эмиссию N<sub>2</sub>O из средне и высоко окультуренной почвы. В трехлетнем полевом эксперименте было определено, что биоуголь способствовал снижению интенсивности процесса денитрификации, в результате которого образуется N<sub>2</sub>O, в среднем на 33%. Однако достоверные различия по данному показателю между вариантами с биоуглем и без биоугля наблюдались при повышении влажности до уровня НВ и температуры почвы выше 17 °С. Биоуголь способствовал улучшению порозности и аэрированности почвы за счет своей пористой структуры, и, следовательно, снижал денитрификацию, которая протекает, в основном, в анаэробных условиях.

Внесение биоугля в почву приводило к повышению урожайности выращиваемых культур. Было установлено достоверное ( $p < 0.05$ ) повышение урожайности ячменя сорта Ленинградский. В средне окультуренной почве разница в урожае между вариантами почвы с и без биоугля составила 60%, а в высоко окультуренной почве - 50%. Максимальный урожай данной культуры был получен при внесении в почву биоугля совместно с азотным удобрением, который достигал прибавки 2.8 раза по сравнению с контрольным вариантом. Кроме того, биоуголь оказывал благоприятное действие на рост и развитие многолетних трав. Было установлено увеличение биомассы данной культуры в течение вегетационных периодов на 48%.

Для оценки состояния пула почвенного азота, в целом, и эффективности сельскохозяйственных мероприятий в снижении эмиссии N<sub>2</sub>O, в частности, предложено использовать отношение её кумулятивных потоков к урожаю сельскохозяйственных культур (Van Groenigen et al., 2010). Чем меньше это отношение, тем лучше состояние почвенного азота и эффективнее меры по снижению его газообразных потерь. Исходя из расчётов отношения кумулятивных потоков N<sub>2</sub>O к урожаю культур, наибольшая эффективность использования растениями азота выявлена в вариантах исследования биоуголь + азотные удобрения, как для почвы со средней, так и высокой степенью окультуренности.

Таким образом, внесение биоугля в дерново-подзолистую супесчаную почву положительно сказывалось на ее структуре, водоудерживающей способности и содержании влаги в почве, что благоприятно для выращивания культурных растений. Также биоуголь показал себя как достаточно устойчивый

углеродистый материал, внесение которого не влияло на повышение эмиссии CO<sub>2</sub> и снижало эмиссию N<sub>2</sub>O из почвы. Кроме того, внесение биоугля в почву имело благотворное влияние на цикл азота в почве: увеличивало содержание минерального азота в почвах и улучшало эффективность использования растениями азота из почвы и их урожайность.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Кудеяров В.Н. Почвенные источники углекислого газа на территории России/В. Н. Кудеяров // *Круговорот углерода на территории России. НТП "Глобальные изменения природной среды и климата": Избр. науч. тр. по пробл.: "Глоб. эволюция биосферы. Антропоген. вклад". -М., 1999. с.165-201.*
- [2] Рижия Е.Я., Бучкина Н.П., Мухина И.М., Белинец А.С., Балашов Е.В. Влияние биоугля на свойства образцов дерново-подзолистой супесчаной почвы с разной степенью окультуренности (лабораторный эксперимент). *Почвоведение*, № 2, 2015 г., с. 211-220.
- [3] Юрьев, Ю. Л. Древесный уголь. Справочник. Екатеринбург: Сократ, 2007. - 184 с.
- [4] George, C., Wagner, M., Kucke, M., Rillig, M.C. Divergent consequences of hydrochar in the plant-soil system: Arbuscular mycorrhiza, nodulation, plant growth and soil aggregation effects. *Applied Soil Ecology*, №59, 2012, с. 68-72.
- [5] FAO, 2014 Выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве растут [Электронный ресурс] // URL: <http://www.fao.org/news/story/ru/item/224429/icode/>
- [6] Ogawa, M., Okimori, Y, Takahashi, F. Carbon sequestration by carbonization of biomass and forestation: Three case studies. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change - 2006. - Т. 2, №11. - с. 429-444.*
- [7] Woolf, D., J.E. Amonette, F.A. Street-Perrott, J. Lehmann, and S. Joseph. 2010. Sustainable biochar to mitigate global climate change. [Электронный ресурс]. URL: [www.nature.com/ncomms/journal/v1/n5/full/ncomms1053.html](http://www.nature.com/ncomms/journal/v1/n5/full/ncomms1053.html).
- [8] Van Groenigen, J. W., Velthof, G. L., Oenema, O., Van Groenigen, K. J. and Van Kessel, C. Towards an agronomic assessment of N<sub>2</sub>O emissions: a case study for arable crops. *European Journal of Soil Science*, №61, 2010, с. 903-913.

### **USE OF BIOCHAR AS A SOIL MELIORANT TO REDUCE EMISSIONS OF GREENHOUSE GASES IN AGRICULTURE**

**I.M. Mukhina**

*Agrophysical Research Institute, [muhinairina1989@gmail.com](mailto:muhinairina1989@gmail.com)*

17 Apr. 2017

Over the past 50 years, greenhouse gas emissions in the agricultural sector have doubled from 2.7 billion tons of CO<sub>2</sub>-eq in 1961 to over 5.3 billion tons of CO<sub>2</sub>-eq in 2011 and are continuing to grow. A significant contribution to the flow of greenhouse gases into the atmosphere from agricultural soils is made by carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). It is formed as a result of the decomposition of organic matter in the soil, as well as in the combustion of biomass. Particular attention is also paid to nitrous oxide (N<sub>2</sub>O). The global warming potential of N<sub>2</sub>O exceeds the global warming potential of CO<sub>2</sub> almost by 310 times. According to various estimates, agricultural soils account for 40-60% of the total amount of nitrous oxide that enters the atmosphere of our planet from all existing sources (Kudeyarov, 1999).

The world scientific community proposes to reduce emissions of greenhouse gases into the atmosphere to remove and utilize through pyrolysis part of the renewable biomass the non-use or storage of which can be harmful for the environment. For example, when burning grass or wood with the open method, agricultural and forestry waste, and other organic waste, 0.2 billion tons of carbon dioxide equivalent is allocated to the atmosphere, which is 4% of all greenhouse gas emissions in the agricultural sector (FAO, 2014). The resulting product is biochar. It is a stable carbonaceous material, the decomposition rate of which is 100 years or more (Woolf et al., 2010, Rizhiya et al., 2015)/ Application of biochar to soil can be a way to sequester carbon (George et al. 2012, Rizhia, et al., 2015). It has also been established that biochar is one of the most promising meliorants on our planet, because when applied to the soil it has a positive effect on the growth and development of plants and on the properties of soils (Yuriev, 2007, Ogawa et al., 2006). It is estimated that the transformation of plant residues of various origins that are harmful for the environment into a biochar can reduce anthropogenic emissions of greenhouse gases by 12% (Woolf et al, 2010). Prospects for using biochar in Russia's agriculture and assessing the risks from its sequestration in soils remain unclear until now and require additional long-term researches, along with the general problem of introducing non-traditional renewable energy sources, and, therefore, are relevant. The development of scientific basis for the application of biochar as a soil ameliorant, the study of the influence of this product on the changes in soil fertility through regulation by physical, chemical and biological processes and, ultimately, on the emission of carbon dioxide and nitrous oxide from soils, were the main areas of research. The research was focused on the study of the effect of a wooden biochar on the properties of soils of light granulometric composition located in the Leningrad region (Gatchinsky District, Leningrad Region), crop yields and greenhouse gas emissions. For this, laboratory and field studies were carried out.

The main object of the study was loamy sand Spodosol soils with different level of fertility and biochar, which was obtained by rapid pyrolysis (without access of oxygen) of softwood trees (aspen, alder and birch) at a temperature of ~550 ° C.

In the course of the research, the following patterns were revealed:

The introduction of the wooden biochar in doses from 5 to 12 tons ha<sup>-1</sup> into loamy sand Spodosol, both of medium and high level of fertility, resulted in a significant ( $p < 0.05$ ) increase in soil moisture during the vegetation periods, on average 1.2-1.5 times, in comparison with soil without biochar.

A study of the dynamics of the density of addition of loamy sand Spodosol with biochar introduced in a dose of 5 tons ha<sup>-1</sup> showed a decrease in this index during the vegetative period, however, without significant statistical differences with soil without biochar.

Analysis of the water-holding capacity (WHC) of the soil with medium level of fertility showed that application of the biochar at the rate of 10 tons ha<sup>-1</sup> increased the WHC in the soil by 3-5%, and when the biochar was combined with an additional nitrogen source (red clover residues or mineral nitrogen fertilizers) - by 5-9% in comparison with the control variant. The water-holding capacity of loamy sand Spodosol with high level of fertility was significantly ( $p < 0.05$ ) higher than of the soil with medium level of fertility. The introduction of biochar contributed to an even greater increase in this indicator by 5-10%. The increase in water-holding capacity was observed only in the low-pressure range from -5 to -50 kPa, characterizing easily drained pores and infiltration pores with capillary-gravitational water. At moisture potentials below -50 kPa, the effect of the biochar on the water-holding capacity of both soils was unreliable.

The results of studies of shrinkage and swelling of loamy sand Spodosol showed that application of biochar, in soils with medium and high level of fertility, resulted in a 3-9% reduction in total soil shrinkage after 3 cycles of moistening and drying, compared to soil without biochar. However, statistically significant ( $p < 0.05$ ) differences in this indicator were established only in highly cultivated soil.

Application of biochar in loamy sand Spodosol at the rate of 10 tons ha<sup>-1</sup>, as well as of biochar together with red clover, led to a significant ( $p < 0.05$ ) increase in the carbon content of the microbial biomass of microorganisms by 1.2 and 2.2 times, respectively, in comparison with the control treatment.

Biochar application to the soil resulted in a decrease of mineral nitrogen losses from loamy sand Spodosol. In the treatments of soil with high level of fertility the increase in the content of mineral nitrogen was 9 and 22%, compared with the control and treatments with fertilizer, respectively. For soil with medium level of fertility, application of biochar caused a decrease of mineral nitrogen losses by 3 and 6%, respectively.

It was found that the application of biochar at the rate of 5 and 10 tons ha<sup>-1</sup> did not affect the CO<sub>2</sub> emission from the soil.

Introducing of biochar at the rate of 12 tons ha<sup>-1</sup> significantly ( $p < 0.05$ ) reduced the N<sub>2</sub>O emission from the soils with medium and high level of fertility in comparison with the control treatment. In a three-year field experiment, it was determined that the biochar contributed to a decrease in the intensity of the denitrification process, as a result of which is formation of N<sub>2</sub>O, in average by 33%. However, significant

differences in this indicator between variants with biochar and without it were observed with an increase in humidity and soil temperature above 17 ° C. Biochar increased soil porosity and aeration due to its porous structure, and, consequently, reduced denitrification, which occurs mainly under anaerobic conditions.

The introduction of biochar into the soil led to an increase in the yield of the cultivated crops. It was established a significant ( $p < 0.05$ ) increase in the yield of barley. In the soil with medium level of fertility, the difference in yield between treatments with and without biochar was 60%, and in the soil with high level of fertility - 50%. The maximum yield of this crop was obtained by application of biochar together with nitrogen fertilizer, which reached an increase of 2.8 times in comparison with the control variant. In addition, the biochar exerted a favorable effect on the growth and development of perennial grasses. An increase in the biomass of these crops during the growing seasons achieved 48%.

For the assessment of soil nitrogen pool and effectiveness of agricultural activities for N<sub>2</sub>O emissions reduction, it was suggested to use the ratio of nitrous oxide cumulative flows to crop yields (Van Groenigen et al., 2010). The lower this ratio, the better the state of soil nitrogen pool and the more efficient the reduction of its gaseous losses. Based on the calculation of the ratio of cumulative N<sub>2</sub>O fluxes to crop yields, the greatest efficiency in the use of nitrogen by plants has been found in the treatment of biochar with nitrogen fertilizer for both soils with medium and high level of fertility.

Thus, application of biochar in loamy sand Spodosol had a positive effect on its structure, water-holding capacity and moisture content in the soil, which is favorable for the plant growth. Also biochar was determined as a fairly stable carbonaceous material, the introduction of which did not affect the increase in CO<sub>2</sub> emissions and reduced the emission of N<sub>2</sub>O from the soil. In addition, the application of biochar to the soil had a beneficial effect on the nitrogen cycle in the soil: it increased the content of mineral nitrogen in the soils and improved the efficiency of nitrogen use by plants and their yield.

## REFERENCES

- [1] Kudejarov V.N. Pochvennye istochniki uglekislogo gaza na territorii Rossii/V. N. Kudejarov // Krugovorot ugljeroda na territorii Rossii. NTP "Global'nye izmenenija prirodnoj sredy i klimata": Izbr. nauch. tr. po probl.: "Glob. jevoljucija biosfery. Antropogen. vklad". -M., 1999. pp.165-201.
- [2] Rizhiya E.Ya., Buchkina N.P., Muhina I.M., Belinec A.S., Balashov E.V. Vlijanie biougija na svojstva obrazcov dernovo-podzolistoj supeschanoj pochvy s raznoj stepen'ju okul'turennosti (laboratornyj jeksperiment). Pochvovedenie, № 2, 2015, pp. 211-220.
- [3] Yuryev, Yu. L. Drevesnyj ugol'. Spravochnik. Ekaterinburg: Sokrat, 2007. - 184 p.

- [4] George, C., Wagner, M., Kucke, M., Rillig, M.C. Divergent consequences of hydrochar in the plant-soil system: Arbuscular mycorrhiza, nodulation, plant growth and soil aggregation effects. *Applied Soil Ecology*, №59, 2012, с. 68-72.
- [5] FAO, 2014 Vybrosy parnikovyh gazov v sel'skom hozjajstve rastut [Elektronnyi resurs] // URL: <http://www.fao.org/news/story/ru/item/224429/icode/>
- [6] Ogawa, M., Okimori, Y., Takahashi, F. Carbon sequestration by carbonization of biomass and forestation: Three case studies. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change - 2006*. - Т. 2, №11. - pp. 429-444.
- [7] Woolf, D., J.E. Amonette, F.A. Street-Perrott, J. Lehmann, and S. Joseph. 2010. Sustainable biochar to mitigate global climate change. [Elektronnyi resurs] // URL: [www.nature.com/ncomms/journal/v1/n5/full/ncomms1053.html](http://www.nature.com/ncomms/journal/v1/n5/full/ncomms1053.html).
- [8] Van Groenigen, J. W., Velthof, G. L., Oenema, O., Van Groenigen, K. J. and Van Kessel, C. Towards an agronomic assessment of N<sub>2</sub>O emissions: a case study for arable crops. *European Journal of Soil Science*, №61, 2010, pp. 903-913.

**ДИФФУЗНЫЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ. МОДЕЛИРОВАНИЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Д.К. Зотов**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого*

В последние десятилетия сельское хозяйство стало рассматриваться не только с точки зрения производства продукции, но и как источник загрязнения окружающей среды, в т.ч. вследствие интенсивного использования пестицидов и неорганических удобрений. В связи с этим возникла необходимость определять и предсказывать перенос, трансформацию и накопление в почвах и водных объектах химических соединений, используемых в сельском хозяйстве [1].

Результаты более чем полувековых исследований выявили следующие характерные особенности [1,2]:

1. Вынос химических соединений является диффузным, и главным образом имеет место в период снеготаяния и дождливые сезоны, когда поверхностный сток транспортирует в водоприемники глинистые частицы, адсорбированные на них химические соединения и растворенные вещества (удобрения, пестициды, тяжелые металлы, легко окисляемая органика); инфильтрующаяся вода трансформируется в подпочвенный, грунтовый и/или дренажный сток, транспортирующий растворенные вещества, загрязняющие грунтовые и гидравлически связанные с ними поверхностные воды.

2. Загрязнения, поступающие из пространственно-распределенных источников имеют стохастическую природу, динамика которой проявляется в пространственно-временной изменчивости характеристик и свойств природно-антропогенной агросистемы.

Наиболее эффективным инструментом изучения неточечных сельскохозяйственных источников загрязнения в настоящее время признано математическое (имитационное) моделирование [3], как основа методологии системных исследований. Одним из важнейших аспектов методологии системных исследований является их организация в рамках имитационной модели, как основной структуры всей системы получения знаний.

Природно-аграрная система является [4,5] весьма сложной и состоит из взаимосвязанных и взаимовлияющих друг на друга подсистем: агрономической, гидрологической, экологической и экономической.

Системный анализ дает понимание различных граней проблемы, их взаимодействия и влияния друг на друга, позволяет лучше понять многие части системы и их динамичное взаимодействие на основе физико-химических представлений. Этот подход является холистичным, т.е. изолированное изучение частей системы не дает всестороннего понимания целой системы, т.к. отдельные части связаны друг с другом сложными взаимодействиями, а изменения происходящие в одной части вызывают отклик во всей системе.

Уровнем моделирования может быть: сельскохозяйственное поле, локальный водосбор, речной бассейн. В качестве пространственного уровня моделирования целесообразно выбрать локальный водосбор, т.к. он имеет конкретные физические границы. Факторы, определяющие вынос химических загрязнений с сельскохозяйственного водосбора делятся на детерминированные (контролируемые): сроки, дозы и способы внесения пестицидов и удобрений, агротехнологии; и стохастические (неконтролируемые) - например, климат. Неконтролируемые факторы определяют стохастический отклик природно-аграрной системы в виде сельскохозяйственной продукции, почвенной эрозии, накопления и выноса загрязнений.

Выделяют следующие области применения моделей сельскохозяйственных диффузных источников загрязнения:

1. Обзорные модели позволяют оценить главные направления природоохранной политики, такие как идентификация потенциально опасных, с точки зрения загрязнения окружающей среды, территорий на государственном или региональном уровне. Эти модели необходимы для выполнения долгосрочных осредненных прогнозов, управления крупными географическими регионами.
2. Планирование. Модели планирования предназначены для разработки главных, стратегических путей контроля, необходимых для управления, выявленными обзорными моделями, неустойчивыми по отношению к загрязнениям территориями. Географический масштаб

может быть еще достаточно большим, но более гомогенным и лучше характеризуемым, чем в обзорных моделях.

3. Оценка и проектирование. Эти модели осуществляют переход от основных положений планов контроля, которые основаны на требованиях, предъявляемых к качеству воды, к технологиям управления, оптимальным как с агрономической, так и с природоохранной точек зрения. Моделирование в большей степени ориентировано на учет нагрузки и производства продукции, в этом случае могут быть выбраны технологии, которые согласуются с результатами планирующихся природоохранных мероприятий и с требованиями сельскохозяйственного производства.
4. Всесторонний анализ. Научно-исследовательские модели должны обладать высокой пространственно-временной детализацией рассматриваемых процессов, для контроля и управления качеством воды. Использование сложных исследовательских моделей может специфицировать инструкции по применению пестицидов и удобрений, относительно особенностей водосбора и расстояния до водоприемника, или обусловить нормы, сроки и методы внесения, а также выбор оптимальных, с точки зрения производства продукции и защиты окружающей среды, технологий.

Не существует универсальной модели, отвечающей на все вопросы. Существующие модели, предназначены для решения отдельных задач различного уровня, как поставленных вопросов, так и масштаба.

Модели оценки пространственно - распределенных источников должны:

1. Количественно характеризовать водный баланс территории. Вода должна быть рассмотрена в различных физических компартментах концептуальной природно - антропогенной агросистемы, и ее движение должно быть описано соответствующими гидрологическими процессами.
2. Устанавливать соотношение между почвенными потерями в результате эрозии и объемом загрязнений адсорбированных на почвенном материале.
3. Объединять процессы трансформации и разложения загрязнений в почве и воде. Должны быть определены важнейшие процессы, пути и скорости переноса, которые определяют концентрацию различных форм и видов химических соединений во времени и пространстве.
4. Предсказывать транспорт загрязнений между подсистемами. Необходимо предсказать и определить пути переноса загрязнений между различными средами (подсистемами, например из почвенной в водную) на основании транспортных характеристик загрязнений и рассматриваемых подсистем, чтобы оценить и количественно охарактеризовать общий баланс веществ.



5. Представлять возможность непрерывного моделирования. Предсказание переноса загрязнений или эрозии для отдельных событий или вычисление среднегодовых величин не является основным предназначением рассматриваемых моделей или важнейших функций. Непрерывное моделирование требуется для определения пиков концентраций или вероятностной оценки.
6. Быть экономически эффективными. Стоимость структуры модели, системы управления данными и окончательные вычисления для оценки любого процесса или мероприятия, должны быть соразмерны с выгодой, полученной в результате моделирования.
7. Учитывать чувствительность алгоритмов к выбору управленческих решений. Алгоритмы модели должны быть разработаны и откалиброваны так, чтобы гарантировать, что величины параметров модели коррелируют с выбранными технологиями.
8. Представлять легкий доступ к исходным данным. Данные для параметризации коэффициентов и калибровки модели должны иметься в наличии или быть легко доступными из лабораторных анализов, справочников или других источников (гидрометеорологическая, агрохимическая и другие службы).
9. Оперировать с произвольными масштабами (с/х поле, локальный водосбор, речной бассейн).

## **ВЫВОДЫ**

Главная выгода имитационных моделей заключается в помощи, представляемой для оценки, проектирования, оперативного управления и научных исследований сельскохозяйственных диффузных источников загрязнения. Приоритет должен быть дан развитию технологий, которые используют сравнимые исходные данные, представляют совместимые базы данных и предлагают подобные методы оценки. Это облегчает сравнение результатов между проектами и экстраполяцию результатов на другие территории. Необходимо ограничить развитие моделей требующих использования нестандартных методов.

Для того чтобы достигнуть поставленных целей в области планирования и управления качеством почвы и водных объектов, исследователям необходимы надежные инструменты, которыми являются адаптированные и откалиброванные модели. Существующие модели представляют собой эффективный инструмент для оценки различных технологических вариантов и выбора оптимальных решений.

## **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] *Agricultural Management and Water Quality*. Iowa State University Press. 1983. - 472 p.

- [2] Даишев, Ш.Т. Геоэкологические основы охраны и воспроизводство водных ресурсов на мелиорированных сельскохозяйственных водосборах [Электронный ресурс] : Автореф. дис. д-ра техн. наук: 25.00.36 / Ш.Т. Даишев ; Санкт-Петербургский государственный технический университет. - Электрон.текстовые дан. (1 файл : 1,99 Мб). - Санкт-Петербург, 2001. - Электрон. версия печ. публикации.
- [3] Пачепский Я.А. Математические модели в мелиорируемых почвах. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992.-65 с.
- [4] Управление природно-техногенными комплексами: Введение в экоинформатику: Учеб. пособие/ Н.В. Арефьев, В.Л. Баденко, К.В. Зотов и др. - СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. 252 с.
- [5] Арефьев Н.В., Бреусов В.П., Осипов Г.К. Основы формирования природно-аграрных систем. Теория и практика. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2011. -533 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СОРБЦИОННУЮ СПОСОБНОСТЬ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

Лебедева В.Э.<sup>1</sup>, Курапова О.Ю.<sup>1</sup>, Шигаева Т.Д.<sup>2</sup>, Конаков В.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет,

<sup>2</sup> [Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, lera.isupova.1996@mail.ru](mailto:lera.isupova.1996@mail.ru)

В настоящее время в связи с возрастающими экологическими проблемами загрязнения акватории восточной части Финского залива все большую актуальность приобретают исследования донных отложений водных систем, которые являются индикаторами техногенных загрязнений. К основным проблемам загрязнения Балтийского моря, в частности восточной части Финского залива, относятся поступление загрязняющих веществ со стоками впадающих рек, строительство намывных территорий и нефтяных терминалов. Это приводит к нарушению экологического равновесия окружающей среды и, в конечном счете, к гибели живых организмов. Таким образом целью работы явилось изучение зависимости между фазовым и гранулометрическим и точным химическим составом донных отложений прибрежной зоны восточной части Финского залива и концентрациями валовых форм тяжелых металлов. Для оценки экологического состояния водного объекта был поставлен ряд задач, среди которых основной является исследование физико-химических свойств донных отложений и их влияния на сорбционную способность тяжелых металлов.

В качестве объекта исследования выбраны верхние слои (0-10 см) донных отложений прибрежной зоны восточной части Финского залива (глубина 0,5 м),

представляющие собой многослойные частицы песков. При этом чередование органических (в том числе гуминовых) и неорганических слоев состоящих из заряженных катионов металлов, так и незаряженных неорганических веществ предопределяется составом водной среды, в которую они погружены. Оценка способности этих многослойных частиц накапливать экотоксиканты осуществляется путем систематического изучения физических, химических и биологических факторов, влияющих на формирование структуры донных отложений. Для этого в 2015 г был начат трёхлетний мониторинг, чтобы проследить за изменениями гранулометрического состава донных отложений, их микроструктуры и содержания в них тяжелых металлов. Для этого были выбраны следующие контрольные точки наблюдения в прибрежной зоне восточной части Финского залива Балтийского моря: Бухта Графская, Репино, Ломоносов, Систо-Палкино, Сестрорецк, Лужская Губа, Приморск, Мартышкино, Ольгино, Ушково. Донные отложения (пески) были исследованы методами рентгенофазового анализа (РФА SHIMADZU XRD-6000), лазерной седиментографии (PSD анализ, Horiba LA-950), сканирующей электронной микроскопии (СЭМ, Hitachi S-3400N с приставкой для энергодисперсионного анализа EDX. Исследования были проведены Владимиром Шиловских с использованием оборудования ресурсного центра Научного парка СПбГУ Геомодель). Для построения кривых сорбции катионов тяжелых металлов меди и ртути из модельных растворов пески предварительно отмыли от сорбированных органических и неорганических загрязнителей. Для этого была построена кривая зависимости электропроводности промывных вод от времени выдержки, на которой наблюдаются пики, связанные с отмывкой органических и неорганических слоев.

Методами СЭМ и PSD анализа, соответственно, была установлена микроструктура и гранулометрический состав песков (распределение частиц по размерам и объему, средний размер частиц). Показано, что гранулометрический состав песков значительно изменяется в зависимости от выбранной контрольной точки измерения. Отмечено, что дисперсность песков снизилась по сравнению с 2015 годом. По данным дифрактограмм во всех пробах песков основной фазой явился  $\text{SiO}_2$ . Также в зависимости от контрольной точки наблюдения в пробах были обнаружены небольшие количества следующих фаз:  $\text{Fe}_2\text{S}_2\text{O}_9 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  и  $(\text{Na}, \text{K})(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$  были обнаружены почти во всех образцах;  $\text{NaHSi}_2\text{O}_5$  - в Приморске, Лужской губе, Мартышкино;  $\text{Na}_6\text{Si}_8\text{O}_{19}$  - в Приморске, Большой Ижоре и Лужской губе, а  $\text{Fe}_2\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$  являлся характерной фазой только для Лужской губы. Полученные данные EDX анализа находятся в соответствии с РФА.

Таким образом, было установлено, что гранулометрический состав песков изменяется в зависимости от выбранной контрольной точки измерения и года, а также изменяется средний размер частиц; по данным РФА и EDX анализа было выявлено, что во всех пробах песков основной фазой явился  $\text{SiO}_2$  с небольшими

количествами примесей; на примере проб Сестрорецка показано, что частицы являются многослойными. Различная дисперсность и фазовый состав проб позволяет предположить различную сорбцию тяжелых металлов пробами.

**THE INVESTIGATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE IN-SHORE ZONE BOTTOM SEDIMENTS OF THE WESTERN PART OF THE GULF OF FINLAND AND THEIR EFFECT ON HEAVY METAL SORPTION**

**Valeria E. Lebedeva<sup>1</sup>, Olga Yu. Kurapova<sup>1</sup>, Tatiana D. Shigaeva<sup>2</sup>  
and Vladimir G. Konakov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *St. Petersburg State University*

<sup>2</sup> *Scientific research center for ecological safety RAS, St.Petersburg,  
[lera.isupova.1996@mail.ru](mailto:lera.isupova.1996@mail.ru)*

Nowadays the investigation of bottom sediments in water systems that are the indicators of technologic pollutions are getting up-to-date. It is mainly due to the increase of ecological problems of waters of Western part of Gulf of Finland. The insertion of pollutants with effluents of flowing rivers, the construction of alluvial territories and oil terminals are among the main problems causing Baltic sea pollution. That leads to the ecological disequilibrium of the environment and, finally, to the death of living organisms. So the goal of present work was the investigation of the effect of phase composition, particle size distribution and chemical composition of the in-shore bottom sediments of the Western part of the Gulf of Finland on their tendency to the heavy metal sorption. In order to evaluate the ecological condition of the water object a number of tasks was set. The investigation of physical and chemical properties of bottom sediments was the main of them.

The upper layers (0-10 cm) of in-shore bottom sediments of the Western part of the Gulf of Finland (the depth is 0.5 m) were chosen for the present study. Note, these sediments are layered particles of sands. Herein the alternation of organic (incl. humic) and inorganic layers consisting of both charged metal cat ions and uncharged inorganic substances are predetermined by the composition of water medium, where they are placed. Generally the evaluation of capacity of these multilayered particles to ecotoxicants accumulation is carried out via the systematic investigation of physical, chemical and biological factors affecting the formation of bottom sediments microstructure. For that the there-years monitoring was initiated in 2015 in order to track the changes in dispersity, microstructure of bottom sediments and the content of heavy metals in the probes. The following control points in the in-shore zone of the Western part of Gulf of Finland of Baltic sea were chosen for the observation: Grafskaya bay, Repino, Lomonosov, Sisto-Palkino, Sestroretsk, Luzhskaya guba, Primorsk, Martishkino, Olgino, Ushkovo. The bottom sediments i.e. sands were investigated via X-Ray phase analysis (XRD SHIMADZU XRD-6000), particle size

distribution (PSD analysis, Horiba LA- 950), scanning electron microscopy (Hitachi S-3400N with the equipment for energy dispersive X-Ray spectroscopy EDX analysis). The research was performed by Vladimir Shilovskih at the Research park of St.Petersburg State University Center for Geo-Environmental Research and Modeling (GEOMODEL). In order to obtain sorption curves for heavy metals (copper and mercury) from the model solutions the sands were preliminary washed from organic and inorganic impurities adsorbed on their surface. As a result the dependence of the electric conductivity of the washing waters on the exposure time was plotted. A number of peaks related to dissolution of organic and inorganic layers was observed.

The microstructure and dispersity of sands was obtained via SEM and PSD analysis. Size and volume distributions of particles in sands were obtained. Mean particle size was calculated using the data of distributions. It was shown that sands particle size varies significantly depending on the chosen control point of the observation. It was noted overall dispersity decreased in probes of 2016 comparing to those of 2015. According to X-Ray patterns obtained SiO<sub>2</sub> was the main phase in all sands probes. Depending on control point of observation small contents of following phases were found: Fe<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>9</sub>\*xH<sub>2</sub>O and (Na, K)(Si<sub>3</sub>Al)O<sub>s</sub> were detected in almost all samples; then NaHSi<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - in Primorsk, Luzhskaya guba, Martiskino, Na<sub>6</sub>Si<sub>5</sub>O<sub>w</sub> in Primorsk, Bolshaya Izhora, Luzhskaya guba. Fe<sub>2</sub>Ah(SiO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> appeared to be characteristic just for Luzhskaya guba in-shore territory. The EDX data obtained is in accordance with XRD.

Thus it was shown that the particle size distribution curves of sands significantly depend on the chosen control point and the year of the observation. The mean particle size also varies. Via XRD and EDX analysis it was found that SO<sub>2</sub> is the main phase for all the sands with small amount of the admixtures. Using the sands from Sestroretsk in-shore territory it was shown that particles are do multilayered. Different dispersity and phase composition allow to suggest the different tendency to sorption of heavy metals cat ions by sands from the model solutions.

#### **БЕСКОНТАКТНЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Мязин Н.С., Рукин Е.В., Давыдов В.В.**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
[rukin.egor@gmail.com](mailto:rukin.egor@gmail.com), [myazin.n@list.ru](mailto:myazin.n@list.ru), [davydov\\_vadim66@mail.ru](mailto:davydov_vadim66@mail.ru)*

В настоящее время проблема загрязнения окружающей среды, в частности водных объектов и сельскохозяйственных территорий, особенно актуальна. В связи с тем, что ставятся новые задачи при проведении экологического мониторинга, постоянно активно ведется разработка новых методов экологического мониторинга водных объектов. Сейчас этих целей используются следующие методы: космическое наблюдение, аэрофотосъемка, исследование спектра теплового излучения (тепловизоры), а также рассеянного лазерного излучения из водной среды, водные патрули с автоматическим или

ручным отбором проб, метод биолюминисценции АТФ. Эти методы позволяют в течение короткого периода времени анализировать большую площадь поверхности как водных объектов, так и с/х территорий, особенно если на ней нет густой растительности (сельскохозяйственные территории без посевов), но у каждого из них имеются свои преимущества и недостатки.

Однако, из-за практически полной непроходимости большого количества мест на побережье, в силу имеющейся там густой растительности (то же самое при всходе урожая на с/х территории), почти все перечисленные методы не применимы. Также проблема усугубляется тем, что чаще всего именно туда прибывает основное загрязнение, а также сливаются опасные отходы.

Наиболее эффективным в таких условиях оказывается забор проб вручную. Тем не менее, возможности такого подхода сильно ограничены количеством взятых проб и их дальнейшей логистикой. Помимо этого, дальнейший полный анализ взятых проб может проводиться только в стационарной лаборатории. А так как производительность стационарной лаборатории также зачастую ограничена, а количество поступающих заявок на проверку велико, желательно, чтобы отправленные образцы гарантированно содержали загрязнения.

Однако лабораторные методы анализа имеют ряд существенных недостатков, среди которых следует отметить высокую стоимость оборудования для мониторинга, что влечёт за собой высокую стоимость самих измерений, а также длительную подготовку образцов для измерений. Перечисленные факторы также говорят в сторону того, что загружать такое оборудование нужно только образцами, в которых обнаружено загрязнение.

Один из методов, позволяющий быстро получать информацию о состоянии водных объектов и своевременно принимать необходимые меры — контроль в экспресс-режиме. Для контроля в экспресс-режиме, как правило, используются химические и оптические методы.

Все химические методы имеют очевидный недостаток: для корректного определения различных веществ нужны различные реагенты (причём, иногда нужно несколько разных реагентов для определения одного вещества). Но так как в мобильной лаборатории невозможно перевозить все известные реагенты, это приводит к тому, что для разных целей такую лабораторию нужно постоянно перекомплектовывать. Кроме того, химические методы вызывают необратимые изменения в исследуемой среде, что вынуждает набирать и перевозить несколько образцов одного и того же вещества, если нужно провести не только химическое исследование.

Оптические методы также имеют свои недостатки. Во-первых, на прозрачность накладывается сразу два ограничения: она должна быть и одновременно достаточно высокой, чтобы сигнал от прибора мог пройти через среду и для последующей регистрации её отклика, а с другой стороны, среда должна быть достаточно непрозрачной для того, чтобы загрязнение можно было заметить. Кроме того, размер частиц, растворённых в среде, не должен быть

меньше длины волны излучения, на которой происходит исследование образца, иначе из-за дифракции света прибор ничего не зарегистрирует.

Поэтому существует необходимость в разработке надёжных портативных устройств, учитывающих все вышеперечисленные недостатки, при этом обеспечивающие высокую чувствительность при определении состава жидких веществ, при этом продолжительность процесса одного измерения должна быть в разумных пределах для удовлетворения требованиям контроля в экспресс-режиме.

Одним из возможных решений этой проблемы является разработанный в нашей лаборатории малогабаритный ядерно-магнитный релаксометр. Единственное, что необходимо для его работы, - наличие частиц с ненулевыми магнитными моментами. При исследовании водных объектов это требование всегда выполняется, так как вода содержит протоны с наибольшим магнитным моментом.

Большим преимуществом контроля состояния среды с помощью ЯМР является то, что даже при работе в экспресс-режиме он проводит неразрушающие измерения - то есть не изменяет химический состав и физическую структуру образцов (в отличие от, например, рентгеноструктурного анализа).

Принцип определения состояния среды с помощью данного прибора состоит в измерении времён продольной и поперечной релаксации, а по этим данным можно однозначно определить отклонение состояния исследуемой среды от стандартного с учетом температуры окружающей среды.

Лучше всего регистрировать сигнал на ядрах водорода, так как они обладают наибольшей чувствительностью. Наблюдать сигнал можно и на ядрах фтора, лития или фосфора (таблица 1 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**), так как они также обладают большой чувствительностью, но сигнал от них даст ту же информацию, что мы можем получить на ядрах водорода, без дополнительных данных. В этом случае целесообразно измерять времена релаксации только по ядрам водорода, за исключением редких случаев, когда сигнал от других элементов может оказаться сильнее. Нужно отметить, что хотя бы один из перечисленных элементов практически всегда есть в исследуемых средах.

Таблица 1

Изотоп ядра	Магнитный момент /	Спин ядра $I$	Гиромагнитное отношение МГц/Т	Чувствительность $\gamma$ (относительная интенсивность сигнала ЯМР)	Природное содержание %
$^1\text{H}$	2.7928	1/2	42.57637513	$5.87 \cdot 10^3$	99.989
$^7\text{Li}$	3.2564	3/2	16.561322	$1.59 \cdot 10^3$	92.41
$^{11}\text{B}$	2.6886	3/2	13.675834	$7.77 \cdot 10^2$	80.11
$^{13}\text{C}$	0.7024	1/2	10.707945	1.0	1.07
$^{19}\text{F}$	2.6266	1/2	40.106214	$4.89 \cdot 10^3$	100.0
$^{21}\text{Al}$	3.6408	5/2	11.145327	$1.26 \cdot 10^3$	100.0
$^{23}\text{Na}$	2.2176	3/2	11.277214	$5.45 \cdot 10^2$	100.0
$^{31}\text{P}$	1.1316	1/2	17.253987	$3.91 \cdot 10^3$	100.0
$^{75}\text{As}$	1.4394	3/2	7.342051	$1.49 \cdot 10^2$	100.0
$^{115}\text{In}$	5.5006	9/2	9.331453	$2.18 \cdot 10^3$	4.5

Кроме того, мы разработали метод, которые позволяет получать информацию об относительных концентрациях компонентов в исследуемой смеси, при этом не требуется изменений в конструкцию прибора, а только лишь дополнительная обработка полученного сигнала.

Для этой цели предлагается использовать математическую модель на основе решения феноменологических уравнений Блоха для обработки сигналов ЯМР. ЯМР-сигнал из смеси представляет собой суммарный сигнал от каждого компонента этой смеси. С помощью разработанной математической модели можно разделить эти компоненты и найти относительные концентрации компонентов. Это позволяет обнаруживать отклонение от стандартного состояния исследуемой среды на месте отбора проб и во многих случаях принимать решения без дополнительного исследования в стационарной лаборатории, что делает контроль в экспресс-режиме более эффективным.



*The International Science Environmental Conference "ECOBALTICA"*  
**NON-CONTACT METHODS OF MONITORING THE STATE OF THE  
ENVIRONMENT**

**Myazin N.S., Rukin E.V., Davydov V.V.**

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, [rukin.egor@gmail.com](mailto:rukin.egor@gmail.com),*

*[myazin.n@list.ru](mailto:myazin.n@list.ru), [davydov\\_vadim66@mail.ru](mailto:davydov_vadim66@mail.ru)*

Nowadays, the problem of environmental pollution, in particular water bodies as well as agricultural areas, is an urgent problem. Because new tasks for carrying out environmental monitoring are constantly setting, new methods of ecological monitoring of water bodies are being actively developed. For these purposes the following methods are used now: space observation, aerial photography, investigation of the spectrum of thermal radiation (thermal imagers), as well as scattered laser radiation from the aquatic environment, water patrols with automatic or manual sampling, the method of ATP bioluminescence. These methods allow us to analyze a large surface of water bodies and agricultural areas, especially if it does not have dense vegetation (agricultural areas without crops) in a short period, but each of them has its advantages and disadvantages.

However, due to the almost total obstruction of a large number of places on the coast because of the dense vegetation there (same with the emergence of the crop in the agricultural area) - none of the above methods is applicable. In addition, the problem is complicated by the fact that the main pollution is most often washed ashore, and dangerous waste is dumped.

In such conditions the most effective method is hand sampling. Nevertheless, the possibilities of this approach are greatly limited by the number of samples taken and their further logistics. In addition, further analysis of the samples could be carried out only in a stationary laboratory. And since the productivity of a stationary laboratory is also often limited, and the number of incoming applications for verification is large, it is desirable that sent samples are guaranteed to contain contamination.

However, laboratory methods of analysis have a number of significant drawbacks, among which it should be noted the high cost of monitoring equipment, which entails a high cost of measurements themselves, as well as long-term preparation of samples for measurements. The listed factors also say that loading of such equipment is necessary only with samples in which pollution is detected.

One of the methods that allows you to quickly get information about the state of water bodies and take action as fast as possible is control in an express mode. Chemical and optical methods are usually used for control in an express mode.

All chemical methods have an obvious flaw: for the correct determination of different substances, different reagents are needed - sometimes several different reagents are needed to determine one substance. But since it is impossible to transport all known reagents in a mobile laboratory, this leads to the fact that for a variety of

purposes such a laboratory needs to be constantly re-assembled. In addition, chemical methods cause irreversible changes in the considered medium, which forces the researcher to collect and transport several samples of the same substance, if it is necessary to conduct not only chemical research.

Optical methods also have their drawbacks. First, the transparency is superimposed at once by two limitations: it must be both high enough to address it and its supply, and on the other hand, the medium must be sufficiently opaque in order to be able to detect pollution. In addition, the size of the particles dissolved in the medium should not be less than the wavelength of the radiation on which they can be detected or because of the diffraction of light the device will not register anything.

Therefore, there exists a need for a portable reliable device that take into account all of the above disadvantages, thus providing higher sensitivity in determining the composition of liquids, while the duration of a single measurement process must be within reasonable limits to satisfy the requirements of monitoring in the express mode.

One of the possible solutions to this problem is the compact nuclear magnetic relaxometer developed in our laboratory. The only thing necessary for its operation is the presence of particles with nonzero magnetic moments. This requirement is always satisfied in the researches of water bodies, because water contains protons with the greatest magnetic moment.

A great advantage of monitoring the state of the medium with the help of NMR is that, even when operating in the express mode, it conducts nondestructive measurements - which means it does not change the chemical composition and physical structure of the samples (in contrast to, for example, X-ray analysis).

The principle of determining the state of the medium using this device is based on measuring the times of longitudinal and transverse relaxation, and from these data, it is possible to unambiguously determine the deviation of the medium state from the standard one taking into account the ambient temperature

It is best to record the signal on hydrogen nuclei, since they have the greatest sensitivity. The signal can also be observed on fluorine, lithium or phosphorus cores (Table 1), since they also have a high sensitivity, but the signal from them will give the same information that we can get on hydrogen nuclei without additional data. In this case, it is advisable to measure the relaxation times only for hydrogen nuclei, with the exception of the rare cases when the signal from other elements may turn out to be stronger. It should be noted that at least one of the listed elements is almost always present in the investigated media.

Table 2

Nucleus isotope	Magnetic moment $\mu$	Nuclei spin $I$	Gyromagnetic ratio $\gamma$ MHz/T	Sensitivity (relative intensity of the NMR signal)	Natural content %
$^1\text{H}$	2.7928	1/2	42.57637513	$5.87 \cdot 10^3$	99.989
$^7\text{Li}$	3.2564	3/2	16.561322	$1.59 \cdot 10^3$	92.41
$^{11}\text{B}$	2.6886	3/2	13.675834	$7.77 \cdot 10^2$	80.11
$^{13}\text{C}$	0.7024	1/2	10.707945	1.0	1.07
$^{19}\text{F}$	2.6266	1/2	40.106214	$4.89 \cdot 10^3$	100.0
$^{21}\text{Al}$	3.6408	5/2	11.145327	$1.26 \cdot 10^3$	100.0
$^{23}\text{Na}$	2.2176	3/2	11.277214	$5.45 \cdot 10^2$	100.0
$^{31}\text{P}$	1.1316	1/2	17.253987	$3.91 \cdot 10^3$	100.0
$^{75}\text{As}$	1.4394	3/2	7.342051	$1.49 \cdot 10^2$	100.0
$^{115}\text{In}$	5.5006	9/2	9.331453	$2.18 \cdot 10^3$	4.5

In addition, we developed a method that allows us to obtain the information on the components relative concentrations in the considered medium, without changes in the device design, and only by additional processing of the received signal is needed.

For this purpose, it is proposed to use a mathematical model based on the solution of the phenomenological Bloch's equations for the NMR signals processing. The NMR signal from the mixture is the sum signal from each component of this mixture. With the help of the developed mathematical model, it is possible to separate these components and find the components relative concentrations. This makes it possible to detect a deviation from the standard state of the researched medium at the sampling site and in many cases to make decisions about further actions without additional researches in a stationary laboratory, which makes monitoring in the express mode more efficient.

#### ОСОБЕННОСТИ КАРДИОАКТИВНОСТИ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

Смирнов И.С., Шаров А.Н., Холодкевич С.В.

*Санкт-Петербургский государственный университет*

Двустворчатые моллюски в экосистеме Невской губы и восточной части Финского залива, будучи одними из основных фильтраторов взвешенных веществ, играют важную роль в самоочищении поверхностных вод. Именно

17 Apr. 2017

поэтому они так важны для биоиндикации качества воды Финского залива и оценки «здоровья» экосистем.

В Санкт-Петербургском научно-исследовательском центре экологической безопасности (НИЦЭБ) РАН был разработан метод оценки функционального состояния моллюсков и его изменений *in situ* на основе непрерывной регистрации их сердечной активности, в том числе ее динамики в режиме *on-line*. Метод основывается на использовании неинвазивного (без нарушения внешних покровов) измерения пульсаций сердечной мышцы, то есть частоты сердечных сокращений (ЧСС), непосредственно с поверхности раковины в районе расположения сердца. Данная измерительная система получила название биоэлектронной, так как животное непосредственно входит в состав сенсора. Небольшой датчик, который крепится с помощью клея к створке раковины, и гибкое оптическое волокно позволяют использовать в качестве тест-организмов как крупных, так и средних (по размерам) моллюсков. После тестирования все моллюски могут быть возвращены в среду обитания неповрежденными.

Значения ЧСС моллюсков, их стабильность и динамика (например, скорость восстановления после внешних воздействий) служат интегральной и быстро определяемой характеристикой общего физиологического состояния моллюсков, что дает возможность оценки благоприятности среды их обитания по совокупности факторов (включая антропогенные воздействия).

Рядом экспериментов было установлено, что двустворчатые моллюски быстрыми изменениями сердечного ритма, регистрируемого данным биоэлектронным методом, реагируют на острую токсичность, как от отдельных веществ, так и их смесей, т.е. интегрально. Это позволяет использовать их в садковых биоэлектронных системах для быстрых регистраций любых резких изменений среды, в том числе сбросов токсичных загрязнителей любой природы в потенциальных «горячих точках» Финского залива.

Распространение моллюсков в восточной части Финского залива в основном зависит от распределения солености воды и типов донных грунтов. В российской части залива по горизонтали и вертикали представлены значительные градиенты этих факторов. Практически все двустворчатые моллюски, как пресноводного, так и морского происхождения российской части залива имеют экологические ограничения по этим параметрам среды (главным образом по солености) «снизу» или «сверху». В пределах этого небольшого района проходят экологические границы обитания как пресноводных, так и морских видов двустворок. Можно предположить, что на пограничных участках своих «экологических ареалов» эти виды находят менее благоприятные условия для обитания, чем в их центре, что может сказываться на физиологическом состоянии моллюсков, определяемом, в том числе и по параметрам сердечной активности.

Для повышения адекватности биоиндикации поверхностных вод целесообразнее использовать организмы, взятые из анализируемых акваторий, а

не животных из лабораторной культуры. Использование местных моллюсков в автоматизированных биоэлектронных системах значительно расширяет спектр тест-объектов. Их реакции позволяют предсказывать отклики экосистем на неблагоприятные воздействия.

Биомаркерные методы оценок экологического состояния водных объектов, основанные на регистрации характеристик поведения и кардиоактивности бентосных животных с твердыми покровами, являются в настоящее время достаточно хорошо развитыми. Однако результаты данных тестов зачастую оказываются непригодными для изучения вследствие того, что не все тест-организмы показывают хорошие результаты при проведении экспериментов. При действии тест-нагрузок, как правило, повышаются энергетические затраты организма, и существенно изменяются реакции со стороны сердечно-сосудистой системы по сравнению с нормальными условиями. Не у всех подопытных эти показатели стабильны, а реакции предсказуемы. По этим причинам могут быть сорваны многие эксперименты в данной области. Данное исследование предполагает изучение и определение оптимальных параметров особей, обитающих в Невской губе для использования их в качестве тест-организмов в биоэлектронных системах. В качестве функциональных нагрузок в настоящей работе использовались не повреждающие гипер- осмотические воздействия. Тест-воздействия разной продолжительности разрабатывались с учётом физиологических и поведенческих особенностей исследуемого вида. Двустворчатые моллюски обладают высокой чувствительностью и относительно быстро реагируют на загрязнение, защищаясь створками своих раковин от внешних воздействий. Воздействие влияет на показатели кардио- и двигательной активности этих животных, которые нами регистрируются и в дальнейшем используются для оценки среды обитания. Именно поэтому важно знать, какие организмы дадут приемлемые результаты, с помощью которых впоследствии можно будет проводить тестирования и не опасаться за достоверность полученных данных.

Целью исследования было изучить зависимость времени восстановления ЧСС после гиперосмотического тест-воздействия (кратковременного повышения солености воды) от размера и возраста моллюсков, а также от фоновых значений ЧСС. Результаты исследований необходимы для обоснования выбора животных, обитающих в Невской губе, для их использования в качестве тест-организмов в биоэлектронных системах.

Материалом исследований 2016 года были моллюски *Anodonta anatina*, собранные в восточной части Финского залива (Курортный район, г. Сестрорецк, напротив парка Дубки). Отбор организмов осуществлялся вручную в прибрежной зоне на глубине 0.5 - 1 м. В группу тест-организмов попали особи разного возраста (от 2 до 9 лет) и размера (от 35 до 81 мм). Всего было собрано и протестировано 74 моллюска. ЧСС моллюсков варьировало от 3,6. уд./мин до 18,7 уд./мин. Время восстановления ЧСС (Твосст) моллюсков после

тест-нагрузки изменялось от 25 мин. до 225 мин. В качестве функциональной нагрузки использовался разработанный в НИЦЭБ РАН метод, заключающийся в быстром повышении солености воды из места их обитания до 6 ‰ на 1 час, с последующим восстановлением первоначальной солености воды. На основании полученных данных исследовались зависимости таких параметров, как ЧСС и Твосст от размера и возраста моллюсков.

В результате проведенных исследований была обнаружена корреляция показателей кардиоактивности Твосст моллюсков и их возраста ( $R = 0.829$ ,  $p = 0.042$ ). Значительной корреляции между возрастом и фоновым ЧСС выявлено не было ( $R = 0.487$ ,  $p = 0.329$ ).

Установлено, что для возраста от 2 до 6 лет отличия Твосст этих групп моллюсков статистически не значимы, а также, что индивидуальные значения ЧСС фона моллюсков разных возрастов не влияет на Твосст. Напротив, моллюски старше 6 лет резко отличаются от моллюсков возрастной категории от 2 до 6 лет.

Важной практической значимостью полученных результатов является то, что на их основе могут быть разработаны обоснованные рекомендации по выбору особей моллюсков с оптимальными параметрами для их использования в биоэлектронных системах.

Таким образом, в настоящей работе на основе экспериментального изучения времени восстановления ЧСС после функциональной нагрузки до фонового уровня у пресноводных двустворчатых моллюсков (Anodonta), отобранных из условно чистой (фоновой) акватории Невской губы и восточной части Финского залива, установлено, что животных старше 6 лет не целесообразно использовать в биоэлектронных системах в качестве тест-организмов.

#### **CARDIAC ACTIVITY PECULIARITIES OF BIVALVE MOLLUSKS OF THE GULF OF FINLAND**

**Smirnov I.S., Sharov A.N., Kholodkevich S.V.**

*St. Petersburg State University*

Bivalve mollusks in the Neva Bay and the eastern part of the Gulf of Finland ecosystems, being one of the main filter agents of suspended solids, play an important role in the self-purification of surface waters. That is why they are so important for bioindication the water quality of the Gulf of Finland and for assessing the "health" of ecosystems.

A method for assessing the functional state of mollusks and its changes in situ was developed at the St. Petersburg Scientific Research Center for Ecological Safety (SRCES) of the Russian Academy of Sciences on the basis of continuous registration of their cardiac activity, including its dynamics in on-line mode. The method is based on the use of a non-invasive (without disturbance of external covers) measurement of pulsations of the heart muscle, that is, the heart rate (HR), directly from the surface of

the shell in the region of the heart. This measuring system is called bioelectronic, because the animal directly becomes a part of the sensor. Both, a small sensor attached with glue to the shell and flexible optical fiber allow to use the large and medium sized mollusks as test organisms. After testing, all mollusks can be returned to their natural habitat intact.

The values of mollusk heart rate, their stability and dynamics (for example, the recovery time (T<sub>recovery</sub>) after external influences) serve as an integral and rapidly determined characteristic of the general physiological state of mollusks, which makes it possible to evaluate the favorable environment of their habitat in a combination of factors (including anthropogenic effects).

A number of experiments has stated that bivalve mollusks by rapid changes in the heart rate recorded by this bioelectronic method react to acute toxicity, both from individual substances and their mixtures, i.e. integrally. This allows them to be used in cage bioelectronic systems for rapid registration of any abrupt changes in the environment, including discharges of toxic contaminants of any nature in potential "hot spots" of the Gulf of Finland.

Distribution of mollusks in the eastern part of the Gulf of Finland mainly depends on the distribution of salinity of water and types of bottom soils. There are significant gradients of these factors located horizontally and vertically in the Russian part of the bay. Almost all bivalve mollusks, both freshwater and marine origin of the Russian part of the bay, have ecological limitations within these parameters of the environment (mainly in terms of salinity) "from below" or "from above". Ecological boundaries of habitat of the freshwater and marine species of bivalves are lying in the radius of this small area. It can be supposed that in the frontier areas of their "ecological areals" these species find less favorable habitat conditions than in their centre. This can affect the physiological state of the mollusks, which is determined, in particular, by the parameters of cardiac activity.

To increase the adequacy of bioindication of surface waters, it is more expedient to use organisms taken from analyzed water areas, rather than animals from laboratory culture. The use of local mollusks in automated bioelectronic systems greatly expands the range of test objects. Their responses allow predicting ecosystem responses to adverse effects.

Biomarker methods for assessing the ecological state of water bodies, based on recording the characteristics of behavior and cardiac activity of benthic animals with hard cover, are now quite well developed. However, the results of these tests are often unsuitable for study because not all test organisms show good results in the experiments. With the action of test loads, the energy costs of the organism increase and the reactions from the cardiovascular system are changed substantially in comparison with normal conditions. Not all of the experimental subjects are stable, and the reactions are predictable, that is why many experiments in this field can be disrupted. This research assumes the study and determination of optimal parameters of individuals living in the Neva Bay for use as test organisms in bioelectronic systems.

Non-damaging hypersensitivity effects were used as functional loads in this study. Test effects of various duration were developed taking into account the physiological and behavioral features of the species under study. Bivalve mollusks are highly sensitive and react relatively quickly to contamination, using the valves to defend themselves from external influences. The impact influences the cardio- and motor performance of these animals, which we register and use hereafter to assess the habitat. This explains why it is important to know what kind of organisms will produce acceptable results, with which you can later carry out testing and not be afraid for the reliability of the data obtained.

The aim of the research was to study the dependence of the HR recovery time after a hyperosmotic test effect (short-term salinity increase) on the size and age of mollusks, as well as background heart rate indexes. The results of the research are necessary to justify the selection of animals living in the Neva Bay, for their use as test organisms in bioelectronic systems.

The materials of the research of 2016 were mollusks *Anodonta anatina*, collected in the eastern part of the Gulf of Finland (Kurortny district, Sestroretsk, opposite to the park Dubki). Selection of the organisms was carried out manually in the coastal zone at a depth of 0.5-1 m. Individuals of different ages (from 2 to 9 years) and size (from 35 to 81 mm) were included in the group of test organisms. In total, 74 mollusks were collected and tested. The mollusk heart rate ranged from 3.6. bpm. to 18.7 bpm. The time to restore the mollusk heart rate after the test load varied from 25 min. up to 225 min. As a functional load, the method developed at the SRCES RAS was used, which consisted in a rapid increase in the salinity of water from their habitat to 6 ‰ for 1 hour, with the subsequent recovery of the initial salinity of water. Based on the data obtained, the dependences of parameters such as heart rate and  $T_{recovery}$  on the size and age of mollusks were studied.

As a result of the research, a correlation was found between the cardiac activity parameters of mollusks  $T_{recovery}$  and their age ( $R = 0.829$ ,  $p = 0.042$ ). There was no significant correlation between age and background heart rate ( $R = 0.487$ ,  $p = 0.329$ ).

It was found that for the age of 2 to 6 years, the differences in  $T_{recovery}$  of these groups of mollusks are statistically insignificant, and also that individual values of heart rate of mollusks of different ages do not affect  $T_{recovery}$ . On the contrary, there is a sharp difference between the mollusks over the age of 6 and mollusks aged from 2 to 6 years.

An important practical significance of the results obtained is the possibility to develop on their base reasoned recommendations on the selection of mollusks with optimal parameters for their use in bioelectronic systems.

Thus, the present research, based on the experimental study of the time for recovery of the heart rate after functional loading to the background level of the freshwater bivalve mollusks (*Anodonta*), taken from the conventionally clean (background) water area of the Neva Bay and the eastern part of the Gulf of Finland,



has concluded that animals over the age of 6 years are not suitable for using as test organisms in bioelectronic systems.

## **ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА**

**Строганова М.С., Шишкин А.И.**

*Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД,  
[mariiastr1994@gmail.com](mailto:mariiastr1994@gmail.com)*

### **АННОТАЦИЯ**

На протяжении нескольких лет были исследованы реки и озёра северной части бассейна Финского залива и согласно имеющимся методикам, проводилась интегральная оценка состояния водных объектов по показателям растворённый кислород, БПК<sub>5</sub>, индексу загрязнения воды (ИЗВ) и индексу трофического состояния водоёма (ITS).

### **КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА**

Водный объект, интегральная оценка состояния водных объектов; растворенный кислород; индекс загрязнения воды; индекс трофического состояния; Финский залив.

В настоящее время водные объекты Ленинградской области очень подвержены к воздействию эвтрофикации из-за большого содержания биогенных элементов и различных органических веществ [1]. Таким образом, контроль за наличием биогенных и органических веществ в водном объекте играет важнейшую роль в экологическом мониторинге при интегральной оценке качества воды водного объекта [2].

Интегральная оценка включает в себя в первую очередь определение перечня показателей качества воды водных объектов для расчета индексов ИЗВ и ITS в разные сезоны. Исследования водных объектов северной части бассейна Финского залива проводятся посезонно, отбирают 30-50 проб воды и проводится гидрохимический анализ природных вод по ряду исследуемых показателей различными методами. На основе сезонных исследований систематически пополняется база данных по водным объектам северо-восточной части Финского залива.

К примеру, в весенний период времени 2017 года было отобрано и проанализировано более 30 проб воды из разных водных объектов по показателям растворенный кислород, биохимическое потребление кислорода в течение пяти суток (БПК<sub>5</sub>), содержание отдельных ионов, уровень солености, водородный показатель рН, температурный режим и ряд других не менее важных показателей. По исследованным показателям рассчитаны интегральные показатели ITS и ИЗВ для водных объектов Санкт-Петербурга и Ленинградской

области в определенных точках. Основными показателями для расчета ИЗВ являются растворенный в воде кислород и наличие легкоокисляемой органики, выраженной в показателе БПК<sub>5</sub> [3]. Результаты интегральной оценки по индексу ИЗВ представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты индекса загрязнения воды (ИЗВ)

№ пробы	Место отбора пробы	O <sub>2</sub> , мг/л	БПК <sub>5</sub> , мг/л	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	Fe <sup>3+</sup> , мг/л	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л	NO <sub>2</sub> , мг/л	ИЗВ	Класс качества воды
ПДК, мг/л		6	2	100	0,1	0,39	0,08		
17	Река Приветная, у моста Восток-6	12,35	2,27	26	1,4	3,7	0	3,89	IV - Загрязнённая
18	Река Приветная, устье	11,04	1,67	24	1,4	3	0	3,66	IV - Загрязнённая
19	Река Приветная (бывш) лагуна Ф.З. Восток 6	10,42	1,63	6	0,4	2,3	0	1,67	III - Умеренно загрязнённая
20	Финский залив Восток-6	13,03	5,24	13	0,5	1,8	1,8	1,96	III - Умеренно загрязнённая
24	Ручей Смолячков у моста, место сброса СВ	4,47	3,43	20	4	5,2	5,2	19,78	VII - Чрезвычайно грязная
25	Ручей Смолячков у моста, после сброса СВ	13,44	4,75	40	1,4	4	4	12,53	VII - Чрезвычайно грязная
26	Ручей Смолячков, устье	12,66	4,63	25	1,4	0,9	0,9	5,54	V - Грязная

71	Финский залив Репино	10,89	3,61	8	0,4	0,8	0	1,34	III - Умеренно загрязнённая
73'	Ручей Пенаты устье	13,75	3,96	6	0,9	0,6	0,01	2,21	IV - Загрязнённая
74	Ручей Репинский, устье	13,46	4,53	14	3,2	3,1	0,03	6,91	VI - Очень грязная
74'	Ручей у гостиницы Репинская	11,84	2,62	40	1,8	0,7	0,06	3,71	IV - Загрязнённая

При оценке трофического состояния и расчете индекса ITS были использованы водородный показатель pH и насыщенность воды растворенным кислородом (O<sub>2</sub>,%) [2]. Результаты расчетов индекса ITS для отдельных водных объектов показаны в таблице 2.

**Таблица 2. Результаты расчетов индекса ITS**

№ пробы	Название	O <sub>2</sub> %	pH	ITS	Экологическое состояние
71	Бассейн Финского залива (поселок Репино)	97,6	7,55	8,83	Эвтрофное
73'		101,0	8,03		
73"		100,9	8,02		
74		97,1	7,31		
74'		91,9	7,62		
61	Бассейн реки Малая сестра	100,3	7,12	8,43	Мезотрофное
62		101,1	7,00		
63		96,7	7,16		
4	оз. Серебряное	76,4	7,00	8,26	Мезотрофное
4'		66,0	7,11		
4"		61,8	7,12		
5	оз. Придорожное	90,9	6,49	6,85	Ультра-

5'		97,1	7,05		олиготрофное
5"		91,9	7,36		
12	Бассейн реки Черная	96,6	7,46	8,63	Эвтрофное
13		94,7	7,09		
14		96,6	7,00		
15		94,4	7,45		
17	Бассейн реки Приветная	90,0	7,39	8,38	Эвтрофное
18		87,6	6,76		
19		81,9	6,49		
24	ручей Смолячков	33,3	7,24	7,78	Мезотрофное
25		95,1	7,05		
26		92,4	7,28		
46	Сестрорецкое водохранилище	98,2	7,30	8,29	Мезотрофное
46/1		77,3	7,32		
47		77,8	7,23		

Согласно полученным и проанализированным результатам, можно сделать вывод о том, что по индексу ИЗВ водные объекты северо-восточной части Финского залива можно отнести к классам от умеренно загрязненных до чрезвычайно грязных вод. Данный результат интегральной оценки по индексу загрязнения воды обусловлен повышенным содержанием загрязняющих веществ относительно их предельно-допустимых концентраций (ПДК в таблице 1), непосредственным расположением водных объектов вблизи источников хозяйственно-бытовой деятельности, а также в некоторых ручьях и притоках - таянием льда в весенний период времени.

К эвтрофным водам можно отнести бассейны Финского залива, реки Черная; к мезотрофному состоянию - бассейн реки Малая сестра, озеро Серебряное, бассейн реки Приветная, ручей Смолячков, Сестрорецкое водохранилище. Следует отметить, что в данных водоемах продукционно-деструкционный баланс положительный, поскольку образуется больше биогенных и органических веществ, чем разлагается [2, 4]. Озеро Придорожное, одно из системы Голубых озер в весенний период времени было отнесено к ультраолиготрофному состоянию - образуется и разлагается примерно одинаковое количество веществ [2, 4].

**ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Хрисанов Н.И., Осипов Г.К. Управление эвтрофированием водоёмов. СПб.: Гидрометеоиздат, 1993.- 277 с.
- [2] Л.И.Цветкова, М.И.Алексеев и др. Экология: Учебник для технических вузов /; Под ред. Л.И.Цветковой. - М.: Изд-во АСВ; СПб.: Химиздат, 1999. - 488 с.
- [3] Строганова М.С., Кушнеров А.И., Шишкин А.И., Оценка качества воды в бассейне Финского залива по содержанию растворенного кислорода // Сборник материалов студенческой научной конференции «Дни науки СПбГТУРП», 2014, 52-54 с.
- [4] Панов В.В., Строганова М.С., Оценка факторов, определяющих кислородный режим и трофическое состояние водоемов и водотоков // Сборник материалов XXI Международного и межрегионального Биос-форума и XXI Молодежной Биос- олимпиады», 2016, 177-180 с.
- [5] Кодряну Е.Ю., Строганова М.С., Комплексная оценка состояния водных объектов по показателям БПК5, растворенному кислороду, ИЗВ и УКИЗВ, а также интегральному показателю качества воды // Сборник материалов XXI Международного и межрегионального Биос-форума и XXI Молодежной Биос-олимпиады», 2016, 149-153 с.

**INTEGRATED ASSESSMENT WATER QUALITY OF WATER BODIES  
OF THE FINLAND GULF NORTHEAST PART**

**Stroganova M.S., Shishkin A.I.**

*Higher School of Technology and Energy SPbSUPTD,  
[mariiastr1994@gmail.com](mailto:mariiastr1994@gmail.com)*

**ANNOTATION**

For several years the rivers and lakes of a northern part of Finland Gulf and according to available techniques have been explored, the integrated assessment of a water bodies condition by the dissolved oxygen, to BOD<sub>5</sub>, the water pollution index (WPI) and an index of trophic state of a reservoir (ITS) was carried out.

**KEYWORDS**

Water body, integrated assessment of water bodies condition; the dissolved oxygen; water pollution index; index of trophic state; Finland Gulf.

Now water bodies of the Leningrad region are very influences to eutrophication because of high content of biogenic elements and various organic substances [1]. Thus, control of availability of biogenic and organic substances in a water object plays an important role in environmental monitoring at an integrated assessment of quality of water of a water object [2].

The integrated assessment firstly includes determination list of indicators of water quality for calculation of the WPI and ITS indexes during different seasons. Researches of water bodies of a Finland Gulf northern part are conducted seasonally, take 30-50 water samples and the hydrochemical analysis of natural waters on a number of the studied indicators is carried out by various methods. On the basis of seasonal researches the water bodies of Finland Gulf northeast part database systematically is replenished.

For example, during the spring period 2017 more than 30 water samples from different water bodies by indicators - the dissolved oxygen, biochemical oxygen demand within five days (BOD<sub>5</sub>), the maintenance of separate ions, salinity level, a hydrogen indicator pH, temperature condition and some other important indicators have been selected and analysed. Integrated indicators of ITS and WPI for water bodies of St. Petersburg and the Leningrad region in certain points are calculated by the studied indicators. The main indicators for calculation of WPI are the oxygen dissolved in water and existence of the easily oxidized organic chemistry expressed in an indicator BOD<sub>5</sub> [3]. Results of integrated assessment by the WPI index are presented in table 1.

Table 1. Results of the water pollution index (WPI)

№ sample	Sample place	O <sub>2</sub> , mg/l	BOD <sub>5</sub> , mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , mg/l	Fe <sup>3+</sup> , mg/l	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mg/l	NO <sub>2</sub> , mg/l	WPI	Water quality class
TLV, mg/l		6	2	100	0,1	0,39	0,08		
17	River Privetnaya, at Bridge Vostok -6	12,35	2,27	26	1,4	3,7	0	3,89	IV - Polluted
18	River Privetnaya, mouth	11,04	1,67	24	1,4	3	0	3,66	IV - Polluted
19	River Privetnaya, lagoon F.G. Vostok-6	10,42	1,63	6	0,4	2,3	0	1,67	III - Moderately polluted
20	Finland Gulf Vostok -6	13,03	5,24	13	0,5	1,8	1,8	1,96	III - Moderately polluted
24	Stream Smolyachkov at bridge, place of sewage dumping	4,47	3,43	20	4	5,2	5,2	19,78	VII - Extremely dirty
25	Stream Smolyachkov at bridge, after sewage dumping	13,44	4,75	40	1,4	4	4	12,53	VII - Extremely dirty
26	Stream Smolyachkov mouth	12,66	4,63	25	1,4	0,9	0,9	5,54	V - Dirty
71	Finland Gulf Repino	10,89	3,61	8	0,4	0,8	0	1,34	III - Moderately polluted

73'	Penates stream, mouth	13,75	3,96	6	0,9	0,6	0,01	2,21	IV - Polluted
74	Stream Repinsky, mouth	13,46	4,53	14	3,2	3,1	0,03	6,91	VI - Very dirty
74'	Stream near hotel Repinskaya	11,84	2,62	40	1,8	0,7	0,06	3,71	IV - Polluted

At an assessment of a trophic state and calculation of the ITS index have been used a hydrogen indicator pH and a water saturation by the dissolved oxygen (O<sub>2</sub>, %) [2]. Results of ITS index calculations for separate water bodies are shown in table 2.

Table 2. Results of ITS index calculations

№ sample	Sample place	O <sub>2</sub> %	pH	ITS	Ecological state
71	Finland Gulf of Basin (near Repino)	97,6	7,55	8,83	Eutrophic
73'		101,0	8,03		
73"		100,9	8,02		
74		97,1	7,31		
74'		91,9	7,62		
61	River Malaya Sestra	100,3	7,12	8,43	Mesotrophic
62		101,1	7,00		
63		96,7	7,16		
4	Serebryanoe lake	76,4	7,00	8,26	Mesotrophic
4'		66,0	7,11		
4"		61,8	7,12		
5	Pridorozhnoe lake	90,9	6,49	6,85	Ultra-oligotrophic
5'		97,1	7,05		
5"		91,9	7,36		



12	River Chernaya	96,6	7,46	8,63	Eutrophic
13		94,7	7,09		
14		96,6	7,00		
15		94,4	7,45		
17	Privetnaya river	90,0	7,39	8,38	Eutrophic
18		87,6	6,76		
19		81,9	6,49		
24	Stream Smolyachkov	33,3	7,24	7,78	Mesotrophic
25		95,1	7,05		
26		92,4	7,28		
46	Sestroretsk reservoir	98,2	7,30	8,29	Mesotrophic
46/1		77,3	7,32		
47		77,8	7,23		

According to the received and analyzed results, it is possible to draw a conclusion that water bodies of Finland Gulf northeast part by the WPI index can be carried to classes from moderately polluted to extremely dirty waters. This result of an integrated assessment by water pollution index is caused by the increased content of pollutants concerning their threshold limit value (TLV in table 1), direct arrangement of water bodies near sources of household activity, and also in some streams and inflows - thawing of ice during the spring period of time.

It is possible to carry the basin of Finland Gulf (near Repino), the river Black to eutrophic waters; to mesotrophic state - river Malaya Sestra, Serebryanoe lake, a river Privetnaya, a stream Smolyachkov, the Sestroretsk reservoir. It should be noted that in these reservoirs production- destruction balance positive as more biogenic and organic substances are formed, than decays [2, 4]. Pridorozhnoe lake, one of Golyby lake systems during the spring period of time have been carried to an ultra-oligotrophic state - approximately identical amount of substances [2, 4] is formed and decays.

#### REFERENCES

- [1] Hrisanov N., Osipov G. Management of an eutrophication of reservoirs. SPb.: Gidrometeoizdat, 1993. - 277 pages.
- [2] Tsvetkova L., Alekseev M., etc. Ecology: The textbook for technical colleges;/ Under the editorship of L. Tsvetkova. - M.: DIA publishing house; SPb.: Himizdat, 1999. - 488 pages.

- [3] Stroganova M., Kushnerov A., Shishkin A., the Assessment of quality of water in the basin of Finland Gulf on the content of the dissolved oxygen//the Collection of materials of the student's scientific conference "Days of Science SPbSTUPP", 2014, 52-54 pages.
- [4] Panov V., Stroganova M., Assessment of the factors defining the oxygen mode and a trophic condition of reservoirs and water currents//the Collection of materials XXI International and interregional Bios forum and the XXI Youth Bios Olympiad", 2016, 177-180 pages.
- [5] Kodryan E., Stroganova M., the Complex assessment of a condition of water objects on BPK5 indicators, the dissolved oxygen, WPI and CWPI, and also an integrated indicator of quality of water//the Collection of materials XXI International and interregional Bios forum and the XXI Youth Bios Olympiad", 2016, 149-153 pages.

**ПОИСК ОТЛОЖЕНИЙ ПАРАФИНА В НЕФТЕПРОВОДЕ  
МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОГО РЕЗОНАНСА**

**Мартьянов Д. С., Павлов И.В.**

*Санкт-Петербургский горный университет*

**АННОТАЦИЯ**

Эта проблема актуальна сегодня, отложение парафина в нефтепроводе вызывает снижение пропускной способности и увеличивает убытки. Отложения парафина в подъемных трубах приводят к резкому уменьшению их поперечного сечения, в результате чего снижается дебит и уменьшается буферное давление, а затем закупориваются подъемные трубы, после чего прекращается фонтанирование. В работе рассматривается решение проблемы при помощи прибора резонансного акустического контроля.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА**

Нефтепроводы, отложение парафина, поиск парафина методами неразрушающего контроля.

Нефти многих нефтяных месторождений парафинистые. В таких нефтях содержание парафинов (углеводородов от C<sub>1</sub>вНэ4 и выше) превышает 2%. В нормальных условиях парафины являются твердыми кристаллическими веществами, в пластах же они чаще всего растворены в нефти.

Подъем нефти от забоя скважины до устья и ее дальнейшее движение от скважины до газосепаратора сопровождается непрерывным изменением температуры и давления. В результате этого нарушается равновесие в системе «нефть-растворенный газ-растворенный парафин». Нефть, постепенно теряющая газ, становится более тяжелой, вязкость ее увеличивается, а ее

растворяющая способность по отношению к тяжелым углеводородам и различным примесям снижается, так как уменьшается содержание в ней жидких газов, имеющих лучшую растворяющую способность. Одновременно снижается и температура нефти, что вызывается двумя причинами: 1) передачей: тепла от нефти в окружающие скважину горные породы и 2) охлаждением нефти вследствие выделения газа. Охлаждение нефти вследствие выделения газа при большом газовом факторе преобладает по сравнению с охлаждением за счет теплоотдачи в грунт. Процесс выпадения и отложения парафина непосредственно на стенках труб продолжается с различной интенсивностью на всем протяжении подъемных труб - от точки, где он начался, до устья скважины. Та же часть парафина, которая выпадает в потоке, поднимается по подъемным трубам в виде мелких кристалликов, взвешенных в нефти, и кристалликов, прилипших к оболочкам газовых пузырьков. По мере увеличения содержания этих кристалликов в нефти они могут прилипнуть к стенкам труб, увеличивая толщину отложений парафина.

Парафиновые отложения представляют собой темную массу от маэобразной до твердой консистенции: они содержат, кроме парафина, значительное количество смол, масел, воды (в скважинах, дающих обводненную нефть) и минеральных частиц. Таким образом, нормальная эксплуатация фонтанных скважин, в которых добывается парафинистая нефть, невозможна без удаления отложений парафина со стенок труб или без принятия мер, предотвращающих выпадение парафина на стенках.

Для очистки подъемных труб от парафина можно применять тепловое воздействие или механическую очистку специальными скребками. [1]

Также важной задачей является поиск надежного способа нахождения участков нефтепровода требующего очистки от парафина. Для этого можно использовать прибор на основе резонансного акустического метода. Работа *резонансных приборов* основана на особенностях резонансных законов в линейных цепях. Обычно они используются для определения амплитуды и частоты одного гармонического колебания или для определения амплитуд и частот нескольких гармонических компонент, входящих в состав сложного колебания. В *резонансных приборах* толщина определяется путем измерения частот акустических резонансов в контролируемом изделии.

В процессе контроля резонатор прибора закрепляется непосредственно на участке трубопровода в котором требуется определять обрастания парафином. Так как парафин и нефть обладают разной плотностью, резонансная частота преобразователя при наличии парафина резко изменяется, о чем производится суждение, что является информационным параметром наличия парафина.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] Основы нефтяного и газового дела: Учебник для вузов/ Серeda Н.

Г., Муравьев В. М. — 2-е изд., перераб. и доп. М Недра, 1980, с. 287.

## **ФОРМИРОВАНИЕ БЛАГОПРИЯТНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ И СОЗДАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДОВ**

**А.В. Ощепкова, А.В. Черемисин**

*ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого*

Крупные города под действием множества вредных факторов, таких как выхлопные газы, шум, тепловые и звуковые нагрузки, вибрации, электрическое и радиоактивное загрязнения, а также временного фактора (многие исторические города не соответствуют своему времени по планировке и приспособленности к современному быстрому и меняющемуся течению жизни) становятся малоприспособленными для нормального и комфортного существования в нем населения. Они приводят к целому комплексу проблем в социальной, экономической и инфраструктурной областях жизни. Современные тенденции развития городов и усовершенствования их инфраструктуры направлены в сторону создания устойчивого развития эко-городов [1]. Эко-города включают в себя удобную транспортную сеть города, где проложены наиболее короткие и быстрые пути доступа к основным объектам инфраструктуры, местам работы и общественным местам отдыха, а крупным городам сопутствуют агломерации, позволяющие равномерно распределить трудовые и культурные ресурсы [2,3]. Повторное использование невозобновляемых источников является одним из ключевых направлений устойчивого развития. В эко-городе делается упор на сбалансированное развитие в условиях увязки и согласования интересов различных социальных групп, субъектов управления и хозяйствования, функционирующих в городе, что подразумевает сочетание принципов социальной справедливости, экономической эффективности и экологической безопасности для удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений жителей города.

Определены основные препятствия для устойчивого развития: воздействие на гидросферу, атмосферу, физическое загрязнение территорий, воздействие на биологические (экологические) системы [4]. Суть проблемы заключается в том, что города представляют собой крупнейшие центры не только экономической и социально-культурной жизни, но и источники колоссального давления на окружающую природную среду. Постепенное решение этих проблем при помощи комплекса целенаправленных мероприятий ведет к устойчивому развитию, а снижение антропогенного давления на окружающие экосистемы, которое составляет сущность экологической стратегии перехода к устойчивому развитию, должно быть органически соединено со стратегией обеспечения экологической безопасности процесса урбанизации [5].

Для решения проблем, связанных с устойчивым развитием, нужно сперва определиться в каком состоянии находится городская среда, ее экономическое и социальное положение. В этом помогут параметры, которые наглядно характеризуют это положение. Существуют множество критериев, все они делятся на три основные группы: социальные, экономические, экологические/биологические [6].

Социальный показатель характеризует состояние здоровья населения, условия жизни и работы, комфортности и благоустроенности исследуемой территории.

Экономический показатель характеризует, с одной стороны, экономическую выгоду от функционирования на рассматриваемой территории объектов природопользования, а с другой - экологические, экономические, социальные и прочие потери, которые несет окружающая среда и население от загрязнения, создаваемого этими объектами.

Одним из основных социально-экономических критериев использования городских территорий является показатель жилой обеспеченности. Данный показатель представляет собой функционально- стоимостную оценку городской территории. И измеряется в м<sup>2</sup> общей площади на одного человека [7].

Экологический показатель характеризует материальное и энергетическое загрязнения. К общестатистическим показателям экологической оценки относятся критерии отличия фактической концентраций вредных веществ в атмосфере, водной среде и почве, а также интенсивности внешних воздействий от предельно допустимых значений [8,9].

Важным показателем состояния комфортности урбанизированных территорий является обеспеченность жителей озелененными территориями всех категорий, благодаря которым складывается интегральный средозащитный и эстетический эффект.

Помимо количественных показателей оценки благоприятной составляющей города может производиться и ее визуальная оценка комфорта городского пространства, влияющая на эмоциональное и психологическое состояния его жителей [10,11].

На данный момент подобная информация собирается при определении эколого-экономической эффективности проектов и возлагается на ОВОС (оценка воздействия на окружающую среду).

ОВОС является единственно эффективной методологией учета экологических требований в инвестиционных проектах на ранних этапах планирования [12]. Также подобные параметры учитываются при добровольной экологической экспертизе по системе «зеленых» стандартов [13].

Переход к устойчивому развитию в уже сформировавшихся городах может быть произведен при помощи комплексной реконструкции среды, которая будет подчиняться следующим принципам развития [14-17].

Во-первых, при развитии планировки, в строительстве и других программах благоустройства и реконструкции необходимо опираться на местные условия, и на их основе выработать стратегию развития [18]. Так, для Санкт-Петербурга такими условиями будут - кембрийские глины, близость подземных вод, наличие зданий, имеющих историческую ценность, наличие крупных туристических потоков и другие. Соответствие местным условиям говорит и о соответствии проводимых мероприятий в культурных и социальных направлениях, принятым в каждом городе.

Во-вторых, принцип устойчивого развития, описанный выше.

В-третьих, ориентированность на людей, принципы гармоничного развития (улучшение транспортной доступности объектов инфраструктуры).

В-четвертых, экономические, социальные и экологические выгоды от принципов скоординированного развития (могут компенсировать негативные экологические и социальные последствия развития).

В-пятых, соответствие с развитием города, принцип общего планирования.

Также важно отметить то, что необходимо действовать комплексно, то есть прорабатывать не только одно направление, например, строительство и инфраструктура, а также давать понятие населению, что такое эко-город, повышать их образованность в данной сфере жизни.

Показатели оценки устойчивости зеленой производительности инфраструктуры могут быть использованы для предложения новых планов развития городов, а также для совершенствования процесса принятия решений на основе заранее установленных критериев. Они позволяют сравнивать различные методы и содействовать выявлению наилучшей практики развития среди различных сценариев развития городов. Оценка может производиться согласно методологии комплексного анализа эколого-экономической эффективности градостроительных проектов и моделей [19].

Примером высоких показателей по данным критериям является Германия [20]. На примере городов Германии - Берлина и Лейпцига, показано, каким образом концепция зеленой инфраструктуры города может быть внедрена в программу развития городов. Представлены основные элементы, характерные для модели зеленого города, в частности минимизация негативного антропогенного воздействия на окружающую среду в рамках устойчивого развития территории. Основная роль при этом отводится комплексной экологической политике, включающей не только отдельные экологические мероприятия, но и экологизацию всех элементов инфраструктуры города и, в особенности, внедрение экологического мышления и образа жизни среди жителей.

В Великобритании была решена проблема транспортной доступности, присущая большинству исторических городов. Проблема решалась путем анализа и проработки множества вариантов новой планировки улиц с учетом принципа сегрегации пешеходных маршрутов внутри районов, эффективного

функционирования общественного и личного транспорта в условиях возрастающей транспортной активности и роста города. [21].

Для СПб в рамках программы развития [22] выявлено множество проблем, связанных с планировочной и градостроительной отраслями, а также приведены программы по их решению. Наиболее остро стоит вопрос неравномерности распределения пассажирских и транспортных потоков «центр-периферия». Наиболее концентрированными местами работы являются центральные районы, в которых сосредоточены значительные потоки автомашин, что приводит к сильному загрязнению воздуха. Также центральные районы характеризуются меньшим количеством зеленых насаждений по сравнению с периферийными районами. Все это оказывает негативное влияние на социально-экономическое развитие города. СПб имеет большой территориальный потенциал, но он не используется из-за неэффективной политики использования земель. Образовались дисбалансы в функциональном использовании территорий и обеспеченности различных территорий объектами социальной, инженерной, транспортной инфраструктуры и другими видами объектов

Необходимо определить, по каким критериям нужно проводить оценку городской среды и последовательность. Нужна комплексная оценка с учетом экономических, социальных и экологических факторов. Показатели возникают при анализе городской среды и основываются на местных уникальных характеристиках города с соблюдением основополагающих принципов планирования. Перепланировка инфраструктуры города несет также за собой изменение социальных факторов и социальной жизни города, снижение преступности, социальную устойчивость.

Зарубежом было проведено достаточное количество реконструкций городской среды, что возымело свой успех и позволило создать экологическую инфраструктуру. Данные проекты можно принять за образец для проведения подобных мероприятий в российских городах.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Пименова Г.И., Коптяев Д.Л. Формирование зеленого каркаса города. // Наука и мир. 2014. № 8 (12) С. 64-66.
- [2] Маленков В.В. Городская мобильность и транспортная политика в системе городского развития. // Известия высших учебных заведений. Социология. Экономика. Политика. 2012. № 1. С. 25-29.
- [3] Хомяков Д.А. Агломерационные процессы и субурбанизация: социотехнологический аспект формообразования. // Современные тенденции развития городских систем. Екатеринбург. Изд-во: Уральский государственный архитектурно-художественный университет, 2015. С. 83-85.

- [4] Власенко Т.В., Шумкова Е.С. Сущность устойчивого развития городских территорий. // Экономика и экология территориальных преобразований. 2015. № 2. С. 105-108.
- [5] Санжапов Б.Х., Садовникова Н.П. Подходы к формированию градостроительной политики на основе принципов экосистемного проектирования. // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2013. № 1. С. 53-58.
- [6] Садовникова Н.П. Оценка эколого-экономической эффективности планов территориального развития. // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2013. Том 16. № 8 [111]. С. 72-76.
- [7] Власенко Т.В. Эколого-экономические критерии рационального использования городских территорий. // Интернет-журнал «Наукаведение». 2012. № 4 (13). С. 147.
- [8] Нарбут Н.А. К вопросу о методологических и методических аспектах формирования экологического каркаса территорий. // Вестник дальневосточного отделения российской академии наук. 2008. №1. 69-73.
- [9] Нарбут Н.А. К вопросу об экологическом планировании городской территории // Вестник российского университета дружбы народов. Серия: экология и безопасность жизнедеятельности. 2008. № 4. С. 29-35.
- [10] Завьялова Ю. Ю. Архитектурно-ландшафтная организация оздоровительного комплекса в городе Екатеринбурге. // Современная архитектура: артикуляция пространства. Екатеринбург. Изд-во: Уральский государственный архитектурно- художественный университет, 2016. С. 100-101.
- [11] Храпко О.В., Копьева А.В. Оптимизация внутрегородской среды средствами ландшафтного дизайна. // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2015. № 2 [29]. С. 154-158.
- [12] Садовникова Н.П., Ермощенко А.К. Общие вопросы применения методологии имитационного моделирования для оценки эколого-экономической эффективности проектов градостроительной деятельности. // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2011. Том 11. № 9 [82]. С. 94-97
- [13] Михайлова М.К., Семашкина Д.О., Советников Д.О. Основные требования, предъявляемые международными и национальным стандартами к зданиям в зеленом строительстве. // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 6 (33). С. 7-18.
- [14] Natalie Rosales. (2011). Towards the Modeling of Sustainability into Urban Planning: Using Indicators to Build Sustainable Citie. Procedia Engineering. 2011. Volume 21, pp. 641-647.
- [15] Yijun Song. [2011]. Ecological City and Urban Sustainable Development. Procedia Engineering. 2011. Volume 21, pp. 142-146.



- [16] Parisa Pakzad, Paul Osmond. (2016). Developing a Sustainability Indicator Set for Measuring Green Infrastructure Performance. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2016. Volume 216, pp. 68-79.
- [17] Павлова Л. И., Сычев И.С. Теория многокритериальной системы оценки городского пространства. // *Недвижимость: экономика, управление*. 2012. №1. С. 67-70.
- [18] Садовникова Н.П., Кузнецов М. С., Васильев С.В. Управление экологическими рисками проектов территориального развития. // *Интернет - вестник ВолгГАСУ*. 2012. № 8 (24). С. 6.
- [19] Нарбут Н.А. Экологический каркас как форма организации территорий. // *Вестник красноярского государственного аграрного университета*. 2008. №4. С. 87-91.
- [20] Душкова Д.О., Кириллов С.Н. Зеленая инфраструктура города: опыт Германии. // *Вестник волгоградского государственного университета*. 2016. № 2 [35]. С. 136-147.
- [21] Шемякина В.А. Формы жилых сообществ в новых городах Великобритании. // *Наука и современность*. 2012. № 17. С. 9-13.
- [22] Постановление от 30 июня 2014 г. N 551 о государственной программе Санкт-Петербурга «Экономическое и социальное развитие территорий Санкт-Петербурга» на 2015-2020 годы.

#### **FORMATION OF A FAVORABLE CITY ENVIRONMENT AND CREATION OF ENVIRONMENTAL INFRASTRUCTURE OF CITIES**

**A.V. Oschepkova, A.V. Cheremisin**

*Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University*

Large cities under the influence of many harmful factors, such as exhaust fumes, noise, thermal and sound loads, vibration, electrical and radioactive contamination, as well as a time factor (many historical cities do not correspond to their planning time and adaptability to the modern fast and changing course of life) Become unsuitable for the normal and comfortable existence of the population in it. They lead to a whole complex of problems in the social, economic and infrastructural areas of life. Modern trends in urban development and improvement of their infrastructure are directed towards the creation of sustainable development of eco-cities [1]. Eco-cities include a convenient transport network of the city, where the shortest and fastest way of access to basic infrastructure facilities, places of work and public recreation places is laid, and large cities are accompanied by agglomerations that allow evenly distributing labor and cultural resources [2,3]. Reuse of non-renewable sources is one of the key areas of sustainable development. The eco-city emphasizes balanced development in the context of linking and harmonizing the interests of various social groups, governance and economic entities operating in the city, which implies a combination

of principles of social justice, economic efficiency and environmental security to meet the needs of present and future generations of city residents.

The main obstacles to sustainable development are identified: impacts on the hydrosphere, atmosphere, physical pollution of territories, impact on biological (ecological) systems [4]. The essence of the problem lies in the fact that cities represent the largest centers of not only economic and socio-cultural life, but also sources of colossal pressure on the surrounding natural environment. The gradual solution of these problems with the help of a set of targeted measures leads to sustainable development, and the reduction of anthropogenic pressure on surrounding ecosystems, which is the essence of the environmental strategy for the transition to sustainable development, must be organically linked to the strategy for ensuring the environmental safety of the urbanization process.

To solve the problems associated with sustainable development, we must first determine the state of the city environment, its economic and social situation. This will help the parameters that clearly characterize this position.

There are many criteria, they are all divided into three main groups: social, economic, ecological / biological [6].

The social indicator characterizes the state of health of the population, living and working conditions, comfort and prosperity of the territory under study.

The economic indicator characterizes, on the one hand, the economic benefit from the functioning of the nature use objects on the territory under consideration, and on the other - the environmental, economic, social and other losses that the environment and the population are carrying from the pollution created by these objects.

One of the main socio-economic criteria for the use of urban areas is the indicator of residential security. This indicator is a functional and cost estimate of the urban area. And measured in m<sup>2</sup> of total area per person [7].

The ecological indicator characterizes material and energy pollution. The general indicators of environmental assessment include the criteria for distinguishing actual concentrations of harmful substances in the atmosphere, water and soil, and the intensity of external influences from the maximum permissible values [8,9].

An important indicator of the state of comfort of urbanized territories is the provision of residents with green areas of all categories, thanks to which an integral environmental and aesthetic effect develops.

In addition to the quantitative indicators of assessing the favorable component of the city, its visual assessment of the comfort of urban space, which affects the emotional and psychological state of its inhabitants, can also be produced [10, 11].

At the moment, such information is collected when determining the environmental and economic efficiency of projects and is entrusted to the EIA (environmental impact assessment). EIA is the only effective methodology for integrating environmental requirements in investment projects in the early planning stages [12]. Also, such parameters are taken into account in the voluntary ecological expertise according to the system of "green" standards [13].

The transition to sustainable development in already formed cities can be achieved through a comprehensive reconstruction of the environment, which will obey the following principles of development [14-17].

First, with the development of planning, in construction and other programs of improvement and reconstruction, local conditions should be based on development of a development strategy [18]. So, for St. Petersburg, such conditions will be - Cambrian clays, the proximity of groundwater, the availability of buildings of historical value, the presence of large tourist flows, and others. Conformity with local conditions also speaks about the conformity of the measures taken in the cultural and social areas adopted in each city.

Secondly, the principle of sustainable development, described above.

Third, people's orientation, the principles of harmonious development (improving the transport accessibility of infrastructure facilities).

Fourth, economic, social and environmental benefits from the principles of coordinated development (can offset the negative environmental and social consequences of development).

Fifth, compliance with the development of the city, the principle of overall planning.

It is also important to note that it is necessary to act in a comprehensive manner, that is, to study not only one direction, for example, construction and infrastructure, but also to give the concept to the population what an eco-city is, to enhance their education in this sphere of life.

Indicators for assessing the sustainability of green infrastructure productivity can be used to propose new urban development plans, and to improve the decision-making process based on pre-established criteria. They allow us to compare different methods and to promote the identification of best practices for development among different urban development scenarios. The assessment can be carried out according to the methodology of a comprehensive analysis of the eco-economic efficiency of urban development projects and models [19].

An example of high performance according to these criteria is Germany [20]. On the example of German cities - Berlin and Leipzig, it is shown how the concept of the city's green infrastructure can be implemented in the city development program. The main elements characteristic of the green city model are presented, in particular minimization of negative anthropogenic impact on the environment within the framework of sustainable development of the territory. The main role in this is given to the integrated environmental policy, which includes not only individual environmental measures, but also the ecologization of all elements of the city's infrastructure and, in particular, the introduction of ecological thinking and a way of life among the inhabitants.

In the UK, the problem of transport accessibility inherent in most historic cities was solved. The problem was solved by analyzing and working out a variety of options for a new street layout, taking into account the principle of segregation of

pedestrian routes within the regions, effective functioning of public and personal transport in conditions of increasing transport activity and city growth. [21].

For St. Petersburg, in the framework of the development program [22], a lot of problems related to the planning and town-planning sectors have been identified, as well as programs to address them. The most acute issue is the uneven distribution of passenger and traffic flows "center-periphery". The most concentrated places of work are the central areas in which significant traffic flows are concentrated, which leads to severe air pollution. Also, the central areas are characterized by fewer green spaces in comparison with the peripheral areas. All this has a negative impact on the social and economic development of the city. St. Petersburg has a large territorial potential, but it is not used because of inefficient land use policies. There were imbalances in the functional use of territories and the provision of various territories with social, engineering, transport infrastructure and other types of facilities

It is necessary to determine the criteria for assessing the urban environment and the sequence. An integrated assessment is needed, taking into account economic, social and environmental factors. Indicators arise in the analysis of the urban environment and are based on the local unique characteristics of the city in accordance with the basic principles of planning. The redevelopment of the city's infrastructure is also subject to a change in social factors and the social life of the city, reducing crime, social stability.

Abroad, a sufficient number of reconstructions of the urban environment were carried out, which had its success and allowed the creation of an environmental infrastructure. These projects can be taken as a model for holding similar events in Russian cities.

## REFERENCES

- [1] Pimenova GI, Koptyaev DL Formation of the green framework of the city. // *Science and the world*. 2014. No. 8 (12) pp. 64-66.
- [2] Malenkov V.V. City mobility and transport policy in the urban development system. // *News of higher educational institutions. Sociology. Economy. Policy*. 2012. № 1. P. 25-29.
- [3] Khomyakov, D.A. Agglomeration processes and suburbanization: the socio-technological aspect of form-building. // *Modern trends in the development of urban systems*. Ekaterinburg. Publishing House: Ural State University of Architecture and Arts, 2015. P. 83-85.
- [4] Vlasenko TV, Shumkova ES The essence of sustainable development of urban territories. // *Economics and ecology of territorial transformations*. 2015. № 2. P. 105-108.
- [5] Sanzhapov B.Kh., Sadovnikova N.P. Approaches to the formation of urban planning policies based on the principles of ecosystem design. // *Biosphere compatibility: man, region, technology*. 2013. No. 1. P. 53-58.

- [6] Sadovnikova N.P. Estimation of ecological and economic efficiency of territorial development plans. // Bulletin of the Volgograd State Technical University. 2013. Vol. 16. No. 8 [111]. Pp. 72-76.
- [7] Vlasenko TV Ecological and economic criteria for the rational use of urban areas. // Internet-journal "Science". 2012. No. 4 (13). P. 147.
- [8] Narbut N.A. On the issue of methodological and methodological aspects of the formation of the ecological framework of territories. // Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. 2008. № 1. 69-73.
- [9] Narbut N.A. On the issue of environmental planning of urban territory // Bulletin of the Russian University of Friendship of Peoples. Series: ecology and life safety. 2008. № 4. With. 29-35.
- [10] Zavyalova Yu. Yu. Architectural and landscape organization of the health complex in the city of Yekaterinburg. // Modern architecture: articulation of space. Ekaterinburg. Publishing House: Ural State Architectural and Art University, 2016. P. 100-101.
- [11] O. Khrapko, A. Kopyova. Optimization of the urban environment by means of landscape design. // Territory of new opportunities. Bulletin of the Vladivostok State University of Economics and Service. 2015. No. 2 [29]. Pp. 154-158.
- [12] Sadovnikova NP, Ermoshchenko A.K. General questions of application of the simulation simulation methodology for assessing the ecological and economic efficiency of urban development projects. // Bulletin of the Volgograd State Technical University. 2011. Volume 11. № 9 [82]. Pp. 94-97
- [13] Mikhailova MK, Semashkina DO, Sovetnikov D.O. The main requirements of international and national standards for buildings in green construction. // Construction of unique buildings and structures. 2015. № 6 (33). Pp. 7-18.
- [14] Natalie Rosales. (2011). Towards the Modeling of Sustainability into Urban Planning: Using Indicators to Build Sustainable Citie. Procedia Engineering. 2011. Volume 21, pp. 641-647.
- [15] Yijun Song. [2011]. Ecological City and Urban Sustainable Development. Procedia Engineering. 2011. Volume 21, pp. 142-146.
- [16] Parisa Pakzad, Paul Osmond. (2016). Developing a Sustainability Indicator Set for Measuring Green Infrastructure Performance. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2016. Volume 216, pp. 68-79.
- [17] LI Pavlova, IS Sychev. The theory of the multicriteria system for assessing urban space. // Real estate: economics, management. 2012. №1. Pp. 67-70.
- [18] Sadovnikova NP, Kuznetsov MS, Vasilyev S.V. Management of environmental risks of territorial development projects. // Internet - bulletin of VolgGASU. 2012. No. 8 (24). C. 6.
- [19] Narbut N.A. Ecological framework as a form of organization of territories. // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. 2008. № 4. Pp. 87-91.

- [20] Dushkova DO, Kirillov SN Green infrastructure of the city: the experience of Germany. // Bulletin of Volgograd State University. 2016. No. 2 [35]. Pp. 136-147.
- [21] Shemyakina VA Forms of residential communities in new cities in the UK. // Science and modernity. 2012. № 17. With. 9-13.
- [22] Resolution of June 30, 2014 N 551 on the state program of St. Petersburg "Economic and social development of the territories of St. Petersburg" for 2015-2020

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ЖИВЫХ СИСТЕМ,  
НАХОДЯЩИХСЯ ВО ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ, ДЛЯ  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ**

**Р.В. Давыдов, Т.И. Давыдова**

*ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого*

В настоящее время растет число различных коммуникационных систем для передачи электрической энергии. Большую опасность для живых организмов может представлять высоковольтный кабель. Особый интерес вызывает влияние электрического поля от высоковольтных сетей (напряжение 110 кВ и выше) на живые организмы (человек, животные), а также на предметы быта людей, которые после воздействия на них электрического поля могут представлять опасность для здоровья [1].

Эксперименты над людьми исключены, проведение экспериментов над животными ограничено различными законами и моральными нормами. Поэтому в этом случае процессам моделирования таких явлений отводится основная функция. Причем, в связи с постоянно изменяющимися условиями обитания человека, все больше факторов надо учитывать в построение математических и компьютерных моделей [2]. Кроме того, постоянно изменяются технологии изготовления самих электрических систем, что приводит к изменению диаграммы рассеянного электрического поля. Применение новых технологий позволило передавать по силовым кабелям высокие напряжения с различной частотой, что тоже приходится учитывать при построении моделей [3]. Все это привело к тому, что постоянно расширяется круг задач поставленных перед разработчиками моделей для проведения исследований, а это требует усовершенствования уже разработанных моделей или создания новых. В представленной работе на основе существующих алгоритмов и методик создается новая модель, учитывающая факторы, которые поставлены перед разработчиком заказчиками.

Для описания систем с анизотропными ориентационными взаимодействиями применяется классическая решеточная модель, в каждом узле которой находится анизотропная удлиненная частица (молекула) - ротатор,

обладающий только вращательными (ориентационными) степенями свободы. Физические характеристики таких систем, прежде всего, зависят от вида потенциальной энергии взаимодействия этих ротаторов между собой. Например, для сегнетоэлектрических систем применяется потенциал дипольного типа, для жидких сред - квадрупольного. При исследовании систем учитывались взаимодействия только между ближайшими (соседними) ротаторами.

Для исследования влияния температуры, констант взаимодействия и внешних электрических полей на параметр дальнего ориентационного порядка применялось компьютерное моделирование методом Монте-Карло (алгоритм Метрополиса), в котором генерируется случайный процесс, состоящий из набора последовательных конфигураций системы. В качестве параметра дальнего ориентационного порядка для сегнетоэлектрических систем использовался средний косинус угла ориентации ротатора на ось преимущественного направления диполей, а для жидких систем использовался фактор Цветкова.

Наложение внешнего электрического поля описывается введением в потенциальную энергию системы дополнительного слагаемого, линейного по напряженности поля. Рассмотрено его влияние на параметры фазового перехода системы из упорядоченного состояния в изотропное состояние. Показано, что в этом случае фазовый переход "размывается" в области температур. Также вычислена ширина фазового перехода (ширина кривой теплоемкости).

При различных значениях температуры воды рассчитаны диэлектрическая проницаемость систем, исследован процесс диэлектрической переполаризации. Построены зависимости параметров ориентационного порядка от величины внешнего электрического поля при его циклическом изменении (кривые гистерезиса) при различных температурах и времени релаксации.

Определены соотношения между параметрами электрического поля от высоковольтного кабеля и живой системы, при которых живая система после внешнего воздействия может не вернуться в первоначальное состояние. Результат данного исследования важен при проектировании высоковольтных кабельных линий как около строений, в которых располагаются различные живые существа, так и в помещениях. Особый интерес вызывает влияние длительности воздействия электрического поля, что в моделях очень трудно учитывать. А это, как показывает анализ медицинских данных, является основным фактором при «невысоких» рассеянных электрических полях, который приводит к необратимым последствиям (система самостоятельно не может вернуться в исходное состояние, используя релаксационные процессы). Учет времени воздействия в разработанной модели является научной новизной представленной работы. Но при этом возникает множество других вопросов, один из которых интервальное (через какие-то промежутки времени) воздействие электрического поля, как учесть остаточное состояние в живом

организме после первого воздействия, которое будет оказывать влияние на процессы при следующем воздействии и т.д.

Поэтому полученные результаты представляют важный научный и практический интерес, так как с их помощью можно оценить степень опасности влияния рассеянного электрического поля на живой организм при однократном воздействии с высокой степенью достоверности, однако модель нуждается в доработки при учете более сложного влияния, которое также не учитывают ранее разработанные модели.

## **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Miller A.B., Green L.M. Electric and magnetic fields at power frequencies. // *Chronic Diseases in Canada*. - 2010. - 29(1) - p. 69.
- [2] Modolo J., Thomas A.W., Legros A. Neural mass modeling of power- line magnetic fields effects on brain activity. // *Frontiers in Computational Neuroscience*. - 2013. - 34(7) - p. 12.
- [3] Safigianni A.S., Spyridopoulos A.I., Kanas V.L. Electric and Magnetic Field Measurements in a High Voltage Center. // *The Annals of Occupational Hygiene*. - 2012. - 56(1) - p. 18.

## **SIMULATION OF THE BEHAVIOR OF LIVING SYSTEMS IN EXTERNAL ELECTRIC FIELDS TO DETERMINE THE DEGREE OF HAZARD**

**R.V. Davydov, T.I. Davydova**

*Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University*

Nowadays, an increase in the number of different communication systems for transmission of electrical energy occurs. High-voltage can be very dangerous to living organisms. The main interest is the influence of the electric field of the high-voltage network (voltage of 110 kV and above) on living organisms (human, animals) and on household objects, which, after exposure to an electric field can be hazardous to health [1].

Any experiments on human beings banned, various laws and moral norms limit experimentation on animals. Therefore, the processes of simulation the influence of electric field on living organisms plays the key role. Moreover, because of constantly changing human habitation conditions more, and more factors must be considered in the construction of mathematical and computer models [2]. In addition, the technology of manufacturing the electrical systems themselves is constantly changing, which leads to a change in the diagram of the scattered electric field. The use of modern technologies made it possible to transmit high voltages with different frequencies through power cables, which also should be considered when constructing models [3]. All this has led to the fact that the range of tasks set for the developers of models for research is constantly expanding, and this requires the improvement of

17 Apr. 2017



models already developed or the creation of new models. In the presented work based on existing algorithms and techniques a new model is created, considering the factors that are put before the developer by the customers.

To describe systems with anisotropic orientational interactions, a classical lattice model is used, at each node of which there is an anisotropic elongated particle (molecule) - a rotator possessing only rotational (orientational) degrees of freedom. The physical characteristics of such systems, mainly depend on the type of potential energy of interaction of these rotators with each other. For example, for ferroelectric systems the potential of the dipole type is used, for liquid media - the quadrupole potential. In the study of systems, only interactions between nearest (neighboring) rotators were taken into account.

To study the influence of temperature, interaction constants and external electric fields on the long-range order parameter, computer simulation by the Monte Carlo method (the Metropolis algorithm) was used, in which a random process consisting of a set of successive system configurations is generated. As the long-range order parameter for ferroelectric systems, the average cosine of the orientation angle of the rotator on the axis of the preferred direction of the dipoles was used, and for the liquid systems the Tsvetkov factor was used.

The superposition of an external electric field is described by introducing an additional term linear in the field strength into the potential energy of the system. Its effect on the parameters of the phase transition of a system from an ordered state to an isotropic state is considered. It is shown that in this case the phase transition is "blurred" in the temperature range. The width of the phase transition (width of the heat capacity curve) is also calculated.

For different values of the water temperature, the permittivity of the systems is calculated, and the process of dielectric repolarization is investigated. Dependences of the orientational order parameters on the value of the external electric field at its cyclic variation (the curves of the hysteresis) at different temperatures and relaxation time are constructed.

Relationships between the parameters of the electric field from the high-voltage cable and the living system are determined, under which the living system after external exposure may not return to its original state. The result of this study is important in the design of high-voltage cable lines both around the buildings in which various living beings are located, and in the premises. The main interest is the effect of the duration of the action of the electric field, which in models is very difficult to consider. And this, as shown by the analysis of medical data, is the main factor in "low" scattered electric fields, which leads to irreversible consequences (the system cannot return to its original state using relaxation processes on its own). Accounting for exposure time in the developed model is the scientific novelty of the work presented. But this raises many other questions, one of which is the interval (after some time intervals) effect of the electric field, how to take into account the residual

state in the living body after the first exposure, which will influence the processes at the next exposure, etc.

Therefore, the obtained results represent an important scientific and practical interest, since they can be used to evaluate the degree of danger of impact of the scattered electric field on the living body by single exposure with a high degree of certainty, but the model needs refinement when account is taken of a more complex influence, which also do not account for previously developed models.

#### REFERENCES

- [1] Miller A.B., Green L.M. Electric and magnetic fields at power frequencies. // Chronic Diseases in Canada. - 2010. - 29(1) - p. 69.
- [2] Modolo J., Thomas A.W., Legros A. Neural mass modeling of power- line magnetic fields effects on brain activity. // Frontiers in Computational Neuroscience. - 2013. - 34(7) - p. 12.
- [3] Safigianni A.S., Spyridopoulos A.I., Kanas V.L. Electric and Magnetic Field Measurements in a High Voltage Center. // The Annals of Occupational Hygiene. - 2012. - 56(1) - p. 18.

#### РАЗРАБОТКА ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ С ДАЛЬНЕЙШЕЙ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ ДИАГНОСТИКОЙ

Е.А. Савченко, Э.К. Непомнящая, Е.Н. Величко

*ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого*

Для получения информации о состоянии и степени загрязнения различных объектов окружающей среды необходимо располагать различными физическими методами экологического контроля [1]. Разработка экспресс-технологий, позволяющих мгновенно оценить безопасность водных ресурсов, сельскохозяйственных угодий, промышленных и природоохранных объектов является актуальной задачей экологов.

В настоящее время существует большое количество физико- химических методов контроля за состоянием окружающей среды, которые подразделяются на: спектральные (атомная спектроскопия, молекулярная спектроскопия), электрохимические и хроматографические [1]. Люминесцентный анализ относится к спектральным методам, в котором молекулу освещают лазерным излучением в нужном диапазоне длин волн (ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном) для перевода ее в возбужденное состояние и наблюдения явлений флуоресценции и фосфоресценции. К достоинствам люминесцентных методов стоит отнести: высокую чувствительность (использование современной техники позволяет наблюдать за отдельными молекулами), неивазивность, экспрессность (процесс флуоресценции длится наносекунды, что существенно сокращает время анализа) [2].

С помощью лазерной флуоресцентной диагностики можно оценивать воздействие неблагоприятных внешних факторов на среду обитания человека, животных и растительного мира. По спектрам флуоресценции хлорофиллсодержащих биологических объектов можно судить об экологическом состоянии среды их обитания [3, 4]. При изучении населенности обитающих в приповерхностных водах открытых водоемов микробиоцинозов фотосинтезирующих водорослей применяется флуоресцентная диагностика с использованием нескольких лазеров, которые возбуждают свою группу пигментов фотосинтезирующего аппарата водорослей [5].

Большее внимание уделяется вопросам, касающимся состава воды в местах питьевого, бытового и хозяйственного использования. В виду сильной загрязнённости воздуха, большого числа промышленных отходов и количества продуктов человеческой жизнедеятельности, качество воды не удовлетворяют санитарным нормам: общему числу микроорганизмов, наличию патогенных бактерий и вирусов [1]. Поскольку все микробы обладают заметной флуоресценцией, существуют принципиальная возможность их обнаружения в жидкости. На практике многие микробиоцинозы представляют собой ассоциации микробов, число разнообразных видов в которых достигает более 10. В связи с этим актуальным является поиск и разработка нового подхода флуоресцентной диагностики, позволяющего проводить дифференцированную идентификацию отдельных видов в микс-системах [5].

Целью данной работы является разработка экспресс-метода дифференциации сложных систем с дальнейшей флуоресцентной диагностикой.

В качестве такого метода предлагается использовать комплекс, состоящий из трех блоков: сортировки частиц, захвата и дальнейшей их диагностики с использованием флуоресцентных методов. Для осуществления сортировки частиц по размерам и оптическим свойствам необходимо создание градиентных сил, таких как при интерференции лазерных пучков. Для того, чтобы создать периодическую пространственную структуру используют схемы с использованием бипризмы Френеля и прозрачной дифракционной решетки [6]. Частицы с оптической плотностью большей, чем плотность окружающей среды, будут втягиваться в максимум поля, а частицы с меньшей плотностью выталкиваться из нее. После сортировки осуществляется стадия захвата определенной частицы с помощью оптической ловушки, реализуемой с помощью фокусировки лазерного пучка [6]. Перемещением фокуса можно манипулировать частицей и после чего исследовать ее свойства с помощью регистрации спектров флуоресценции.

На данный момент реализовано два блока измерительного стенда.

#### *1. Захват микрочастиц (модель лазерного пинцета).*

Излучение от лазера проходит через формирователь пучка (конфокальную систему линз, которая расширяет пучок), затем свет поступает на вход объектива с большой числовой апертурой для создания максимально

возможного градиента электромагнитного поля в перетяжке лазерного пучка, после чего на кювету с образцом. Наблюдение захваченных объектов осуществляется с помощью микроскопа. В работе рассматривается захват лазерным излучением микрочастиц с радиусом 5 мкм. Проведен расчет оптимальных параметров лазера для различных условий эксперимента (частицы находятся в воде с показателем преломления  $n = 1,33$ ) [7].

*2. Регистрация флуоресценции с помощью нового КМОП диода, работающего в динамическом режиме.*

Свет от лазерного источника поступает на призму полного внутреннего отражения. Исследуемый образец в виде тонкой пленки находится под призмой. Интенсивность свечения объекта оценивается при помощи КМОП диода, расположенного непосредственно под образцом на расстоянии 10 см. В ходе измерений регистрируется время задержки переключения КМОП диода из прямого режима, обратно пропорциональное количеству поглощенного света, и с помощью которого можно найти интенсивность флуоресцентного сигнала [8].

После реализации отдельных блоков необходимо собрать измерительный стенд, осуществляющий одновременно все три этапа. Предполагается использование призмы полного внутреннего отражения, на которую можно нанести исследуемую суспензию в виде тонкой пленки и проводить дифференциацию, захват и флуоресценцию частиц в ней.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Якунина, И.В., Попов Н.С. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг: учебное пособие / И.В. Якунина, Н.С. Попов. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. - 188 с.
- [2] Булычева Е.В. Определение общего содержания бактерий в природных водах методом флуориметрии: дисс. на соиск. ст. канд. хим. наук: 02.00.02 — Томск, 2015. — 129 с.
- [3] Александров М., Воробьев А., Пашков Е., Филатов М., Мищенко И., Багранова Г. Лазерная флуоресцентная диагностика в медицине, промышленности и экологии // Ж. Электроника: Наука, Технология, Бизнес. — 2003. — т.3. — с. 54-60
- [4] Masojidek J., Vonshak A., Torzillo G. Chlorophyll Fluorescence Applications in Microalgal Mass Cultures. Chlorophyll a Fluorescence in Aquatic Sciences: Methods and Applications, Developments in Applied Phycology 4, - 2011. P.277-292
- [5] Александров М. Т. Лазерная клиническая биофотометрия (теория, эксперимент, практика) - Москва: Техносфера, 2008. — 584с.
- [6] Рубинов А.Н., Афанасьев А.А. Физические принципы применения градиентных лазерных полей в медицине //Ж. Академия наук. Физическая серия. — 2002. — т.65, №8. — с. 1133-1136

- [7] Леженникова К.А., Савченко Е.А., Непомнящая Э.К., Величко Е.Н. Расчет параметров оптического пинцета // Неделя науки СПбПУ: материалы научного форума с международным участием. Институт физики, нанотехнологий и телекоммуникаций. - СПб.: Изд-во Политехн, ун-та, 2016. С. 184-187
- [8] Савченко Е.А. Непомнящая Э.К., Дюбо Д.Б., Величко Е.Н., Цыбин О.Ю. Новая схема регистрации флуоресценции в биомолекулярных жидкостях VI Международная конференция по фотонике и информационной оптике: Сборник научных трудов. М: НИЯУ МИФИ, 2017.- 456-457с.

**DEVELOPMENT OF THE EXPRESS METHOD OF COMPLEX SYSTEMS DIFFERENTIATION WITH THE FURTHER FLUORESCENT DIAGNOSTICS**

**E A Savchenko, E K Nepomnyashchaya, E N Velichko**

*Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University*

The reliable means and methods of environmental control should be available to obtain objective information about the environmental conditions and pollution levels [1]. The development of technologies for express analysis of environmental safety assessing (water resources, agricultural land, industrial and environmental facilities) is a relevant task for researchers.

Nowadays a large number of physical and chemical methods of environmental monitoring, which can be divided into: spectral (atomic spectroscopy, molecular spectroscopy), electrochemical and chromatographic [1]. Molecular spectroscopy uses the absorption of electromagnetic radiation in the UV, visible and IR spectral regions. In the luminescent analysis, a molecule is excited by laser radiation in the correct spectral range to bring it into an excited state and observe the phenomena of fluorescence and phosphorescence. The advantages of luminescent methods include: high sensitivity (the use of a modern instrumental database makes it possible to identify and analyze individual molecules), multiplex detection (the ability to observe several objects simultaneously, the immediacy (the process of fluorescence occurs in nanoseconds, which reduces the analysis time) [2].

Principles and means of laser fluorescent diagnostics of the environment by the indication of its bacterial invasion can be used for rapid assessment of the toxicological impact of unfavorable external factors on the plant and animal life, including human habitat [3]. In particular, fluorescence of chlorophyll-containing biological objects essentially depends on the ecological state of their habitat [4]. In the study of the population of surface water microbiocinoses of photosynthetic algae, fluorescent diagnostics using several lasers is applied. Lasers with different wavelengths excite each group of pigments of the photosynthetic apparatus of algae [5].

Much attention is given to questions related to the composition and properties of water in watercourses and reservoirs in places of drinking and household and communal-household use. The main sanitary and biological indicators of water quality are the total microbial number and the presence of pathogenic bacteria and viruses [1]. There is a principal possibility of indicating and identifying substrates populated by microbes because of all microbes have appreciable endogenous fluorescence. In practice, many microbiocinoses are associations of microbes, the number of various species in which reaches about 10. So it is relevant to search for and develop a new method of fluorescent diagnostics that allows the differential identification of individual species in mix systems [5].

The objective of this work is to develop an express method for differentiating complex systems with further fluorescent diagnostics.

For the express diagnostics of water pollution a complex consisting of three blocks: gradient-field sorting of microparticles, optical trapping and further diagnostics by fluorescent methods can be used. In order to sort the particles by size, it is necessary to create gradient forces by means of interfering laser beams. A periodic spatial structure can be created by using Fresnel biprism and a transparent diffraction grating [6]. As a result, particles with a density greater than the density of the surrounding medium will be drawn into the field maximum, and particles with a lower density will be pushed out of it. After sorting certain particle of interest are captured by using an optical trap [6]. These particles are retained on the beam axis and when the beam is focused by the lens, they are retracted to the focus center and trapped. By moving the focus one can manipulate the particles and then investigate their properties by recording the fluorescence spectra.

Two blocks of experimental setup have been already realized.

*1. Trapping of particles (the model of laser optical tweezers)*

The radiation from the laser passes through the beam former (a confocal lens system that expands the beam), then the light is focused by a lens with a large numerical aperture to create the gradient of the electromagnetic field in the waist of the laser beam and then it goes through the sample cuvette. Observation of captured objects is carried out using a microscope. In experimental work the trapping of microparticles with radius of 5  $\mu\text{m}$  by laser radiation was considered. The optimal parameters of the laser were calculated for different experimental conditions (the particles in water with a refractive index  $n = 1.33$ ) [7].

*2. Recording low intensity fluorescence signals using CMOS diode with insulated gate operating in dynamic mode*

The light from the laser source illuminates the total reflecting prism on the bottom side of which the studied sample is deposited in the state of thin film. The intensity of biomolecules fluorescence is recorded by personal computer using dynamic CMOS diode, placed directly under the sample. In our experiments the molecules solutions were excited by a laser sources with wavelength  $\lambda = 405 \text{ nm}$ . The dynamic dependence of the switching recovery time inversely proportional to the fluorescence

intensity was obtained. The light intensity can be defined by the delay time of appearance of the strong forward current with the amplitude independent of the light intensity [8].

After the realization of individual blocks, it is necessary to assemble a measuring complex that simultaneously performs all three stages. It is possible to use a prism of total internal reflection on which the test suspension can be applied as a thin film and can be carried out differentiation, capture and fluorescence of particles.

## REFERENCES

- [1] Yakunina, I.V. Popov N.S. Methods and instruments of environmental control. Environmental monitoring: a manual / I.V. Yakunina, N.S. Popov. - Tambov: Publishing house of Tamb. State. Tech. University, 2009. - 188 p.
- [2] Bulycheva E.V. Definition of the general maintenance of bacteria in natural waters a method of fluorimetry: Ph.D. thesis in chemistry Science: 02.00.02.- Tomsk, 2015.- 129 pp.
- [3] Alexandrov M., Vorobiev A., Pashkov E., Filatov M., Mischenko I., Bagranova G. Laser fluorescent diagnostics in medicine, industry and ecology // J. Electronics: Science, Technology, Business. - 2003. - Volume 3. - P.54-60
- [4] Masojidek J., Vonshak A., Torzillo G. Chlorophyll Fluorescence Applications in Microalgal Mass Cultures. Chlorophyll a Fluorescence in Aquatic Sciences: Methods and Applications, Developments in Applied Phycology 4, - 2011. P.277-292
- [5] Aleksandrov M.T. Laser clinical biophotometry (theory, experiment, practice) - Moscow: Technosphere, 2008. -584с.
- [6] Rubinov A.N., Afanasiev A.A. Physical principles of the use of gradient laser fields in medicine. Academy of Sciences. Physical series. - 2002. - vol. 65, No. 8. - P.1133-1136
- [7] Lezhennikova K.A., Savchenko E.A., Nepomnyashchaya E.K., Velichko E.N. Calculation of the parameters of optical tweezers // Week of Science SPbPU: materials of a scientific forum with participation. Institute of Physics, Nanotechnologies and Telecommunications. - St. Petersburg: Publishing of Polytechnic University, 2016. P. 184-187
- [8] Savchenko E.A. Nepomnyashchaya EK, Dubo DB, Velichko EN, Tsybin O.Yu. New scheme for recording fluorescence in biomolecular solutions. VI International Conference on Photonics and Information Optics: Collection of scientific papers. M:NRNU MEPhI, 2017.- 456- 457с.

## **МЕТОД КРОССКОРРЕЛЯЦИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МУТНЫХ РАСТВОРОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ**

**Забалуева З.А., Непомнящая Э.К., Величко Е.Н., Аксенов Е.Т.**

*ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский Политехнический университет  
Петра Великого*

17 Apr. 2017

В настоящее время стала особо актуальна проблема экологического, в частности, геофизического, мониторинга и контроля загрязнения отдельных природных сред и сложных экологических систем. В связи с этим зачастую бывает нужно определить, сколько тех или иных примесей содержится в жидких средах, таких как вода, нефть или болотистая почва [1]. Также важно отслеживать степень загрязненности воздуха [2]. Поэтому среди прочих перед экологами встает задача определения размеров частиц в мутных средах.

На данный момент существует немало способов это сделать. Например, для определения количества механических примесей в нефти используется технология, включающая в себя достаточно много этапов, что требует немало времени. Поэтому в последние годы все большее применение находят физические методы исследования, и в частности оптические. В основе большинства оптических методов исследования жидкостей лежит взаимодействие падающего света с исследуемой средой, в результате которого изменяются параметры светового потока.

Для получения распределения по размерам коллоидных частиц в растворах успешно применяют метод динамического рассеяния света, который имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами: длительность таких экспериментов и затраты на их проведение невелики. Также при оптимально подобранном методе анализа данных можно исследовать растворы с частицами разных размеров и молекулярных масс [3]. Однако этот метод при всех своих преимуществах имеет недостаток: при некоторых относительно больших концентрациях коллоидных частиц та же самая обработка данных перестает давать правильные результаты. Это происходит из-за того, что слишком большую роль начинает играть многократно рассеянный свет. Решением этой проблемы стало применение метода кросскорреляции, позволяющего подавить многократное рассеяние в экспериментах с динамическим светорассеянием и выделить только однократно рассеянный свет. Этот метод открывает широкие возможности для того, чтобы изучать мутные коллоидные суспензий, не разбавляя их [4].

В соответствии с этим в нашей работе был поставлена следующая цель: разработать схему устройства для анализа распределения частиц по размерам в мутных растворах методом лазерной кросскорреляции.

Динамическое рассеяние света является одним из наиболее популярных методов исследования коллоидных суспензий. Он заключается в том, что ячейка с исследуемым раствором просвечивается лазерным пучком, внутри нее происходит рассеяние света на коллоидных частицах, а затем прошедший через ячейку рассеянный свет регистрируется под некоторым специально подобранным углом относительно направления распространения лазерного луча. Регистрируемые флуктуации интенсивности рассеянного света обусловлены диффузионным движением частиц. Метод динамического рассеяния света основывается на взаимосвязи между коэффициентом диффузии



и размером частиц, Он позволяет получать распределение по размерам для суспензий с частицами от нескольких нанометров до нескольких микрон. Но в некоторых случаях его применение может оказаться слишком сложным или даже невозможным из-за того, что свет в неразбавленном мутном коллоидном растворе многократно рассеивается. Анализ данных, полученных в таком эксперименте, чрезвычайно сложен из-за слишком большого вклада от многократно рассеянного света. Существуют различные методы решения этой проблемы, суть которых состоит в том, чтобы исключить из полученных в ходе эксперимента данных вклад от многократного рассеяния и выделить только однократно рассеянный свет при динамическом светорассеянии. В частности, этого можно добиться, если одновременно провести сразу два эксперимента по рассеянию света на одной рассеивающей ячейке. Кросскорреляционная функция сигналов, полученных одновременно с двух детекторов, позволяет добиться желаемого результата. Если вклад от многократного рассеяния пренебрежимо мал, то автокорреляционная функция, полученная в одном эксперименте по динамическому светорассеянию, и кросскорреляционная, полученная при проведении одновременно двух экспериментов по динамическому светорассеянию на одном рассеивающем объеме, дают один и тот же результат. Но в автокорреляционном эксперименте при наличии большого вклада от многократно рассеянного света обработка данных, полученных в эксперименте, становится значительно сложнее или же вовсе невыполнимой. Тогда как в кросскорреляционном эксперименте коррелирующие флуктуации интенсивности на обоих детекторах будут создаваться только вкладами от однократно рассеянного света [4].

Простейшая установка для проведения кросскорреляционных экспериментов содержит лазер, разделитель луча, зеркало, две одинаковые собирающие линзы, емкость с исследуемым раствором, две комбинации из специальной линзы и одномодовое оптоволокно, два фотоэлектронных умножителя и коррелятор [4].

Лазер используется в качестве источника монохроматического света. Лазерный пучок, проходит через элемент, разделяющий его на две части: первая часть проходит в прямом направлении без изменений (первый луч), а вторая часть уходит под углом  $90^\circ$  к исходному направлению распространения (второй луч). Зеркало, расположенное под углом  $45^\circ$ , направляет второй луч параллельно первому. Таким образом, получаются два одинаковых параллельных луча на некотором расстоянии друг от друга. Затем оба луча попадают на первую собирающую линзу симметрично относительно оптической оси и, проходя через нее, фокусируются на ячейке с исследуемым коллоидным раствором. Позади ячейки на таком же расстоянии от нее расположена вторая собирающая линза, такая же, как и первая, после которой прошедшие лучи снова становятся параллельными и, попадая через специальные линзы в одномодовые оптоволоконка, поступают на

фотоэлектронные умножители, преобразующие их в электрические сигналы. Эти сигналы поступают на коррелятор, на выходе которого мы получаем кросскорреляционную функцию [5].

Если провести эксперименты по статическому и динамическому светорассеянию, при удачно подобранном методе обработки результатов можно получить довольно близкое к достоверному распределение коллоидных частиц в суспензии по размерам [6]. Но метод кросскорреляции позволяет сделать результаты более точными за счет полного подавления вкладов от многократно рассеянного света, а также значительно расширить границы применения динамического рассеяния света при изучении мутных сред [4].

Сейчас подобные методы применяются в медицине для исследования процессов, происходящих в крови человека и других биологических жидкостях. Ведутся исследования с целью сделать метод кросскорреляции более простым в проведении и подобрать наилучший способ обработки экспериментальных данных. В перспективе данный метод можно будет применять для экологического мониторинга, а именно для анализа механических примесей в нефти и воде, изучения болотистых сред и, возможно, даже запыленности газовых сред. Это помогло бы быстро получать точные данные об исследуемых образцах при малых затратах. Относительная простота применения схемы кросскорреляции при исследовании образцов оптическими методами дает надежду на то, что в ближайшем будущем проведение многих исследований и анализов будет значительно проще, быстрее и дешевле, чем на данный момент. Использование метода кросскорреляции может значительно упростить одну из задач экологического мониторинга - изучение процессов атмосферного переноса загрязняющих веществ, а также процессов переноса и миграции в водной среде.

## **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Лобачев А.Л., Фомина Н.В., Монахова Ю.Б. Идентификация нефтей самарской области с использованием метода главных компонент и факторного дискриминантного анализа // Известия Саратовского университета. - 2015. - Т. 15. №1. - С. 23 - 28.
- [2] Алексашина О.В. Проблемы контроля вредных примесей в воздухе производственных помещений // Вестник Российского университета дружбы народов. - 2015. - № 3. - С. 52 - 60.
- [3] Куликов К.Г., Кошлан Т.В. Определение размеров коллоидных частиц при помощи метода динамического рассеяния света // Журнал технической физики. - 2015. - том 85, вып. 12.
- [4] Urban C., Schurtenberger P. Characterization of turbid colloidal suspensions using light scattering techniques combined with cross- correlation methods // Journal of colloid and interface science. - 1998. - №207. - P. 150-158.

- [5] Urban C., Schurtenberger P. Dynamic light scattering in turbid suspensions: an application of different cross-correlation experiments // Progr colloid polim sci. - 1998. - № 110. - P. 61-65.
- [6] Nepomniashchaia E.K., Velichko E.N., Aksenov E.T. Solution of the Laser Correlation Spectroscopy Inverse Problem by the Regularization Method // Humanities and Science University Journal, 2015 p. 13-21.

**THE CROSS-CORRELATION METHOD FOR THE RESEARCH OF  
MUDDY SOLUTIONS IN ENVIRONMENTAL MONITORING**

**Zabalueva Z.A., Nepomnyashchaya E.K., Velichko E.N., Aksenov E.T.**

*Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University*

Nowadays the problem ecological, in particular, geophysical, monitoring and control of pollution of certain environments and complex ecological systems became especially urgent. In this regard as usual it is necessary to define how many these or those impurities are contained in liquid environments, such as water, oil or the fenlands [1]. It is also important to trace air pollutants concentration [2]. Therefore among other before ecologists there is a problem of determination of the sizes of particles in muddy environments.

At the moment there are many ways to provide this kind of measurements. For example, for determination of amount of mechanical impurity in oil the technology including many stages that demands a lot of time is used. Therefore in recent years the increasing application is found by physical methods of a research, and in particular optical. Interaction of incident light with the studied environment as a result of which the parameters of a light beam change is the cornerstone of optical methods for liquid research.

To measure sizes of colloidal particles in solutions a method of dynamic light scattering is successfully applied. It has a number of advantages in comparison with other methods for measuring the size distributions: duration of such experiments and costs of their carrying out are small. Also at then the method of the scattering signal analysis is correct and optimal it is possible to investigate solutions with particles of the different sizes and molecular masses [3]. However this method at all the advantages has a shortcoming: at some rather big concentration of colloidal particles the same data processing ceases to yield the correct results. It occurs because multiscattered light starts to play crucial role. Application of a cross-correlation method allows suppressing multiple scattering in experiments with dynamic light scattering and to emit only single scattered light became the solution of this problem. This method opens opportunities to study muddy colloidal suspensions, without diluting them [4].

According to this in our work the following task was set: to develop scheme of the device for the analysis of distribution of particles by the sizes in muddy solutions by laser cross-correlation method.

Dynamic light scattering is one of the most popular methods to research of colloidal suspensions. In this method cuvette with the studied solution is illuminated by a laser beam, in it there is a dispersion of light on colloidal particles. Scattered light is registered under some specially picked up angle concerning the direction of distribution of a laser beam. The registered fluctuations of intensity of diffused light are caused by the diffusive movement of particles. The method of dynamic light scattering is based on interrelation between coefficient of diffusion and the size of particles. It allows us to receive distribution by the sizes for suspensions with particles from several nanometers to several microns. But in certain cases its application can be too difficult or even impossible because of the light in undiluted muddy colloidal solution is multiple scattered. The analysis of the data obtained in such experiment is extremely difficult because of huge contribution from multiple scattered light. There are various methods to avoid this problem which based on excluding from the data obtained during the experiment a contribution from multiple scattering and to emit only once diffused light at dynamic light scattering. In particular, it can be achieved by making two experiments on light scattering on one disseminating cell at the same time. Cross-correlation function of the signals received along with two detectors allows achieving desirable result. If the contribution from repeated dispersion is negligible, then the autocorrelation function received in one experiment on dynamic light scattering, and cross-correlation function received when carrying out at the same time two experiments on dynamic light scattering on one disseminating volume, yield the same result. But in an autocorrelation experiment in the presence of a big contribution from repeatedly diffused light data processing, received in an experiment, becomes much more difficult or at all impracticable. Whereas in a cross-correlation experiment the correlating fluctuations of intensity on both detectors are created by deposits from only once diffused light [4].

The simple scheme for carrying out the cross-correlation experiments contains the laser, beam splitter, mirror, two identical lenses, cuvette with the studied solution, two single-mode fibers, two photo electronic multipliers and the correlator [4].

The laser is used as a source of a monochromatic coherent light. The laser beam passes through the beam splitter and divides into two parts: the first part passes in a forward direction without changes (the first ray), and the second part goes at an angle  $90^\circ$  (the second ray) to the mirror. The mirror is located at an angle  $45^\circ$  and directs the second ray parallel to the first. Thus, two identical parallel rays at some distance from each other get on the first convergence lens symmetrically rather optical axis and, passing through it, are focused on a cell with the studied colloid solution. Behind a cell at the same distance from it the second convergence lens, after which rays become parallel again and collected by single-mode fibers, arrive on the photo electronic multipliers transforming them to electrical signals. These signals arrive on the correlator on which output we receive cross-correlation function [5].

If to conduct experiments on static and dynamic light scattering, with successfully picked method of results processing it is possible to receive quite close to reliable

distribution of colloidal particles in suspension by the sizes [6]. But the method of a cross-correlation allows us to make results more exact due to full suppression of deposits from repeatedly diffused light, and also to considerably expand borders of application of dynamic dispersion of light when studying muddy environments [4].

Nowadays these kinds of methods are applied in medicine to study of the processes in human blood and other biological liquids. Researches with the purpose to make a cross-correlation method simpler and to pick up the best way of processing of experimental data are conducted. In the long term this method can be applied to environmental monitoring, to the analysis of mechanical impurity in oil and water, studying of fenlands and, perhaps, even dust contents of gas environments. It would help to obtain quick exact data on the studied samples at small expenses. Relative simplicity of application of the scheme of a cross-correlation at a research of samples by optical methods gives hope that in the near future carrying out many researches and analyses will be much simpler quicker and cheaper, than at the moment. Use of a method of a cross-correlation can simplify considerably one of problems of environmental monitoring - studying of processes of atmospheric transfer of pollutants, and also processes of transfer and migration in the water environment.

## REFERENCES

- [1] Lobachev A.L., Fomina N.V., Monahova U.B. Identification of Oils from Samara Region Using Principal Component Analysis and Factor Discriminant Analysis // *Izvestia Saratovskogo Universiteta*. - 2015. - Vol. 15. №1. - P. 23 - 28.
- [2] Aleksashina O.V. Problems of Control of Harmful Impurities in the Air of Industrial Premises // *Vestnik Rossijskogo universiteta drujbi narodov*. - 2015. - № 3. - P. 52 - 60.
- [3] Kulikov K.G., Koshlan T.V. Determination of the sizes of colloidal particles by means of a method of dynamic dispersion of light // *JTP*. - 2015. - Vol. 85, № 12. - P. 26 - 32.
- [4] Urban C., Schurtenberger P. Characterization of turbid colloidal suspensions using light scattering techniques combined with cross- correlation methods // *Journal of colloid and interface science*. - 1998. - №207. - P. 150-158.
- [5] Urban C., Schurtenberger P. Dynamic light scattering in turbid suspensions: an application of different cross-correlation experiments // *Progr colloid polim sci*. - 1998. - № 110. - P. 61-65.
- [6] Nepomniashchaia E.K., Velichko E.N., Aksenov E.T. Solution of the Laser Correlation Spectroscopy Inverse Problem by the Regularization Method // *Humanities and Science University Journal*, 2015 p. 13-21.

**ОЦЕНКА РЕСУРСОВ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ  
ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА УДАЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

**Коробов А.А., Петровская Е.П., Дюльдин М.В.**

*ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого*

**ВВЕДЕНИЕ**

Одной из основных особенностей России является низкая плотность населения на большой территории, прежде всего, это характерно для регионов Дальнего Востока и Сибири. Несмотря на развитую энергетическую систему, имеется значительное количество небольших удаленных и малонаселенных поселений. К таким потребителям относятся отдельные населенные пункты, изолированные от централизованного энергоснабжения, транспортная доступность к ним крайне затруднена [1]. Данные потребители сталкиваются с высоким уровнем стоимости на энергоресурсы, а также с зависимостью от привозного топлива.

Низкая концентрация источников достоверной природно- климатической информации также характерна для удаленных малонаселенных территорий [2, 3] , что создает значительные препятствия в оценке ветроэнергетических ресурсов (ВЭР) и вносит существенные погрешности в прогнозы выработки электроэнергии. Средняя плотность распределения пунктов метеорологических наблюдений по территории России значительно ниже, чем в других странах, она составляет 1 пункт на 10,5 тыс. км<sup>2</sup>, что очевидно недостаточно для проведения высокоточной оценки ветроэнергетических ресурсов только на основе данных метеорологических наблюдений. Для сравнения, в США 1 пункт приходится на 0,9 тыс. км<sup>2</sup>, в Китае - на 2,6 тыс. км<sup>2</sup>, во Франции - на 3,6 тыс. км<sup>2</sup> [4].

Поэтому в настоящее время численное моделирование ветрового потока в целях обоснования параметров ВЭС в районе проектирования на основе проведенных метеорологических измерений и с учетом свойств поверхности земли (рельефа и шероховатости) является необходимым условием при оценке ветроэнергетических ресурсов на удаленных территориях. Решение данных проблем позволит значительно улучшить развитие промышленности и сельского хозяйства при освоении удаленных территорий.

*International Science Environmental Conference "ECOBALTICA"*

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЭР**

Моделирование ветрового потока основано на использовании численных моделей ветрового потока. Для расчетов в тех областях, где на ветер не влияют крутые склоны, разделение потоков, конвективные потоки и другие динамические и нелинейные явления, используются линейные модели, такие

как WAsP [5]. Большая часть таких моделей построены на основе теории Джексона-Ханта [6], и начали широко использоваться в 80-х годах прошлого столетия, когда возможности вычислительных ресурсов были очень ограничены. Они предназначены для расчетов в тех областях, где на ветер не влияют сложный рельеф, разделение потоков, конвективные потоки и другие явления. Следующим поколением моделей ветрового потока в ветроэнергетике являются модели вычислительной гидродинамики (CFD), решающие нелинейные уравнения сохранения массы и импульса Навье-Стокса итерационным методом до достижения конвергенции и получения постоянного профиля воздушного потока. Они лучшим образом подходят в случаях 2D или 3D моделирования ветровых потоков над откосами и холмами с высоким уровнем детализации характеристик турбулентности потока [7]. Анализ исследований показал, что во многих случаях CFD модели работают лучше, чем стандартные модели WAsP [8-13].

Для выполнения оценки ветроэнергетических ресурсов была выбрана территория Камчатского Края (Озерновское рудное поле), и был использован программный комплекс OpenWind.

Openwind использует согласованную массовую модель расчета ветрового потока (Mass-consistent model). Она не содержит уравнений динамики, а основана на условии сохранения масс для имитации трехмерного, недивергентного, зависящего от формы рельефа и шероховатости воздушного потока. Модель использует данные метеорологических станций при работе в OpenWind.

Карты ветроэнергетических ресурсов составляются в автоматическом режиме с помощью ПО OpenWind. Программа использует данные по рельефу местности, шероховатости и многолетние данные по скоростям и направлениям ветра, которые были заранее импортированы в рабочую среду. Ввиду удаленности от рассматриваемой площадки источников достоверных данных метеорологических наблюдений, были использованы данные Merra и CFSR, источники которых расположены на расстоянии, соответственно, 13 км и 9 км от границ площадки.

Энергетическая выработка была рассчитана в трех расчетных точках в пределах площадки в непосредственной близости к Озерновскому рудному полю (рисунок 1) для всех рассматриваемых моделей турбин (приведены в таблице 1) на высотах 40 м и 80 м.



Рисунок 1. Рельеф местности с нанесенными границами площадки, размещением трёх ВЭУ, источниками данных метеорологических наблюдений

Перед расчетами в базу данных ПО OpenWind были занесены рабочие характеристики и параметры всех моделей турбин.

Сравнительный анализ по выработке различных моделей турбин в разных точках приведен ниже в таблице 1.

Таблица 1. Выработка разных моделей турбин в трех точках

Модель турбины	Высота, м	Мощность, кВт	Сарасcity Factor, %	Выработка, МВт*ч		
				1 точка	2 точка	3 точка
Ghrepower FD21-50	40	50	46,4	216,38	167,15	228,15
Ghrepower FD21-100	40	100	33,7	319,59	232,28	335,66
Ghrepower FD25-100	40	100	39,3	369,25	277,49	388,28
Komaihaltec 33-300	40	300	28,2	811,83	558,73	853,84
LTW 77	80	1000	51,7	4653,13	3912,93	5059,45
Norvento 22-100	40	100	38,5	363,48	267,26	383,62
Norvento 24-100	40	100	40,9	384,57	287,14	406,05
NPS 100C-21	40	100	32,1	304,52	221,10	319,51
NPS 100C-24	40	100	38,5	360,43	273,40	380,13

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С помощью программного обеспечения для моделирования ветрового потока можно с достаточной скоростью и точностью выполнить оценку



ветроэнергетических ресурсов на удаленных территориях, выполнить оптимальную расстановку ВЭУ определенного типа и рассчитать выработку электроэнергии, учитывая все возможные энергетические потери. Тем самым можно полностью или частично решить проблему энергодефицита удаленных территорий России.

Однако, при проектировании ВЭС на удаленных территориях, следует учитывать и логистику, так как предполагаемые строительные площадки часто могут быть труднодоступны для перевозки к ним крупных деталей ВЭУ. По этой причине, не смотря на результаты расчета выработки ВЭУ в OpenWind для площадки в Камчатском крае, согласно которым предлагается использовать турбину LTW 77 по причине высокой выработки, целесообразно выбрать маломощную турбину Ghrepower FD25-100, либо Norvento 24-100 (по причине наивысшего коэффициента  $C_p$  из рассматриваемых 100-киловаттных турбин).

Использование ВЭУ на удаленных от электросетей территориях России позволит сильно удешевить электроэнергию для потребителя, что частично или полностью отсекает необходимость в покупке горючего топлива для работы дизельных электростанций.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Суржикова О.А. Проблемы и основные направления развития электроснабжения удаленных и малонаселенных потребителей России // Вестник науки Сибири. 2012. №3 (4). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-osnovnye-napravleniya-razvitiya-elektrosnabzheniya-udalennyh-i-malonaselennyh-potrebiteley-rossii> (дата обращения: 02.04.2017).
- [2] Elistratov V., Kudryasheva I. Methodology for parameters selection and evaluation the effectiveness of decentralized energy supply systems based on renewable energy sources // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2016. Т. 11. № 5. С. 3509-3512.
- [3] Елистратов В.В., Кудряшева И.Г. Разработка принципов комплексного подхода к определению эффективности ветро- дизельных энергетических комплексов автономного энергоснабжения // Электрические станции. 2015. № 10 (1011). С. 38-42.

- [4] Кочугова Е.А. Методы и средства гидрометеорологических наблюдений: учеб.-метод. пособие. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2012.
- [5] Troen, I. (1990). A High Resolution Spectral Model for Flow in Complex Terrain. Proceedings from the 9th Symposium on Turbulence and Diffusion, Roskilde, Denmark.
- [6] Jackson, P.S. and Hunt J.C.R. (1975). Turbulent Wind Flow over Low Hill. Quart. J. R. Met. Soc., vol. 101, pp. 929-955.
- [7] Biatsuamlak, G. T., T. Stathopoulos, and C. Bedard (2004). Numerical Evaluation of Wind Flow over Complex Terrain: Review. J. Aerosp. Engrg. vol. 17, Issue 4, pp. 135-145.
- [8] Berge, E., Gravdahl A.R., Schelling J., Tallhaug L. and Undheim O. (2006). Wind in complex terrain. A comparison of WAsP and two CFD models. Proceedings from EWEC 2006. Athens, Greece.
- [9] Periera, R., Guedes R., Santos C.S. (2010). Comparing WAsP and CFD wind resource estimates for the "regular" user. Proceedings from EWEC 2010. Warsaw, Poland.
- [10] VanLuvanee, D., Rogers T., Randall G., Williamson A., and Miller T. (2009). Comparison of WAsP, MS-Micro/3, CFD, NWP, and Analytical Methods for Estimating Site Wide Wind Speeds". Presentation from AWEA Wind Resource Assessment Workshop. Minneapolis, MN.
- [11] Sumner, J., Sibuet Watters C. and Masson C. (2010). CFD in wind energy: the virtual, multiscale wind tunnel. Energies, vol. 3, pp. 9891013.
- [12] Баденко В.Л., Осипов Г.К. Моделирование природно-аграрных систем. Научно-технические ведомости СПбГПУ, 1998, №4, с.32- 35.
- [13] Елистратов В.В, Дюльдин М.В., Сливканич М.А. Особенности оценки ветроэнергетических ресурсов в полярных регионах России. Полярная механика: материалы третьей международной конференции. Владивосток.: ДВФУ. 2016. С. 807-814.

#### **ASSESSMENT OF WIND ENERGY POTENTIAL IN REMOTE TERRITORIES**

**Alexander Korobov, Ekaterina Petrovskaia, and Maksim Diuldin**

*Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University*

## **INTRODUCTION**

One of the main features of Russia is low population density in big territory. Primarily it is typical for Far East regions and Siberia. Despite the existence of an electricity grid, there are many remote and sparsely populated settlements. These include settlements isolated from a centralized power supply, which have poor transport accessibility [1]. These consumers face high energy costs and dependence on imported fuel.

17 Apr. 2017

Determination of wind potential and forecast energy production of wind turbines is one of the main problems in the design of wind farms nowadays. The major difficulty in remote territories is the low concentration of the meteorological stations [2,3], which are sources of reliable information on multi-year observations of wind flow.

The average density of the distribution of meteorological observation's points on the territory of Russia is 1 point per 10.5 thousands km<sup>2</sup>, which is clearly insufficient for precision assessment of wind energy resources only on the basis of meteorological observations. For comparison, in the United States it's accounted for 1 point per 0.9 km<sup>2</sup>, in China - 2.6 km<sup>2</sup>, France - 3.6 km<sup>2</sup> [4].

Therefore, at present the mathematical modeling of the wind flow in the area of future project on the basis of meteorological measurements carried out, and taking into account the properties of the earth's surface (topography and roughness) is essential in the evaluation of wind energy potential of remote territories.

## **METHODOLOGY**

Simulation of wind flow is based on the use of mathematical models of wind flow. For calculations in areas where the wind is not affected by the steep slopes, the separation of flows, convective flows and other dynamic and non-linear phenomena, is used linear models such as WASP [5]. Most of these models are built on the Jackson-Hunt theory [6] and are widely used since the 80s of the twentieth century. They are widely used to predict the spatial variation of average wind speed, wind roses and other characteristics of the atmospheric boundary layer.

The next generation of wind flow models in wind energy are the computational fluid dynamics (CFD) models that solve the non-linear Navier- Stokes equations of mass and momentum conservation in order to obtain a constant air flow profile. They are good for 2D or 3D modeling of wind flows over slopes and hills with high detail of flow turbulence characteristics [7]. Research analysis showed that CFD models work better than standard WASP models [8-13].

The territory of the Kamchatka Krai (Ozernovskoe ore field) was chosen and the AWS Truepower OpenWind software complex was used to estimate the wind energy resources.

Openwind uses a mass-consistent model. It does not contain the dynamic equations. It is based on principle of conservation of mass to simulate a three-dimensional, non-divergent, dependant on the relief and roughness, the air flow. The model uses the data of meteorological stations.

Wind Resource Grids are made automatically using OpenWind software. The program uses data on terrain, roughness and long-term data on wind speed and direction, which have been previously imported into the workspace. Due to lack of natural data of wind flow in Ozernovskoe ore field area, the long- term observations

were obtained in \*.txt format from Merra (13 km south of the ore field) and CFSR (9 km east of the ore field) databases.

Three points with the highest wind resource have been found in the analysis of wind map. Energy capture was calculated for each point in area near Ozernovskoe ore field (Figure 1) for all the considered models of turbines (are shown in Table 1) at 40-meter and 80-meter heights.



Figure 1. The terrain with the boundaries of the site and the location of three windmills and sources of meteorological observations.

Performance and parameters of all models of turbines have been entered in OpenWind database before calculations.

Comparative analysis of the energy capture of different models of the turbines is shown below in Table 1.

Table 1. Energy capture of different turbine models at three points.

Turbine model	Hub height, m	Sum Energy at 3 points, GWh	Capacity Factor, %	Energy capture at point #, MWh		
				1 point	2 point	3 point
Ghrepower FD21-50	40	0,612	46,4	216,38	167,15	228,15
Ghrepower FD21-100	40	0,888	33,7	319,59	232,28	335,66
Ghrepower FD25-100	40	1,035	39,3	369,25	277,49	388,28
Komaihaltec 33-300	40	2,224	28,2	811,83	558,73	853,84
LTW 77 - 40 m	40	13,371	50,7	4690,42	3743,33	4937,54
LTW 77 - 80 m	80	13,626	51,7	4653,13	3912,93	5059,45
Norvento 22-100	40	1,014	38,5	363,48	267,26	383,62
Norvento 24-100	40	1,078	40,9	384,57	287,14	406,05
NPS 100C-21	40	0,845	32,1	304,52	221,10	319,51
NPS 100C-24	40	1,014	38,5	360,43	273,40	380,13

## CONCLUSION

With the help of software for modeling of the wind flow, it is possible to estimate wind energy resources in remote areas with sufficient speed and accuracy, to perform the optimal arrangement of a certain type of wind turbine and calculate the generation of electricity, taking into account all possible energy losses. Thus, the problem of the energy deficit of the remote territories of Russia can be solved in full or in part.

However, designing of wind farms in remote areas, the logistics should be taken into account, since it is often can be difficult to transport large parts of the wind turbine to the proposed construction sites. As a result of analysis we should use the LTW 77 turbine among megawatt class types, if it is profitable logistically. Among 50-100 kW class types we should use Norvento 24-100 or Ghrepower FD21-50, because their capacity factor is better than other types of turbines. Also the best variation of placing turbine is the point № 3 with coordinates X=608081, Y=6386323.

Using the renewable energy sources will improve mining at Ozernovsky ore field and infrastructure of mining fields.

The use of wind energy in remote areas makes it possible to significantly reduce the cost of electricity for the consumer, which partially or completely eliminates the need to purchase combustible fuels for the operation of diesel power plants.

## REFERENCES

- [1] Surzhikova O.A. Problems and the basic directions of development of power supply of the remote and sparsely populated consumers of Russia // Bulletin of Siberian Science. 2012. №3 (4). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-osnovnye-napravleniya-razvitiya-elektrosnabzheniya-udalennyh-i-malonaselennyh-potrebiteley-rossii> (02.04.2017).
- [2] Elistratov V., Kudryasheva I. Methodology for parameters selection and evaluation the effectiveness of decentralized energy supply systems based on renewable energy sources // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2016. T. 11. № 5. C. 3509-3512.
- [3] Elistratov V.V., Kudryasheva I.G. Development of the principles of an integrated approach to determining the efficiency of wind-diesel power systems of autonomous power supply // Electric stations. 2015. № 10 (1011). C. 38-42.
- [4] Kochugova E.A. Methods and means of hydrometeorological observations: guide book. Irkutsk: IGU, 2012.
- [5] I. Troen, I. (1990). A High Resolution Spectral Model for Flow in Complex Terrain. Proceedings from the 9th Symposium on Turbulence and Diffusion, Roskilde, Denmark.
- [6] Jackson, P.S. and Hunt J.C.R. (1975). Turbulent Wind Flow over Low Hill. Quart. J. R. Met. Soc., vol. 101, pp. 929-955.

- [7] Biatsuamlak, G. T., T. Stathopoulos, and C. Bedard (2004). Numerical Evaluation of Wind Flow over Complex Terrain: Review. *J. Aerosp. Engrg.* vol. 17, Issue 4, pp. 135-145.
- [8] Berge, E., Gravdahl A.R., Schelling J., Tallhaug L. and Undheim O. (2006). Wind in complex terrain. A comparison of WAsP and two CFD models. Proceedings from EWEC 2006. Athens, Greece.
- [9] Periera, R., Guedes R., Santos C.S. (2010). Comparing WAsP and CFD wind resource estimates for the "regular" user. Proceedings from EWEC 2010. Warsaw, Poland.
- [10] VanLuvanee, D., Rogers T., Randall G., Williamson A., and Miller T. (2009). Comparison of WAsP, MS-Micro/3, CFD, NWP, and Analytical Methods for Estimating Site Wide Wind Speeds". Presentation from AWEA Wind Resource Assessment Workshop. Minneapolis, MN.
- [11] Sumner, J., Sibuet Watters C. and Masson C. (2010). CFD in wind energy: the virtual, multiscale wind tunnel. *Energies*, vol. 3, pp. 9891013.
- [12] Badenko V.L., Osipov G.K. Modeling of natural-agrarian systems. Scientific and technical statements SPbSPU, 1998, №4, pp.32-35.
- [13] Elistratov V.V., Diuldin M.V., Slivkanich M.A. Features of the assessment of wind power resources in the polar regions of Russia. *Polar mechanics: materials of the third international conference.* Vladivostok.: DVFU. 2016. Pp.807-814.

**ПРИМЕНИМОСТЬ ОПТИЧЕСКИХ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОВ В  
МОНИТОРИНГЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ ГОРОДСКИХ  
ВОДОТОКОВ**

**Ильина Х.В., Бондаренко Е.А.**

*ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого*

Экспресс-методы контроля качества воды важны для быстрого обнаружения (и дальнейшем - предотвращения) загрязнения водных объектов. Оптические методы, основанные на измерении оптической плотности или интенсивности флуоресценции, широко используются в мониторинге различных объектов - питьевых вод [1, 2], поверхностных вод [1, 3], жидких промышленных отходов и нефтепродуктов [1, 4, 5]. Однако следует помнить, что их информативность определяется свойствами как водного объекта, так и загрязнителей. Не всегда удается обнаружить корреляцию между интенсивностью измеряемого параметра и концентрацией поллютантов [2].

В данной работе изучали фотометрические и флуориметрические характеристики воды реки Охты и ее притока Муринского ручья, сильно загрязненного городскими сточными водами. Пробы отбирали в 10-20 точках осенью и зимой 2013 года.

Спектры флуоресценции получали на спектрофлуориметре "RF 5301 PC" (Shimadzu). В работе проанализированы интенсивности флуоресценции  $I_{\text{возб, пер}}$  при выборочных длинах волн: возбуждения при 230 или 270 нм, регистрации при 320, 350 или 420 нм.

Спектры оптической плотности получали на приборе «СФ-56» (ОКБ Спектр). В работе проанализирована оптическая плотность при 254 нм ( $D_{254}$ ), часто используемая для контроля содержания органических примесей в природных водах [6].

Концентрации общего органического углерода (ТОС) и общего азота (ТН) определяли на приборе «ТОС-L vpr» с приставкой «TNM-L» (Shimadzu).

Удельную электропроводность измеряли на портативном кондуктометре HI 8713 (Hanna Instruments, Austria).

Полученные результаты позволили оценить тенденции изменения фотометрических и флуориметрических параметров до и после загрязнения сточными водами. В целом загрязнение приводит к снижению  $D_{254}$ , что объясняется заметным содержанием в речной воде органических соединений природного происхождения, главным образом гуминовых веществ. Содержание ТОС после канализационных выпусков Муринского ручья были выше или ниже значений до выпусков, в Охте - незначительно возрастало после впадения Муринского ручья. Снижение ТОС после выпусков можно объяснить двумя причинами: а) высоким природным фоном (благодаря гуминовым веществам), б) осаждением в ручье взвешенных примесей, на которые в бытовых сточных водах приходится около половины от общего содержания органических веществ [8].

Флуоресценция белкового типа ( $I_{230, 300-350}$  и  $I_{270, 320-350}$ ) после загрязнения росла (в обоих водотоках) вместе с другими маркерами загрязнения - удельной электропроводностью [7] и концентрацией ТН [8]. Флуоресценция гуминового типа ( $I_{230, 420}$  и  $I_{270, 420}$ ) для Охты увеличивалась после загрязнения, а для Муринского ручья не демонстрировала явной тенденции.

Вычислены коэффициенты корреляции Пирсона ( $r$ ) между полученными оптическими данными и химическими параметрами воды:

- ТОС, отражающего концентрацию органических веществ (из природных вод и сточных вод);
- ТН, связанного главным образом с примесями сточных вод.

Результаты представлен в Табл. 1. Жирным шрифтом выделены коэффициенты корреляции, значения которых близки в обоих водотоках. Для данных расчетов в 95% доверительный интервал попадали значения  $r$ , по модулю превышающие 0,52.



Таблица 1

Параметры	Муринский ручей	Охта	Параметры	Муринский ручей	Охта
D <sub>254</sub> и ТОС	0.661	0.318	D <sub>254</sub> и TN	-0.294	-0.578
I <sub>230, 320</sub> и ТОС	0.116	0.237	I <sub>230, 320</sub> и TN	<b>0.940</b>	<b>0.775</b>
I <sub>230, 350</sub> и ТОС	-0.025	0.446	I <sub>230, 350</sub> и TN	<b>0.679</b>	<b>0.856</b>
I <sub>230, 420</sub> и ТОС	<b>0.763</b>	<b>0.701</b>	I <sub>230, 420</sub> и TN	0.095	<b>0.729</b>
I <sub>270, 320</sub> и ТОС	0.164	0.265	I <sub>270, 320</sub> и TN	<b>0.933</b>	<b>0.795</b>
I <sub>270, 350</sub> и ТОС	0.181	0.416	I <sub>270, 350</sub> и TN	<b>0.945</b>	<b>0.846</b>
I <sub>270, 420</sub> и ТОС	<b>0.819</b>	<b>0.748</b>	I <sub>270, 420</sub> и TN	-0.034	<b>0.695</b>

Исходя из полученных значений  $r$  можно сделать следующие выводы о применимости изученных оптических параметров для выявления загрязнений Охты и Муринского ручья сточными водами.

1) D<sub>254</sub> неинформативна для обоих изученных водотоков из-за присутствия в природной воде гуминовых веществ, создающих высокий природный фон.

2) Интенсивность флуоресценции гуминового типа (I<sub>230, 420</sub> и I<sub>270, 420</sub>) заметно коррелирует с концентрацией ТОС в пробах воды из обоих водотоков. Однако из-за значительного природного фона данные параметры также не подходят для выявления загрязнений.

3) Интенсивность флуоресценции белкового типа (I<sub>230, 320-350</sub> и I<sub>270, 320-350</sub>) имеет высокую положительную корреляцию с концентрацией TN в обоих водотоках. Она наиболее информативна для выявления загрязнения сточными водами изученных водотоков.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] P. G. Coble, J. Lead, A. Baker, D. M. Reynolds, and R. G. M. Spencer. Aquatic Organic Matter Fluorescence. Cambridge University Press. 2014, 375p.
- [2] Hudson N.J., Baker A., Reynolds D. Fluorescence analysis of dissolved organic matter in natural, waste and polluted waters - a review (2007) River Res. Appl. 2007. Vol. 23(6). pp. 631-649.
- [3] Андрианова М.Ю., Гаврилова Н.М., Молодкина Л.М. Мониторинг органических примесей Муринского ручья флуориметрическим методом. В книге: XXXVI Неделя науки СПбГПУ - Материалы Всероссийской межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов. 2008. С. 93-94.
- [4] Andrianova M.Ju., Molodkina L.M., Bondarenko E.A., Chusov A.N., Fedorov M.P. Complex of technical devices for oil liquid wastes treatment. В книге: CRETE 2014 The International Conference on Industrial and Hazardous Waste Management. 2014. С. 79-80.
- [5] Андрианова М.Ю., Рябухин О.А., Чусов А.Н. Исследование флуориметрических характеристик нефтесодержащих отходов для

- разработки средств их мониторинга. Безопасность жизнедеятельности. 2013. № 10. С. 9-13.
- [6] Weishaar, J.L., Aiken, G.R., Bergamaschi, B.A., Fram, M.S., Fujii, R., Mopper, K. Evaluation of Specific Ultraviolet Absorbance as an Indicator of the Chemical Composition and Reactivity of Dissolved Organic Carbon. *Environ. Sci. Technol.* 2003, 37, 4702-4708.
- [7] Daniel M., Monteneblo A., Bernardes M., et al. Effects of Urban Sewage on Dissolved Oxygen, Dissolved Inorganic and Organic Carbon, and Electrical Conductivity of Small Streams Along Graduate of Urbanization in the Piracicaba River basin (2002) *Water, Air, and Soil Pollution*, 136, pp. 189-206.
- [8] Водоснабжение и водоотведение в Санкт-Петербурге .С.Петербург: Издательство «Новый журнал», 2008, 464 с.

### **APPLICABILITY OF OPTICAL EXPRESS-METHODS IN MONITORING OF ORGANIC MATTER IN CITY STREAMS**

**IFina Kh. V., Bondarenko E.A**

*Peter The Great Saint-Petersburg Polytechnic University*

Express-methods of water quality control are important for fast revealing of pollution. Optical methods based on measurement of optical density or fluorescence intensity of water samples are widely used in water quality monitoring [1-5]. However their information value depends on properties of water object and pollutants [1]. Not always correlation could be found between measured parameters and concentration of pollutant [2].

Photometric and fluorimetric properties were studied for waters of St.Petersburg streams. Water samples were taken from river Okhta and its tributary the Murinsky creek heavily polluted with sewage. Samples were collected from 10-20 sampling points at autumn and winter of 2013.

Fluorescence spectra of water samples were obtained at excitation wavelength 230...320 nm, emission wavelength 200...650 nm by analyzers "RF 5301 PC" (Shimadzu). Fluorescence intensities  $I_{ex, em}$  for excitation wavelengths 230 or 270 nm, emission wavelengths 320, 350 or 420 nm are analyzed in this paper.

Optic density spectra of water were measured by spectrophotometer SF-56 (OKB Spectr) in the range 210....850 nm. Data for 254 nm ( $D_{254}$ ) are analyzed in this paper.  $D_{254}$  is often used as a parameter connected with natural organic matter in waters [6].

Concentration of total organic carbon (TOC) and total nitrogen (TN) were determined by analyzer "TOC-L vpn" (Shimadzu).

Specific electric conductivity was measured by conductometer HI 8713 (Hanna Instruments, Austria).

Clear difference in tendencies of changing for photometric and fluorimetric parameters was observed. In general pollution of natural waters with wastewaters lead to decreasing of  $D_{254}$ . This can be explained by high background concentration of

natural organic matter (mainly humic substances) in natural waters. TOC after canalization outlets in the Murinsky creek were higher or lower than before them. In the Okhta TOC slightly increased after inflow of the Murinsky creek. This can be explained by two reasons: a) high natural background (due to humic substances), b) sedimentation of organic matter from wastewater (where about a half of it is present in suspended form [8]).

Fluorescence intensities at protein-like bands ( $I_{230, 300-350}$  and  $I_{270, 320-350}$ ) increased after pollution in both streams in most cases together with increasing of TN [8] and specific electric conductivity of water [7]. Fluorescence intensities at humic-like bands ( $I_{230, 420}$  and  $I_{270, 420}$ ) demonstrated increasing after pollution in the Okhta and did not give clear pattern in the Murinsky creek.

Table 1

Parameters	Murinsky creek	Okhta	Parameters	Murinsky creek	Okhta
D <sub>254</sub> and TOC	0.661	0.318	D <sub>254</sub> and TN	-0.294	-0.578
$I_{230, 320}$ and TOC	0.116	0.237	$I_{230, 320}$ and TN	<b>0.940</b>	<b>0.775</b>
$I_{230, 350}$ and TOC	-0.025	0.446	$I_{230, 350}$ and TN	<b>0.679</b>	<b>0.856</b>
$I_{230, 420}$ and TOC	<b>0.763</b>	<b>0.701</b>	$I_{230, 420}$ and TN	0.095	<b>0.729</b>
$I_{270, 320}$ and TOC	0.164	0.265	$I_{270, 320}$ and TN	<b>0.933</b>	<b>0.795</b>
$I_{270, 350}$ and TOC	0.181	0.416	$I_{270, 350}$ and TN	<b>0.945</b>	<b>0.846</b>
$I_{270, 420}$ and TOC	<b>0.819</b>	<b>0.748</b>	$I_{270, 420}$ and TN	-0.034	<b>0.695</b>

Pearson correlation coefficients ( $r$ ) were calculated between studied optical parameters and the chemical parameters of water: TOC, connected with concentration of organic compounds in water (of natural and sewage origin); TN, connected with mainly sewage pollutants. The results are given in Table 1. Values of  $r$  allow making conclusions about application of optical parameters in tracing sewage effluents in waters of the Okhta and the Murinsky creek.

1) D<sub>254</sub> is not informative for both studied streams due to high natural background values.

2) Fluorescence intensity at humic-like band ( $I_{230, 420}$  and  $I_{270, 420}$ ) shows noticeable positive correlation with concentration of TOC in waters of both streams. However due to high background concentration of natural organic matter concentration of TOC and fluorescence intensity at humic-like band does not allow distinguishing between natural and polluted waters.

3) Fluorescence intensity at protein-like band ( $I_{230, 320-350}$  and  $I_{270, 320-350}$ ) shows high positive correlation with concentration of TN in waters and has the most informative value in revealing pollution of studied river waters with sewage.

## REFERENCES

- [1] P. G. Coble, J. Lead, A. Baker, D. M. Reynolds, and R. G. M. Spencer. Aquatic Organic Matter Fluorescence. Cambridge University Press. 2014, 375p.

- [2] Hudson N.J., Baker A., Reynolds D. Fluorescence analysis of dissolved organic matter in natural, waste and polluted waters - a review (2007) *River Res. Appl.* 2007. Vol. 23(6). pp. 631-649.
- [3] Андрианова М.Ю., Гаврилова Н.М., Молодкина Л.М. Мониторинг органических примесей Муринского ручья флуориметрическим методом. В книге: XXXVI Неделя науки СПбГПУ - Материалы Всероссийской межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов. 2008. С. 93-94.
- [4] Andrianova M.Ju., Molodkina L.M., Bondarenko E.A., Chusov A.N., Fedorov M.P. Complex of technical devices for oil liquid wastes treatment. В книге: CRETE 2014 The International Conference on Industrial and Hazardous Waste Management. 2014. С. 79-80.
- [5] Андрианова М.Ю., Рябухин О.А., Чусов А.Н. Исследование флуориметрических характеристик нефтесодержащих отходов для разработки средств их мониторинга. *Безопасность жизнедеятельности.* 2013. № 10. С. 9-13.
- [6] Weishaar, J.L., Aiken, G.R., Bergamaschi, B.A., Fram, M.S., Fujii, R., Mopper, K. Evaluation of Specific Ultraviolet Absorbance as an Indicator of the Chemical Composition and Reactivity of Dissolved Organic Carbon. *Environ. Sci. Technol.* 2003, 37, 4702-4708.
- [7] Daniel M., Monteneblo A., Bernardes M., et al. Effects of Urban Sewage on Dissolved Oxygen, Dissolved Inorganic and Organic Carbon, and Electrical Conductivity of Small Streams Along Graduate of Urbanization in the Piracicaba River basin (2002) *Water, Air, and Soil Pollution*, 136, pp. 189-206.
- [8] Водоснабжение и водоотведение в Санкт-Петербурге .С.Петербург: Издательство «Новый журнал», 2008, 464 с.

**ИММУНОДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ ОЦЕНКЕ  
СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Непомнящая Э.К., Величко Е.Н., Аксенов Е.Т., Богомаз Т.А.**

*ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого*

Анализ качества окружающей среды может проводиться различными методами, однако цель любого экологического мониторинга - ответить на вопрос «Насколько окружающая среда приемлема для жизнедеятельности?». Экологическую обстановку можно оценивать с точки зрения наличия в ней тех или иных вредных веществ и их концентраций, при этом концентрационные нормы устанавливаются законодательно в экологических стандартах. Современные физические методы контроля состава среды, такие как ядерный магнитный резонанс, газожидкостная хроматография, масс-спектрометрия и др., позволяют с высокой точностью определить концентрации токсических

соединений [1]. Однако, сложные взаимодействия множества различных веществ могут оказывать непредсказуемый эффект на организм человека. Чтобы проследить реальную степень опасности анализируемых сред необходимо изучение их интегрального воздействия на живые организмы. В этих целях применяют методы биодиагностики, подразделяющиеся на биоиндикацию и биотестирование.

Методы биоиндикации широко используют для экспресс-контроля наличия загрязнений окружающей среды. Используются специально подобранные организмы - биоиндикаторы (растения и животные, обладающие узкой зоной комфорта и остро реагирующие на любые изменения среды обитания). Так, например, в системе мониторинга качества водопроводной воды Санкт-Петербурга с 2005 года используются аборигенные узкопалые раки (*Astacus leptodactylus*), кардиоритм которых при попадании в воду загрязнителей изменяется практически сразу и мало меняется в течение 1,5-2 минут [1]. Биоиндикацию также применяют при анализе качества почв в сельском хозяйстве и при проверке уровня загрязненности воздушной массы мегаполисов. Существенным недостатком методов биоиндикации является невозможность проследить долгосрочные эффекты тех или иных загрязнителей, кроме того, содержание множества различных популяций организмов, предназначенных для выявления определенных условий среды, не всегда экономически оправдано.

Более достоверные сведения о токсичности окружающей среды можно получить при помощи методов лабораторного биотестирования - подробного изучения влияния окружающей среды на организмы и их внутренние процессы жизнедеятельности. Под влиянием загрязняющих веществ в организме происходят перестройки структуры и функции клеток, ведущие к изменениям в производстве молекулярных комплексов, что ведет к изменению гормонального, белкового и ферментного состава биологических жидкостей [2]. Может анализироваться как гистология клеток организма, заметные изменения которой (некроз, злокачественные образования) свидетельствуют о высокой степени токсичности среды обитания, так и макромолекулярный состав жидкостей.

Наиболее тонкими и точными считаются иммунологические методы, основанные на анализе показателей иммунной системы. При этом исследуется функциональное состояние как иммунокомпетентных клеток - спленоцитов и лимфоцитов [2], так и белков системы комплемента, отвечающих за неспецифичный иммунный ответ. Традиционно иммунологические методы применяются для диагностики различных патологий человека, однако последние научные данные свидетельствуют о схожести характера иммунной реакции людей и других организмов, как позвоночных млекопитающих, так и низших беспозвоночных [1]. Особый интерес представляет исследование именно неспецифического иммунитета - комплекса белков, присутствующего в

организме с момента рождения и реагирующего на любую внешнюю угрозу не зависимо от перенесенных ранее заболеваний. Белки системы комплемента тонко реагируют на любые изменения состояния окружающей среды, и, при ухудшении условий, их концентрация в жидкостях, в частности сыворотке крови, существенно нарастает [3]. Происходят сложные реакции активации белков - лавинообразное связывание их друг с другом и миграция к месту поражения, направленная на устранение чужеродных агентов и нейтрализацию стресса.

Исследования динамики состава и структурных свойств белков системы комплемента позволяет достоверно обнаруживать возможные ухудшения условий среды, появление спровоцированных этим заболеваний, а также прогнозировать возникновение негативных долгосрочных последствий нахождения в такой среде для человека. Как правило, исследуются жидкости водных животных, например рыб, вычисляется концентрация лизоцима, антибактериального фермента работающего вместе с системой комплемента. Для более детального исследования и выявления мутагенной и тератогенной активности среды можно оценивать белковый состав и активность иммунного ответа в целом.

В клинической практике оценка активности комплемента проводится иммуноферментными методами [4], имеющими, однако, ряд ограничений, не позволяющих широко применять их в экологическом мониторинге. В связи с этим в данной работе предлагается использование физических методов, в частности метода лазерной корреляционной спектроскопии. Данный метод позволяет исследовать наночастицы в жидкости, например, сыворотке крови, отслеживать динамику возникновения связей между белками и их конформационных перестроек, что характеризует функциональность иммунитета в целом [5].

Суть метода лазерной корреляционной спектроскопии состоит в регистрации оптического сигнала, рассеянного на флуктуациях показателя преломления раствора, в нашем случае, на белках в плазме крови. Рассеянное излучение содержит информации о параметрах рассеивателей, таких как коэффициенты диффузии, дзета потенциалы, параметры анизотропии формы и д.р. Вычисляя автокорреляционную функцию рассеянного излучения и проводя её дальнейший анализ можно вычислить размеры частиц, их форму и степень взаимодействия.

В данной работе предлагается схема миниатюрного лазерного корреляционного спектрометра и алгоритм программы обработки рассеянных сигналов на основе регуляризации Тихонова. Созданный по предложенной схеме прибор позволяет проводить измерения рассеянного излучения под различными углами и с различными поляризациями. Полученные экспериментальные данные дают возможность утверждать то, что размеры и коэффициенты трансляционной диффузии частиц в полидисперсных растворах

можно определять с точностью, на 30-60% превышающей точность других коммерческих приборов известных фирм (Malvern Instruments, Photocor). Данные получены при сравнении результатов измерений полидисперсных растворов латексных микросфер и белка альбумина на разработанном приборе и коммерческом аналоге со встроенной обработкой Zetasizer Nano ZS [6].

Предлагаемый метод исследования позволяет проводить оценку белкового состава плазмы крови людей и животных, анализировать воздействие на иммунную систему неблагоприятных факторов окружающей среды и прогнозировать возможные негативные последствия нахождения человека в данной среде в будущем. Кроме того для биотестирования такого рода не требуется содержания специализированных популяций организмов, для исследований можно использовать сыворотку крови животных, как постоянно проживающих

данной области, так и завезенных недавно, и тем самым проводить сравнительную оценку пригодности исследуемой среды для жизни человека.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Смуров А.В. Вопросы экологического нормирования и разработка системы оценки состояния водоемов // Материалы Объединенного Пленума Научного совета ОБН РАН по гидробиологии и ихтиологии, Гидробиологического общества при РАН и Межведомственной ихтиологической комиссии. Москва, 30 марта 2011 г. - С. 122 - 134.
- [2] Якунина, И.В. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг: учебное пособие / И.В. Якунина, Н.С. Попов. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. - 188 с.
- [3] Мешков А.В., Вазинов И.К., Герасимова Л.И., Алиева Г.Ш., Вахитов И.Х. Оценка иммунологического воздействия вредных факторов промышленной экологии // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 3.
- [4] Новиков П.Д., Коневалова Н.Ю., Титова Н.Д. Принципы оценки иммунного статуса и диагностики иммунодефицитных болезней // Иммунопатология, аллергология, инфектология. - 2005. - № 2. - С. 8 - 22.
- [5] Непомнящая Э.К., Величко Е.Н., Аксенов Е.Т., Богомаз Т.А. Метод лазерной корреляционной спектроскопии для исследования системы комплемента // Сборник статей по материалам XXVII международной научно-практической конференции «Естественные и математические науки в современном мире», Новосибирск. - 2015. - №2. - С. 102-107.
- [6] Nepomnyashchaya E., Velichko E., Aksenov E. Inverse problem of laser correlation spectroscopy for the analysis of polydisperse solutions of nanoparticles // IOP Journal of Physics: Conference Series. - 2016. - Vol.769. № 1. - 012025.

IMMUNODIAGNOSTIC METHODS FOR THE ENVIRONMENTAL  
POLLUTION ANALYSIS

**Nepomnyashchaya E.K., Velichko E.N., Aksenov E.T., Bogomaz T.A.**

*Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University*

The environment quality analysis can be carried out by various methods; however the purpose of any environmental monitoring is to answer the question "Is the environment acceptable for life-sustaining activity?" The ecological situation can be estimated by measuring of harmful substances concentration, those norms are established legislatively in environmental standards. Modern physical methods for control of the environmental parameters, such as nuclear magnetic resonance, gas-liquid chromatography, mass spectrometry, etc., allow high precision defining of toxic material concentrations [1]. However, the complex interactions of a set of various substances can render unpredictable effect on a human body. To measure real risks caused by the analyzed environments it is necessary to study their integrated impact on living organisms. For this purposes methods of biodiagnostics which are subdivided into bioindication and biotesting can be applied.

Bioindication methods are widely used for the express control of environmental pollution degree. Curated organisms - bioindicators (the plants and animals with a narrow comfort zone and sharp reaction to any changes of the habitat) are used. So, for example, in system of monitoring of quality of tap water of St. Petersburg since 2005 native narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*) whose cardio rhythm in polluted water changes at once dramatically [1]. Besides bioindication is applied in the analysis of quality of soils in agriculture, and also in monitoring of megalopolises air mass pollution. An essential weak point of bioindication methods is the impossibility to track long-term effects of these or those pollutants. Also the maintenance of a set of various populations of the organisms intended for identification of certain conditions of the environment not always is economically feasible.

More specific data on toxicity of the environment can be received by means of laboratory biotesting methods that are the detailed studying of influence of the environment on organisms and their internal living processes. Under the influence of pollutants in the organism some reorganizations of structure and function of cells are occurred. That is leading to changes in molecular complexes production and following changes of hormonal, proteinaceous and enzyme composition of biological liquids [2]. One can analyze the histology of cells of an organism which noticeable changes (a necrosis and malignancies) testify to high degree of toxicity of the habitat, and also the macromolecular composition of liquids.

As the most representative methods the immunologic methods based on the analysis of immune system indicators are usually considered. In these methods the



functional state of immune competent cells: splenocyte and lymphocytes [2], and the complement proteins which are responsible for not specific immune response can be investigated. Traditionally immunologic methods are applied for diagnostics of various pathologies of the human body, however the latest scientific data confirmed similarity of the immune reaction nature of people and other organisms, both vertebral mammals, and the lowest invertebrates [1]. The research of not specific immunity is of most interest. A complex of complement proteins stands for the not specific immunity. These proteins present in organism from the moment of birth and react to any external threat non depending on the diseases postponed earlier. Complement proteins react finely to any changes of the environment, and, at deterioration in conditions, their concentration in liquids, in particular blood serum, significantly increases [3]. There are complex reactions of activation of proteins: their lavatic binding with each other and migration to the place of a lesion, referred on elimination of foreign agents and neutralization of an environmental stress.

Researches of structure dynamics and conformational properties of complement proteins allow finding possible deteriorations in the environment condition and emergence of some induce diseases. Also it is possible to predict negative long-term consequences for people caused by living in such environmental conditions. As usual, liquids of water animals, for example fishes are investigated; concentration of a lysozyme, antibacterial enzyme working together with complement system in blood is measured. For more detailed research and detection of mutagen and teratogenic activity of the environment it is necessary to estimate proteins conformational structure and activity of the immune reactions in an integrated manner.

In clinical practice the assessment the complement activity is carried out by the immunoenzyme technique [4] having, however, a number of restrictions which do not allow us to apply them widely in the environmental monitoring. In this regard in this work physical method, in particular a laser correlation spectroscopic (LCS) technique is suggested. The LCS technique allows investigations of nanoparticles in liquid, for example in blood serum, and tracing the dynamics of communications between proteins and their conformation reorganizations that characterizes integral functionality of immunity [5].

The essence of laser correlation spectroscopic technique consists in registration of the radiation scattered from the refraction index fluctuations in the solutions, in our case, from proteins in blood plasma. Scattered radiation contains information on parameters of particles, such as diffusion coefficients, zeta potentials, and parameters of form anisotropy. By calculation the autocorrelation function of scattered radiation with further analysis it is possible to calculate the sizes of particles, their form and extent of interaction.

In this work the scheme of a portable laser correlation spectrometer and an algorithm of the program for processing of scattered radiation on the basis of Tikhonov regularization is suggested. The device created according to the offered scheme allows measuring of scattered radiation under various angels and with various

polarizations. From the obtained experimental data it can be claimed that the sizes and coefficients of transmitting diffusion of particles in polydisperse solutions can be determined with accuracy which for 30-60% exceeds the accuracy of other commercial devices of well-known companies (Malvern Instruments, Photocor). Data is obtained when comparing results of measurements of polydisperse solutions of latex microspheres and albumin protein on the developed device and a commercial analog with the built-in processing (Zetasizer Nano ZS) [6].

This research technique allows carrying out an assessment of protein compositions of people and animals blood serum and analyzes impact on immune system of adverse environmental factors. Also it is possible to predict future negative consequences for the person being in such environment. Besides for such kind of biotesting the maintenance of specialized populations of organisms is not required. For researches it is possible to use blood serum of animals constantly living this area, and delivered recently and by that to carry out a comparative assessment of suitability of the studied environment for human life.

## REFERENCES

- [1] Smyrov A.V. Questions of ecological rationing and development of the system of an assessment of a condition of reservoirs // *Materialy objedinennogo plenyma nauchnogo soveta OBN RAN po gidrobiologii i ihtiologii*, Moscow 2011 г. - P. 122 - 134. (In Russian)
- [2] Yakunina I.V. Methods and devices of control of the environment. Environmental monitoring: manual / I.V. Yarenina, N.S. Popov. - Tambov, 2009. - 188 p. (In Russian)
- [3] Meshkov A.V., Vaziev I.K., Gerasimova L.I., Alieva G.Sh., Vakhitov I.Kh. Evaluation of immunologic influence of harmful factors of industrial ecology // *Sovremennye problem nauki i obrazovaniya*. - 2015. - № 3.
- [4] Novikov P.D., Konevalova N.Yu., Titova N.D. The principles of evaluation of immune status and diagnostic of immunodeficiency diseases // *Immunopathology, allergology, infectology*. - 2005. - № 2. - P. 8 - 22.
- [5] Nepomnyashchaya E., Velichko E., Aksenov E., Bogomaz T.A. Method of laser correlation spectroscopy for research of the complement system // *Sbornik statej po materialam XXVII mejdunarodnoj konferentsii «Estestvennye nauki v sovremennom mire»*, Novosibirsk. - 2015. - №2. - C. 102-107.
- [6] Nepomnyashchaya E., Velichko E., Aksenov E. Inverse problem of laser correlation spectroscopy for the analysis of polydisperse solutions of nanoparticles // *IOP Journal of Physics: Conference Series*. - 2016. - Vol.769. № 1. - 012025.

*The International Science Environmental Conference "ESOBALTICA".*  
**ДАМБЫ ОБВАЛОВАНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ  
ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ФИНСКОГО ЗАЛИВА**

**В.А. Клушенцев, Д.К.Зотов**

*ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого*

Побережье Финского залива на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области подвержено активной переработке береговой линии, вследствие природных и техногенных процессов. Размываются песчаные пляжи, образуются оползни, в период наводнений затопляется территория. Эти явления угрожают рекреационным ресурсам, гидротехническим сооружениям, дорогам, растительному и животному миру, а также историко-культурному наследию [1]. На северных берегах восточной части Финского залива разрушено около 70% общей протяженности берегов. В последнее время деградация берегов резко усилилась. В частности, это может быть связано с периодическими или глобальными изменениями климата [2]. В последние годы размывы и процессы деградация береговой линии значительно усилились.

Одним из методов защиты территорий от затопления является устройство дамб обвалования, ограждающих эту территорию на всем протяжении пониженных отметок ее естественной поверхности. Общая схема обвалования территорий выбирается на основании технико-экономических проработок возможных вариантов с учетом естественных условий местности и важности рассматриваемого объекта в хозяйственном и культурном отношении [3]. В ряде случаев возможно использование прерывистых дамб обвалования в комбинации с другими берегозащитными мероприятиями. Например, с искусственными пляжами, бунами и волноломами. В этом случае дамбы защищают наиболее ответственные участки берега, где расположены населенные пункты, объекты инфраструктуры, особо охраняемые территории, и т.д.

Задача защиты побережья остро стоит в Курортном районе Санкт-Петербурга. Существующие берегозащитные сооружения, построенные в 50-е - 80-е годы прошлого века находятся в плачевном состоянии. Они давно устарели, находятся в аварийном состоянии или разрушены.

В работе рассматривается устройство защитных сооружений береговой линии Курортного района Санкт-Петербурга (восточная часть Финского залива).

Береговая линия рассматриваемого района сформирована, главным образом, волновыми процессами. Выделяют следующие типы береговой линии: выравнивающийся абразионно-аккумулятивный бухтовый, выровненный аккумулятивный, абразионный валунный (моренный). Происходит интенсивный размыв ледниковых отложений как на берегу, так и на подводном

береговом откосе, в результате этого образуется валунно-галечная отмостка (бенч), препятствующая дальнейшему размыву.

Профиль подводного берегового склона представляет собой пологонаклонный валунный бенч, на поверхности которого встречаются неравномерно расположенные участки песчаного материала. Эти особенности значительно снижают рекреационную ценность таких участков побережья [3], что обуславливает срочную необходимость проведения мероприятий по берегозащите.

Характеристики волн на открытых акваториях (моря, крупные озера и водохранилища) зависят от скорости и направления ветра, разгона - протяженности свободной поверхности акватории, батиметрии (глубины и рельефа дна), а высота наката волн на откос определяется с учетом шероховатости откоса, фильтрационных свойств материала, образующего откос, глубины воды перед сооружением и формы откоса, а также угла подхода фронта волны к линии уреза воды на откосе [5].

Расположение береговой линии Курортного района, открытой господствующим в районе западным и юго-западным ветрам и вызываемым ими волнениям определяет высокую степень переработки берегов волнением и существование потока наносов в направлении с запада на восток. Повторяемость штормов при западных и юго-западных ветрах составляет 98% и только 2% штормов вызваны ветрами северного и северо-восточного направлений.

Для данной территории характерны малые естественные глубины и умеренно пологое песчаное дно. Поэтому волновой режим в прибрежной зоне существенно зависит от положения уровня воды. Вследствие этого необходим правильный выбор и расчет уровня берегозащиты [5]. На сегодняшний день имеется большое количество методов укрепления берегов. В зависимости от целей и местных гидротехнических условий используются различные конструкции и материалы.

Важной характеристикой дамбы, обеспечивающей надёжность сооружения и защиту территории, является выбор отметки гребня дамбы. В соответствии с [4] отметку гребня дамбы следует назначать на основе расчета превышения его над расчетным уровнем воды. Превышение гребня дамбы определяют для двух случаев стояния уровня воды в верхнем бьефе: при нормальном подпорном уровне (НПУ) или при более высоком уровне, соответствующем пропуску максимального паводка, входящего в основное сочетание нагрузок и воздействий; при форсированном подпорном уровне (ФПУ), или другом уровне, относимом к особым сочетаниям нагрузок и воздействий. Превышение гребня дамбы  $h_s$  в обоих случаях определяется по формуле:

где  $V_{h_{3gt}}$  - ветровой нагон воды в верхнем бьефе;

- высота наката ветровых волн обеспеченностью 1 %;

а - запас превышения гребня дамбы;

запас  $a$  определяют как большую из величин 0,5 м и  $0Д/\Gamma_{1\%}$  - высота волны 1 % вероятности превышения). Из двух полученных результатов расчета следует выбирать более высокую отметку гребня.

Рекомендуемые в [5] аналитические методы определения высоты наката волны трудоемки и не имеют физического обоснования. Они имеют эмпирическую природу и применимы для определенных упрощенных схем. Получение данных натурных наблюдений трудоемко и дорого, а зачастую отсутствуют объекты-аналоги, вследствие уникальности проектируемых сооружений.

Задача расчетов при проектировании дамб обвалования и берегоукрепительных сооружений усложняется нередко сильной изрезанностью береговой линии и неоднородной батиметрией.

В настоящее время в проектировании гидротехнических сооружений активно используются системы автоматизированного проектирования (САПР). Развитие математических методов расчетов и информационных технологий за последние десятилетия позволили повысить скорость и качество проектирования вследствие его комплексной автоматизации.

Для расчета волнового режима была применена программа Delft 3D [6]. В качестве исходных данных используются метеорологическая информация, уровень воды в Финском заливе и батиметрия. Математическое моделирование позволяет рассмотреть большое количество вариантов конструкции берегозащитных сооружений при различных сочетаниях исходных данных. Полученные результаты могут быть экспортированы в различные программы, используемые в проектировании.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Преображенский Л.Ю. Особенности гидрологического режима вершины Финского залива: Учеб. Пособие. Спб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2007. 123 с.
- [2] Усольцева М.С., Зотов К.В. Инженерная защита прибрежных рекреационных территорий восточной части Финского залива. Неделя науки СПбПУ. Материалы научного форума с международным участием. Институт энергетики и транспортных систем. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та 2015, с. 339-341.
- [3] Арефьев Н.В., Беллендир Е.Н., Иванов Т.С. Оптимизация инженерной защиты земель при со-здании водохранилищ с помощью дамб обвалования. Известия Всероссийского научно- исследовательского института гидротехники им. Б.Е. Веденеева. 2011. Т. 261. С. 99-103.
- [4] СП 39.13330.2012 Плотины из грунтовых материалов. М.: Минрегион России, 2012

- [5] СП 38.13330.2012 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)
- [6] Delft3D-WAVE\_User\_Manual. [Электронный ресурс] - <https://oss.deltares.nl/web/delft3d/manuals/>

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ  
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ  
ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
НА CuInSe<sub>2</sub>**

**И.А. Жариков<sup>1</sup>, В.Б. Фадеев<sup>1</sup>, И.В. Рудь<sup>2</sup>, В.А. Ляпищев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого

<sup>2</sup> СШ № 71 Калининский р-н, Санкт-Петербург

Intensive expansion of the applications of linear-polarized laser radiation necessitates the development of polarization of Photonics. Thus, this work deals with possibilities of the method of polarization photoelectric spectroscopy to study the structures of green energy on the basis of CuInSe<sub>2</sub>.

Давно известно, что фотоэлектрические элементы состоят из одного или нескольких полупроводниковых материалов для того, чтобы обеспечить наиболее эффективное прямое преобразование солнечной энергии в электрическую.

Чтобы наблюдать в структурах фотовольтаический эффект, полупроводниковый материал делают легированным. Для этого в него добавляют химические элементы и в результате возникают два слоя — слой с проводимостью р-типа с избытком положительных носителей и слой с проводимостью n-типа с избытком отрицательных носителей заряда. Поэтому в пограничном слое получают внутреннее электрическое поле, и при падении света оно вызывает разделение зарядов. После этого носители заряда могут отводиться через металлические контакты и напрямую потребляться как постоянный ток для питания электрических приборов, так же его можно передавать в сеть как переменный ток посредством промежуточного инвертора. Эффективным считается фотоэлектрические элементы объединять в модули, для повышения мощности.

Одним из наиболее интересных в настоящее время материалов для солнечной энергетики является диселенид индия и меди (CuInSe<sub>2</sub>) и его модификации.

CuInSe<sub>2</sub> - полупроводник с шириной запрещенной зоны 0,96 эВ относится к группам алмазоподобных полупроводников типа A<sup>1</sup>B<sup>III</sup>C<sub>2</sub><sup>VI</sup>, для которых характерно наличие халькопиритной структуры. Большой интерес к CuInSe<sub>2</sub> и твердым растворам на его основе обусловлен тем, что сложный энергетический спектр электронов и анизотропия оптических свойств позволяют создавать на

основе халькопиритных кристаллов световых диодов фотодетекторы, элементы солнечных батарей, а также когерентные и некогерентные источники поляризованного излучения [1].

Благодаря технологическому прогрессу именно технология получения тонкопленочных гетероструктур на основе CuInSe<sub>2</sub> получает в последнее время серьезное развитие, ибо позволяет получить при преобразовании энергии Солнца до 18 процентов КПД.

В таких структурах, которые были сформированы на образцах с поликристаллической структурой, наблюдается поляризационная фоточувствительность (которая в физике полупроводников получила название явления фотоплеохроизма), вызванная наклонным падением линейно-поляризованного излучения (ЛПИ) на приемную плоскость фоточувствительной структуры [2]. Этот тип фотоплеохроизма определяется всецело оптическими процессами на границе полупроводника (рис. 1) со средой, из которой на него поступает ЛПИ, и, в отличие от естественного фотоплеохроизма [4], не содержит каких-либо ограничений в отношении структуры и фазового состояния полупроводника.

Получается что при фиксированном угле падения  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$  луча линейно-поляризованного излучения (ЛПИ) фоточувствительность будет следовать периодическому закону

$$i = i^P \cos^2 \theta + i^S \sin^2 \theta \quad (1)$$

Следовательно, при наклонном падении ЛПИ на поверхность изотропного полупроводника за счет анизотропии прохождения его регистрирующей поверхности фоточувствительность обнаруживает такую же азимутальную зависимость, как и для одноосного полупроводника в случае  $\alpha = 0$  [4]. Это совпадение оказалось в свое время не случайно. Оно определяется одинаковой симметрией осциллятора поглощения в одноосном кристалле и энергетических потерь на границе воздух/изотропный полупроводник, когда выполняется условие  $\alpha = 0$ . Численной характеристикой наведенной поляризационной ФЧ принят коэффициент НФ, определяемый как отношение разности фоточувствительностей к их сумме при ортогональных s- и p-поляризациях ЛПИ [2].

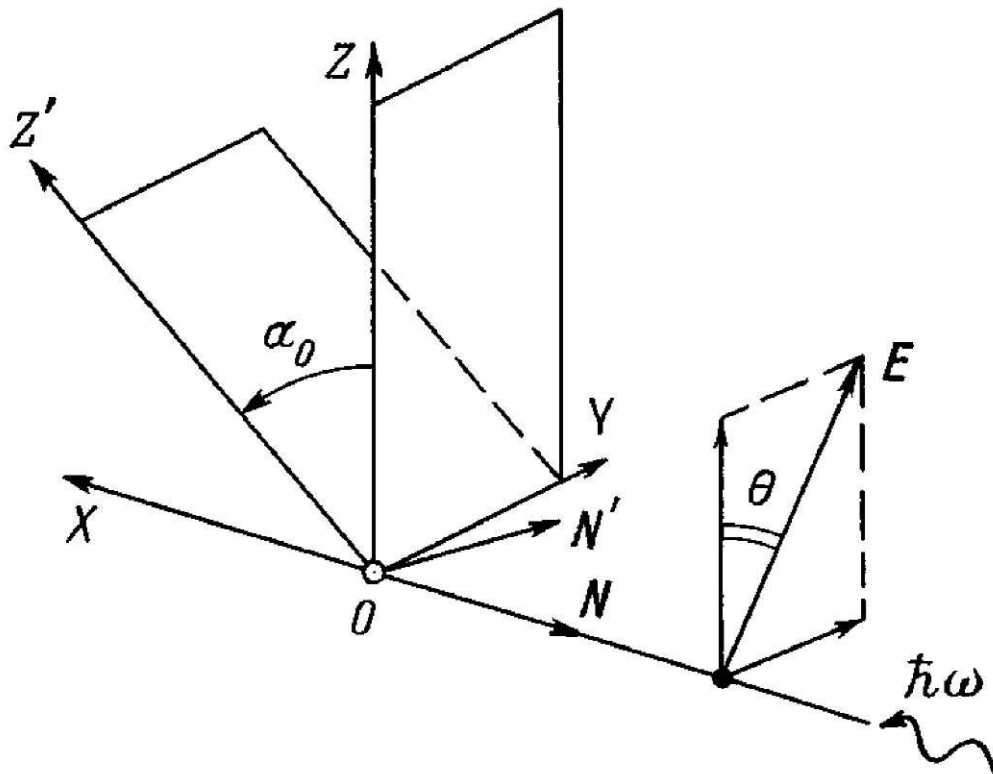


Рис. 1. Геометрическая схема освещения полупроводниковой структуры при исследовании наведенного фотоплекроизма методом поляризационной фоточувствительной спектроскопии ( $\alpha_0$  - угол падения,  $\theta$  - азимутальный угол между направлением вектора электрического поля световой волны и осью  $OZ$ ).

Практически во всех структурах, угловые зависимости фототоков короткого замыкания  $i^P$  (вектор  $E$  параллелен плоскости падения (ПП) излучения) и  $i^S$  (вектор  $E$  перпендикулярен ПП) находятся в соответствии с результатами анализа процессов прохождения световой волной границы раздела двух контактирующих сред на пути света на основании соотношений Френеля [5].

Лишь в некоторых случаях структур с очень совершенной приемной плоскостью, наблюдались отклонения от законов Френеля. Эти отклонения выражались в возрастании с ростом угла падения составляющей  $i^S$ .

При  $\alpha_0$  постоянном во всех структурах наблюдался широкополосный наведенный фотоплекроизм во всей области фоточувствительность структур. В структурах, где наблюдались отклонения в угловых зависимостях фототоков разных поляризаций от соотношений Френеля, наблюдаются осцилляции наведенного фотоплекроизма (рис. 2),



которые по видимому связаны с высоким совершенством исследуемых структур.

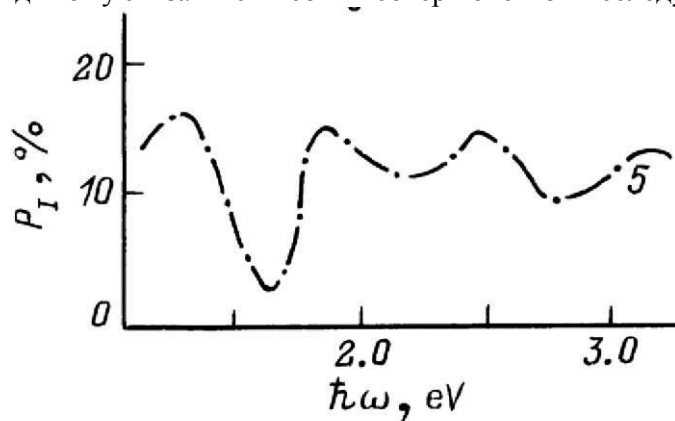


Рис. 2. Зависимость  $PI(h\nu)$  при  $\alpha_0 = 70^\circ$

Таким образом метод поляризационной фотоэлектрической спектроскопии показал свою эффективность для исследования и проведения экспресс диагностики качества приемной плоскости структур для солнечной энергетики, который может применяться на всех стадиях производства панелей.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рудь Ю.В. Фотоплеохроизм и физические принципы создания полупроводниковых фотодетекторов // Изв. вузов СССР. 1986. Физика. Т. XXIX. No 8. С. 68-83.
- [2] Vasiliy Rud', Alexey Glynushkin, Valentin Lyapischev, Vladimir Ch. Shpunt, Yuri V. Rud' Physical experimental methods for plants study as a means of diagnostics of the environment and the reproducibility of the agricultures: experiment and results. The international science environmental conference «ECOBALTICA - 2016». 20 - 26 October Proceedings Book. 2016. Moscow region. Russia. pp. 21 - 25.
- [3] Rud,VY; Rud,YV; Terukov,EI Polarization studies of the photoelectric properties of II-IV-V-2-semiconductor-compound-electrolyte systems. 2016, J. Opt. Technol., v.83, 5, pp. 275-278
- [4] Ф.П. Кесаманлы, В.Ю. Рудь, Ю.В. Рудь. Естественный фотоплеохроизм в полупроводниках. Обзор. ФТП, 30, 1921(1996).
- [5] Г.С. Ландсберг. Оптика (М., Высш. шк., 1976).

*The International Science Environmental Conference "ЕСОBALTICA"*  
**МЕЛИОРАТИВНЫЕ И КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ  
ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ОСУШИТЕЛЬНЫХ  
СИСТЕМ**

**Д.К. Зотов, К.В. Зотов**

*ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого*

Значительная доля сельскохозяйственной продукции в СевероЗападном регионе России производится на осушаемых землях. В 1990 г. (пик мелиоративного строительства) их площадь составляла 806 тыс. га. В связи с этим актуальной является задача по изучению производственного процесса на таких угодьях и состояния осушительных систем [1].

Переход к рынку и изменение форм собственности привели к появлению большого количества заросших и пустующих земель. По оценке Департамента мелиорации Министерства сельского хозяйства Российской Федерации изношенность основных фондов функционирующих мелиоративных и гидротехнических сооружений достигла 70-90%. В настоящий момент большинство сооружений мелиоративного назначения эксплуатируются от 30 до 50 лет и более, что является предельными сроками для данных сооружений. Из общего объема мелиоративных объектов и систем 34,7% являются бесхозными [2].

Основные фонды мелиоративных систем в среднем по Российской Федерации изношены более чем на 60%. В Ленинградской области, согласно данным обследований 29,4 тыс. гектаров (лишь 8,4%) находятся в нормальном мелиоративном состоянии, 145,5 тыс. гектаров требуют улучшений, на площади более 175 тыс. гектаров (почти 50 проц.) требуется проведение мероприятий по реконструкции или повышению технического уровня. Многие ранее мелиорированные земли не используются в сельскохозяйственном производстве [2, 3].

В сложившихся условиях требуется срочное восстановление сельскохозяйственных земель и их плодородия, а сельскохозяйственные мелиорации, должны рассматриваться как необходимый и неотъемлемый элемент продовольственной безопасности страны.

Для определения потребности выполнения ремонтно- восстановительных работ или реконструкции мелиоративных систем выявляются происходящие изменения мелиорированных земель и производится их оценка.

Состояние осушаемых земель оценивается по следующим организационно-техническим показателям [4-6]:

1. Форма собственности земли и мелиоративной системы;
2. Уровень сельскохозяйственного использования;
3. Работоспособность осушаемой системы;

4. Культуртехническое состояние поля
5. Техническое состояние отдельных элементов и сооружений осушительных систем.

В результате нашего обследования ранее осушаемых сельскохозяйственных угодий были выявлены следующие недостатки:

1. Существует правовое несоответствие между правами собственности на землю и на мелиоративные объекты [3];
2. Нарушение работы дренажной сети в результате заиления и заохривания закрытых дрен и коллекторов, разрушения и замусоривание устьев коллекторов и смотровых колодцев, зарастания открытых каналов;
3. Образование вымочек, оглеение почвы и заболачивание пониженных участков;
4. Зарастание брошенных пахотных земель древесно- кустарниковой и болотной растительностью;
5. Разрушение внутрихозяйственной дорожной сети.

Таким образом, могут быть предложены следующие основные мероприятия для восстановления мелиоративных систем. [4,5]:

1. Принятие нормативно-правовых актов для четкого закрепления мелиоративной сети и земли как единого целого без разделения, и последующее определение собственника;
2. Разработка проекта реконструкции. Для обследования и последующей разработки проекта необходимо привлечение специализированных организаций, имеющих соответствующие допуски и опыт по производству подобных работ;
3. Культуртехнические и структурные мелиорации. За последние 20-25 лет на брошенных мелиоративных системах успели вырасти кустарники и деревья до 10-18 см в диаметре. Таким образом требуется проведение полномасштабных культуртехнических мероприятий в состав которых входят: расчистка земель от древесной и кустарной растительности, пней, камней, кочек, мохового очеса и старой дернины; Выравнивание поверхности почвы (засыпка ям, канав, карьеров, срезка бугров, ликвидация старых борозд и др.) и контуров сельскохозяйственных угодий (устранение мелкоконтурности, придание полям правильной конфигурации);
4. Восстановление открытой осушительной сети и водоприёмников. Мероприятие предусматривает расчистку трасс магистральных каналов, восстановление проектных значений формы поперечного сечения и уклонов, регулирование и приведение в порядок русел водоприемников;
5. Промывка дрен и коллекторов, восстановление устьевых сооружений. Промывка обеспечивает очистку полости коллекторно-дренажных труб

от наилка и охристых отложений с помощью дренапромывочной машины.

Своевременное, отвечающее проектным требованиям, применение предложенных мероприятий по восстановлению свойств мелиорируемых сельскохозяйственных угодий, при последующем агротехническом обслуживании, гарантирует получение устойчивых урожаев выращиваемых сельхоз культур и является вкладом в обеспечение продовольственной безопасности страны.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Зотов К.В., Немчинова Н.П. Геостатистический подход при проведении почвенно-мелиоративного обследования. В сборнике: «Проблемы развития мелиорации и водного хозяйства и пути их решения» Материалы Международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет природообустройства»; 2011. С. 214-219
- [2] Современное состояние и пути повышения надежности и экологической безопасности эксплуатации мелиоративных систем, [www.cntimelio.ru/1\\_1\\_12.pdf](http://www.cntimelio.ru/1_1_12.pdf);
- [3] Программа "Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения Ленинградской области на 2014-2020 годы", [http://agroprom.lenobl.ru/gos/Development\\_regional\\_program\\_agricultural\\_Leningrad\\_Region/podprogr8](http://agroprom.lenobl.ru/gos/Development_regional_program_agricultural_Leningrad_Region/podprogr8);
- [4] А.И. Климко, М.Б. Черняк, Ю.Г. Янко, В.И. Штыкова. Справочник мелиоратора. - СПб: Изд-во Политехнического Ун-та, 2009. - 202 с.;
- [5] Б.С. Маслов, И.В. Минаев, К.В. Губер. Справочник по мелиорации. - М.: Росагропромиздат, 1989. - 384 с.;
- [6] Н.В. Арефьев, В.П. Бреусов, Г.К. Осипов. Основы формирования природно-аграрных систем. Теория и практика. - СПб: Изд-во Политехнического Ун-та, 2011. - 532 с.

*International Science Environmental Conference "ECOBALTICA"*

**АГРОБИЗНЕС, ЭКОЛОГИЯ И ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ Рудь**

**С.В.<sup>1</sup>, Котоменкова О.Г.<sup>1</sup>, Рудь И.В.<sup>2</sup>, Котоменков Д.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого*

<sup>2</sup> *СШ.№ 71 Калининский район, Санкт-Петербург*

As practice shows, the Russian agribusiness is not very aware of the need for an ecological approach to the management of the business and the use of new advanced technologies.

However, the use of databases competencies and new advanced technologies requires a certain level of competence among representatives of agribusiness.

The totality of these actions can create a really effective mechanism for improving the environmental situation in the village. This year in Russia - the year of the environment. We should try to rise sales of advanced technology on the green basis!

Передовая технология-это технология, которая должна спасти мир, технология, новый вызов, на основе последних научных достижений.

Мировое сельское хозяйство движется в направлении повышения наукоемкости производимой продукции. Это особенно наглядно на примере экономически развитых стран. Это позволяет им поддерживать баланс спроса и предложения на внутреннем продовольственном рынке. Россия пытается ставить и последовательно решать задачу инновационного развития агропромышленного комплекса (АПК). Другого пути нет, если мы, Россия, стремимся интегрироваться в мировое сельское хозяйство и твердо занимать свою нишу.

Инновационное развитие АПК необходимо связывать с передовыми технологиями--это прежде всего конструктивная и творческая динамика, обеспечивающая создание и реализацию инноваций в любой сфере.

Носителем инновационного продукта обычно выступает инновационное агропромышленное предприятие. Необходимо отметить, что традиционно в России к инновационным предприятиям относятся предприятия, в которых более 70% от общего объема производства в денежном выражении за отчетный налоговый период формируется за счет производства инновационной продукции.

Если такой критерий распространить на отечественные предприятия, то станет очевидным: в АПК России в настоящее время очень малые инновационные предприятия.

17 Apr. 2017

На основании вышеизложенного, можно сформулировать проблему инновационного развития - активизация инновационной деятельности в сельском хозяйстве.

Актуальность данной проблемы неоднократно подчеркивалась в ежегодном послании Президента в. в. Путина Федеральному Собранию Российской Федерации. Вопросы Законодательного обеспечения инновационной деятельности обсуждаются на парламентских слушаниях в Государственной Думе.

Часто рассмотрение инновационного развития идет в совокупности с наукой, где принято считать инновационным продуктом -результат инновационной деятельности, который должен удовлетворять следующим требованиям задач:

- реализация интеллектуальной собственности;
- чтобы соответствовать требуемому научно-техническому уровню;
- быть произведенным впервые, а если не впервой, то по сравнению с другим аналогичным продуктом он должен обладать более высокими научно-экономическими показателями;
- чтобы быть конкурентоспособными.

Для тренда снижения темпов роста сельскохозяйственного производства требуется активное привлечение капитала в отрасль с целью повышения инвестиционной привлекательности мероприятий по финансовому оздоровлению сельскохозяйственных организаций, улучшению состояния почв и повышения их плодородия.

Для эффективного функционирования сельского хозяйства необходимо осуществлять мероприятия по созданию общих условий функционирования сельского хозяйства, в том числе по поддержке почвенного плодородия, разработке технических регламентов, определяющих требования к основным и оборотным активам сельскохозяйственного производства и готовой продукции, созданию единой системы информационного обеспечения агропромышленного комплекса, обеспечению отрасли квалифицированными кадрами и проведению научных исследований по приоритетным направлениям сельского хозяйства.

Работать с передовыми технологиями, необходимо прежде всего определить цель. В рамках экологии почв, например, задачами являются сохранение и рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов, а также создание условий для увеличения объемов производства высококачественной сельскохозяйственной продукции на основе восстановления и повышения плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения при выполнении комплекса ирригации и дренажу, технологиям культур, агрохимических, агролесомелиоративных, водохозяйственных и организационных мероприятий с использованием современных достижений науки и техники.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- систематическое воспроизводство и повышение природного плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения;
- защита земель от затопления и подтопления, водной эрозии и воздействия других негативных техногенных факторов;
- по сохранению и поддержанию сельскохозяйственных земель в сельскохозяйственном производстве, защите сельскохозяйственных угодий от ветровой эрозии и опустынивания;
- минеральных удобрений,
- мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и формирование информационной базы данных по плодородию почв.

Исходя из этих целей, и разработать или купить готовые передовые технологии.

Какие типы передовых технологий, необходимых для сельскохозяйственного бизнеса?

Мы заинтересованы в развитии ЭКО-технологий.

Сельское хозяйство влияет на весь спектр возможных последствий. На почвы, воды, воздуха, целые регионы страны, где основным видом деятельности является агробизнес. Это и использование гербицидов, стоков от животноводческих ферм и основных отходов, образующихся в огромных количествах от деловой человек и бизнес. К тому же, как показывает практика, российский агропромышленный комплекс не очень осведомлен о необходимости экологического подхода к ведению бизнеса и использовании новых прогрессивных технологий.

Поэтому, необходимо предусмотреть ряд мер для повышения уровня понимания экологической опасности агробизнеса и ответственности в бизнес-среде. Для следующего шага - продвижение передовых технологий экологической направленности для АПК, мы должны использовать информационную базу знаний и новых передовых технологий.

Однако, использование компетенций, баз данных и новых передовых технологий требует определенного уровня компетенции среди представителей агробизнеса.

Выбор осложняется тем, что почти все предложения по решению экологических проблем АПК представляют из себя междисциплинарные решения.

Это означает, что там должны быть некоторые места, где можно было бы прийти, получить консультацию специалиста, а затем выбрать из большого количества интересных предложений.

Таких точек компетенций доступа в современные технологии можно организовать на базе фермерских организаций потребительской кооперации огромное количество. Такие организации могут иметь возможность доступа к компьютеру к большим базам данных и организации консалтинговых услуг для фермеров.

Совокупность этих действий может создать действительно эффективный механизм по улучшению экологической ситуации в селе. Тем более что этот год - год экологии в России!

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Sergey Rud', Denis Kotomenkov, Ivan Rud', , Olga Kotomenkova Advanced ecotechnology in agribusiness:how tom riaise sale in Russia. The 10-th International Conference on Establishment of Cooperation between Companies and Institutions in the Nordic Countries, the Baltica Sea Region and the World. Book of Abstracts. Linneaus University, 2123 Nov. 20016 Kalmar Sweden.pp.65-66.

## **АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫМИ ОТХОДАМИ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Хохлов Г.В.**

*Российский Государственный Гидрометеорологический Университет*

В Российской федерации проблемы образования, накопления, хранения и утилизации отходов являются крайне острыми и затрагивают практически все регионы страны. Количество не утилизированных отходов насчитывается порядка 80 млрд. тонн. При этом в Европе перерабатывается более 50% отходов, то в России средний уровень вторичного использования промышленных отходов составляет 35%, а твердых бытовых - не более 4%.

Тяжелыми металлами, нефтепродуктами и пестицидами загрязнено более 75 млн. гектаров земли. И скорость прироста образования отходов ежегодно увеличивается, и за последние несколько лет составила более 10-15 %.

Нефтесодержащие отходы и буровой шлам являются отходами нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, и их доля составляет около 5 % от общего объема добываемой товарной нефти. Эти отходы состоят из смеси нефти и минеральных частиц (порода, песок) и воды и складываются в специальных накопителях, представляющие собой открытые резервуары, расположенные в непосредственно близости от мест добычи и переработки нефти. Буровые растворы и буровой шлам относятся к третьей - пятой категории опасности, в зависимости от состава шлама. Это связано с добавлением в буровой раствор, который необходим для обеспечения непосредственно процесса бурения, различных химических реагентов. Реагенты, необходимые для понижения водоотдачи пласта, снижения вязкости раствора, способствующие термостабилизации. Так же необходимы ингибиторы, пеногасители, погасители сероводорода и т.д. В совокупности эти реагенты могут нанести колоссальный ущерб. [6]

17 Apr. 2017



Огромное вредное влияние нефтепродукты оказывают на почву. В почве, загрязненной нефтепродуктами, резко меняется соотношение между углеродом и азотом, что ухудшает азотный режим почв и нарушает корневое питание растений. Так же из почвы вытесняется кислород, и почва теряет продуктивность и плодородный слой почвы не имеет возможности восстановления на долгий период времени. Самоочищение происходит очень медленно. [7] Основная причина настолько сильного воздействия нефтепродуктов на почву заключается в строительстве буровых амбаров. Строительство на буровой площадке амбаров-накопителей заключается в выемке определенного объема грунта и обваловании полученного котлована. Гидроизоляция дна и стенок амбара не производится. Ограничить, а тем более избежать, фильтрации жидкой фазы и попадания ее на окружающий ландшафт практически невозможно. При бурении скважин задача очистки шламов от экологически опасных буровых отходов является наиболее актуальной. [12]

Наибольшее загрязнение нефтепродуктов на окружающую среду, на территории Российской Федерации, было в 90-ых годах 20 века. Из-за неконтролирования технологического процесса на всех стадиях освоения и добычи нефти, допускались и, более того, считались нормальными массовые загрязнения окружающей среды. Сброс необезвреженного шлама в воду на установках в открытых морях, захоронение неочищенной отработки в земляных амбарах-все это привело к длительной дестабилизации экологической обстановки во многих районах добычи нефти.

Так же стоит отметить, что это совершалось из-за технологий утилизации и обеззараживания отходов.

На настоящий момент все, без исключения, нефтяные компании осознали насколько их деятельность может быть вредна для окружающей среды при несоблюдении должного контроля над технологическим процессом освоения и добычи углеводородов.

За последнее десятилетие было разработано и успешно введено в производство множество решений по минимизированию экологического воздействия отходов бурения на окружающую среду.

Например, в ТатНИПИНефти разработана система очистки, предусматривающая шламонакопитель, нефтеловушку и каскад котлованов отстойников. Буровые сточные воды, освободившись от выбуренного шлама и по возможности от нефти, поступают в первый котлован, подвергаются обработке коагулянтами (соли алюминия или железа) в сочетании с флокулянтами (полиакриламид). Здесь происходит хлопьеобразование, и осветленная вода перетекает в последующий котлован для отстаивания и дальнейшего использования для технологических нужд: для обмыва площадок, оборудования, охлаждения штоков, приготовления растворов и для борьбы с поглощениями бурового раствора в процессе бурения.

Технология обратной закачки бурового шлама представляет процесс измельчения бурового шлама (твердой фазы), смешивание его с жидкими отходами бурения (ОБР., ОБЖ) до образования пульпы и закачка образованной пульпы в подземные горизонты для захоронения. Преимущества данной технологии - это обеспечение нулевого сброса, полная утилизация как твердых, так и жидких отходов, отсутствие риска утечки отходов при их транспортировке, полный контроль процесса оператором, экономическая эффективность.

На Дальнем Востоке американская фирма «СВАКО» также использует метод закачки в пласт, эта же фирма работает и в Западной Сибири. Этот метод позволяет со 100%-й эффективностью утилизировать все отходы бурения.

Технология обратной закачки бурового шлама успешно применяется во многих частях земного шара, где осуществляется добыча нефти, в том числе и в России на Приобском месторождении Газпромнефть-Хантос и в проектах Сахалин-1 и Сахалин-2.

Так же методика по отделению бурового раствора от бурового шлама, получила широкое развитие и используется на многих промыслах по причине возможности использования технической воды в технологическом процессе для поддержания пластового давления

При этом буровой шлам используется для отсыпки карьеров и в строительстве, что так же является немаловажным аспектом.

Рассмотрев экологические отчеты и дальнейшие программы одних из крупнейших нефтяных компаний Российской Федерации, такие как ОАО «Сургутнефтегаз» и ПАО «Газпром», можно увидеть положительную динамику в сокращении количества накопления отходов бурения и увеличении процента их утилизации.

За расчетный период 2012 года ОАО «Сургутнефтегаз» было образовано около 500 тыс. тонн отходов бурения, и было утилизировано и обезврежено порядка 449 тыс тонн отходов бурения, большая часть которых в дальнейшем была использована в собственном производстве.

За расчетный период 2012 года ПАО "Газпром" общее количество отходов-400 тыс. тонн (заметно снижение на 40 тыс. тонн по сравнению с предыдущим годом) самим предприятием используется и обезвреживается около 4%, захоронено на собственных объектах-28,9%, и передано сторонним организациям-66,7%.

Комплексной экологической программой ПАО «Газпром» на период 2011-2015 гг. в области обращения с отходами предусмотрено:

- экологически безопасное обращение с отходами;
- снижение (на 25 %) объемов отходов, направляемых на захоронение;
- повышение доли используемых и обезвреживаемых отходов. [14]

В заключении можно отметить о наметившейся позитивной политики в сфере охраны окружающей среды у нефтяных и нефтегазовых компаниях,

повлекшее за собой существенное снижение негативного воздействия в области захоронения и утилизации отходов бурения. Развитие множества технологических решений по устранению этой проблемы и их дальнейшая модернизация на производстве показывает ее значимость в области охраны окружающей среды.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Боровский Н.А. Изменение гидрохимических показателей воды при попадании буровых компонентов. - Газовая промышленность, № 6, 1990.
- [2] Быков И.Ю. Техника экологической защиты Крайнего Севера при строительстве скважин. - Л.: Издательство Ленинградского университета, 1991.
- [3] Кашин В.И. «Актуальные проблемы освоения минерально- сырьевого комплекса Российской Федерации» / Топливо- энергетический комплекс России: федер. справ. - М., 2013.
- [4] Король В.В., Позднышев Г.Н., Манырин В.Н. Утилизация отходов бурения скважин. Экология и промышленность России, №1, 2005.
- [5] Обоснование инвестиций в строительство полигона утилизации и переработки отходов бурения и нефтедобычи АО "ЛУКОЙЛ-Когалымнефтегаз". Т.1.Общая пояснительная записка. Сургут, 1996.
- [6] Отчет о НИР «Комплекс-2012», ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, 2012.
- [7] Отчет о НИР № 08-2013, ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, 2013.
- [6] Пат. РФ №899840 от 23.01.82. Ягафаров Р.Г., Абдуллин В.Р., Мавлютов М.Р. и др. Устройство для регенерации компонентов бурового раствора, Б.И. №3. 1982.
- [9] Патент РФ №2093478 от 20.10.97. Ягафарова Г.Г., Мавлютов М.Р., Барахнина В.Б.и др. Способ очистки почвы и воды от нефти, нефтепродуктов и полимерных добавок в буровой раствор, Б.И. №29.
- [10] Пат. № 244901. Способ рекультивации нарушенных земель / Ишков А.Г., Пыстина Н.Б., Листов Е.Л. и др., 2012.
- [11] Пат. № 2399439. Способ утилизации отходов строительства горных выработок и скважин /Аксютин О.Е., Гафаров Н.А., Меньшиков С.Н., Облеков Г.И., Уткина Н.Н., 2010.
- [12] Танатаров М.А. и др. Опыт утилизации нефтешламов ЛПДС "Черкассы"// Промышленные и бытовые отходы. Проблемы и решения: Мат. конф. Ч.1. Уфа,1996.
- [13] Шеметов В.Ю. Ликвидация шламовых амбаров при строительстве скважин. - М.: ВНИИОЭНГ, 1989.
- [14] Экологический отчет ОАО «Газпром». - 2011.
- [15] Ягафарова Г.Г., Мавлютов М.Р., Барахнина В.Б. Биотехнологический способ утилизации нефтешламов и буровых отходов. Горный вестник, №4, 1998.

*The International Science Environmental Conference "ECOBALTICA"*  
**ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF A COLLECTIVE  
SOLAR WATER HEATER SYSTEM IN WEST BANK**

**Aysar Yasin**

*An-Najah National University - Energy Engineering and Environmental  
Engineering Nablus, Palestine - [Aysar.yasin@najah.edu](mailto:Aysar.yasin@najah.edu)*

**ABSTRACT**

West Bank and Gaza strip suffer from huge shortage of conventional energy sources and at the same time own high potential of solar energy radiations. The solar radiation can mainly be utilized for electricity generation using PV technology and for water heating using solar water heaters technology. Solar water heaters (SWH) are one of the most important applications utilized in West Bank and Gaza strip. This paper assesses the environmental impact of implementation of collective SWH systems in health sector through a case study of a hospital located in Nablus/West Bank. A collective SWH system supplemented with auxiliary heater for a hospital is designed in this study. The hospital demand for hot water is about 5500 liters /day. Indirect closed loop forced SWH with water storage tanks are used. Auxiliary water heating is to be provided via diesel fueled boiler.

RETScreen® software solar water heating project model is utilized in this paper to perform simulations. The total collectors' area is 77.52 m<sup>2</sup> of evacuated type. The capacity of proposed system is about 47.6kW. The annual heating energy delivered by the SWH collector system is 62.2 MWh which corresponds to 61% solar fraction. The corresponding CO<sub>2</sub> saving is about 72.5 tons on the basis that coal is the base case electricity system fuel type. The CO<sub>2</sub> saving is about 27.9 tons if a diesel boiler provides the system with the required energy. The simple payback period of the project is 2.8 years and the equity payback is 2.2 years.

**KEYWORDS**

Solar water heating system; evacuated tubes collectors; RETScreen; solar fraction; Palestinian territories, GHG emission, financial indices.

**INTRODUCTION**

The excessive usage of energy depending on conventional energy sources increases the concentration of carbon dioxide in our atmosphere and other hazardous emissions like NO<sub>x</sub>s and SO<sub>x</sub>s. The expected depletion of fossil fuels is another catastrophic problem. The systematic exploitation of renewable energy sources is one of the solutions adopted by energy decision makers all over the world.

West Bank and Gaza suffer from shortage and high prices of energy sources because of the political situation and specifically the occupation. The Palestinian authority purchases all its needs of petroleum products from Israeli market and about 92% of electrical energy from the Israeli Electric Corporation (IEC) which is considered one of the main problems to Palestinian economy.

Solar energy radiations are abundant in West Bank and Gaza (5.46 kWh/ m<sup>2</sup>.day) which makes the exploitation of solar energy feasible.

Solar energy technologies use the sun's energy and light to provide heat, light, hot water, electricity, cooling for all sectors. Among those technologies is the SWH technology which is defined as technology used to transform sunlight energy into heat energy used to heat water by means of solar thermal collector.

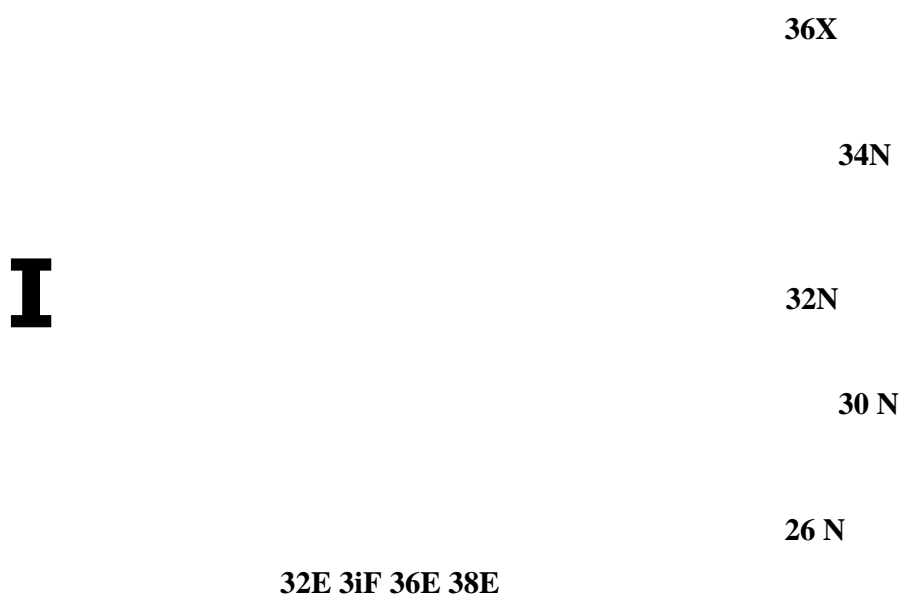
SWH are extensively used in the residential sector in West Bank and Gaza, in which 68.2% of households use solar family systems, whereas, it is limited in the service and industry sectors [1]. The existing installed capacity in all sectors is totaled to 1,533,000 m<sup>2</sup> of which 7100 m<sup>2</sup> in the service sector, this can produce 650 GWh annually with corresponding CO<sub>2</sub> savings of 395,000 tons per year [1, 2].

The energy consumption in service and building sectors in West Bank and Gaza and in all other developing countries represents a major part of energy bill, approximately equal to 75% [3]. The electric water heating consumes the most electric power and emits the most pollutants during its life cycle [4].

This paper investigates the environmental benefits of a collective SWH based on evacuated tube collectors for hospital in West Bank. The technical and financial analyses are investigated as well. RETScreen® software SWH project model [5] is used to assess the energy based on solar radiation on horizontal and tilted surface, energy delivered from SWH system, GHG emissions, and energy saving. The financial indices are estimated in this study to evaluate the economic benefits like payback period, equity payback period and pre-tax IRR.

**CONTEXT AND METROLOGICAL DATA**

West Bank & Gaza Strip as shown in Figure 1 lies on the western edge of the Asian continent and the eastern extremity of the Mediterranean Sea, between 34°20'-35°30' E and 31°10'- 32°30 N.



*Figure 1. Location the Palestinian Territories in the region, [7]*

It includes of two land areas; the West Bank 5800 km<sup>2</sup>, and the Gaza Strip 365 km<sup>2</sup>. The metrological data used in this study are mainly based on the Atlas of solar resources of Palestinian territories [6], the local metrological stations followed to An Najah Energy Research Center, and the database recorded by National Aeronautics and Space Administration NASA.

The monthly variations of daily solar radiation on horizontal surface of the selected sites are presented in Figure 2. The data are imported from Atlas of solar resources of Palestinian territories [6].

Figure 2 indicates that differences between sites are small as the variability in yearly averages of global horizontal irradiation (GHI) is only 1.5% while monthly averages have differences ranging from 1.1% in May to 5.2% in February [6].

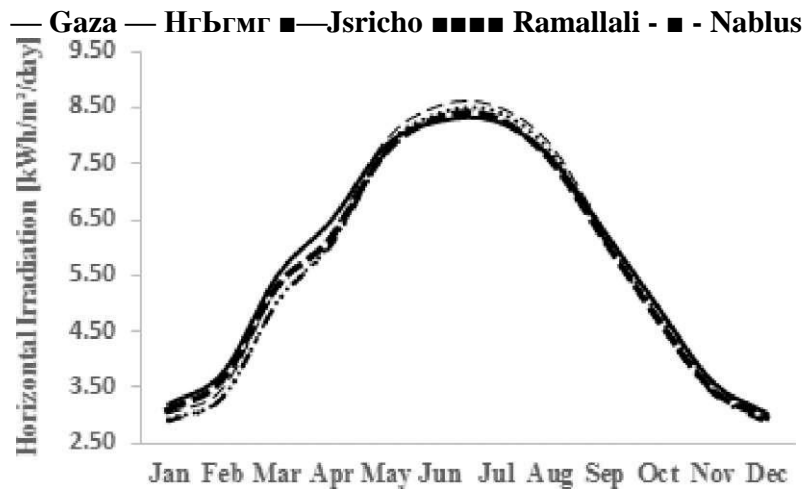


Figure 2. Monthly variation of daily solar radiation on horizontal surface

The hospital taken as a case study is located in Nablus city/west bank. The authentic climatic data like latitude, longitude, location elevation, heating and cooling design temperature are imported from its database recorded by National Aeronautics and Space Administration (NASA) [7]. A detailed values of air temperature and daily solar radiations on monthly and annual basis are shown in Table 1.

Table 1. Climate data of location with latitude 31.9° and longitude 35.2° [7]

	Air temperature	Daily solar radiation - horizontal
Month	°C	kWh/m <sup>2</sup> /d
January	7.7	3.37
February	8.2	4.20
March	10.4	5.30
April	15.1	6.81
May	19.1	7.83
June	21.4	8.57
July	23.1	8.40
August	23.1	7.85
September	21.8	6.73
October	19.1	5.28
November	14.1	3.74
December	9.7	3.05
	<b>16.1</b>	<b>5.94</b>

The proposed collective SWH system provides the domestic hot water for the hospital is shown in Figure 3. The main components used to build the collective solar water heater system are illustrated in Table 2.

Table 2. Collective SWH components

item	Component
1	Evacuated panel 2 m <sup>2</sup> , 18 pipes
2	Flat plate stainless steel hot water heat exchanger 40 kW
3	Pumps
4	Hot Water Storage Tank ( 2000 liter)
5	Cold water makeup plastic tank 1000 liter
6	Expansion Tank (200 Liter)
7	Piping system and its accessories for closed loop SWH and piping system between storage tanks
8	Control system with differential thermostat
9	Valves, safety valves, Thermometers , Pressure indicators, impulse hot water, pipes, etc (on the roof, not to apartments)
10	Fixtures
11	Auxiliary Heating System (diesel fueled Boiler)

The system is designed with the aid of RETScreen™ software [8]. The system is classified as a forced-indirect closed solar water heater system with supplementary heater. The daily hot water consumption is about 5500 Litres. The load is calculated based on the number of beds in the hospital which is 60 beds and the occupancy rate which is about 45%. The required water temperature of the water is 60 °C and the Operating days per week is seven.



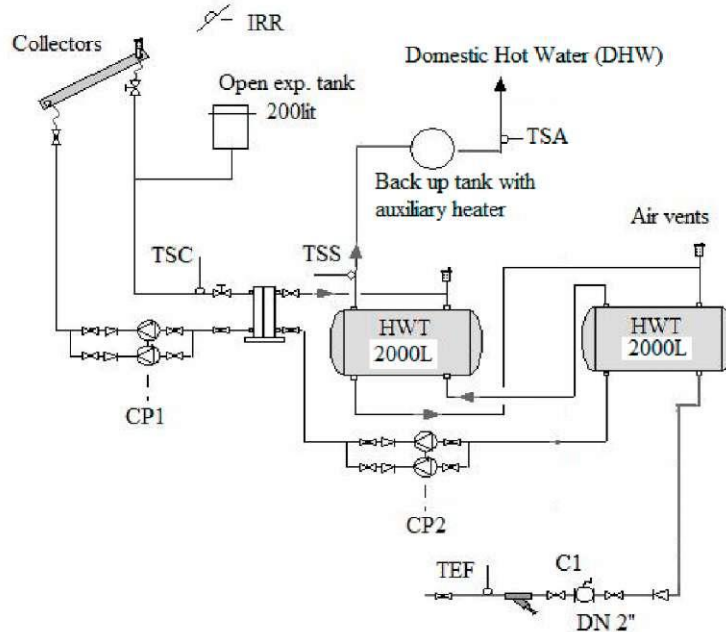


Figure 3. Collective SWH system layout with the required measuring sensors (forced - indirect closed system)

The solar tracking mode of the system is fixed in which the collective SWH system is south-facing  $45^\circ$  azimuth angle and inclination angle of the collectors is  $42^\circ$ . The total collectors' area is  $77.52 \text{ m}^2$  of evacuated type and the cross sectional area of each collector is  $2.28 \text{ m}^2$ . The capacity of proposed system is  $46.7 \text{ kW}$  taking into account of 5% miscellaneous losses. The annual heating energy delivered by the SWH collector system is  $62.2 \text{ MWh}$  which corresponds to 60% solar fraction.

The storages capacity of the system is 4000 Litres and two well-insulated storage tanks are used. An external flat plate heat exchanger is used with 85% efficiency. The system includes at least two pumps each of  $1 \text{ kW}$  capacity. The annual energy consumed by the pumps is  $2 \text{ MWh}$ .

A diesel fuelled boiler is used to compensate the low radiation in winter or in case of a reduction in water temperature. The proposed boiler capacity is  $40 \text{ kW}$  with seasonal efficiency 85%. The existing diesel fuelled boiler is used in the study. The proposed system is to be installed in the centre of the load as the building is horizontally extended. 10% of miscellaneous losses were proposed in order to compensate the transmission losses.

#### Environmental Assessment

The utilization of solar energy has positive environmental impacts besides the savings in money. This study evaluates the environmental impacts from the operation of collective SWH system in one of the Palestinian hospitals (Etihad hospital/Nablus) without considering the manufacturing impacts. This study evaluates the gas

emissions produced in case the utilized solar energy is delivered from electric and diesel boilers.

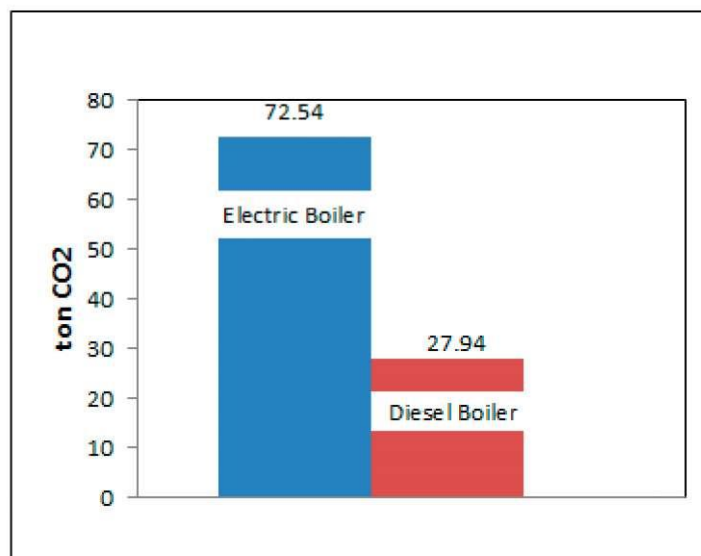
To investigate the environmental benefits of utilizing solar energy instead of conventional sources of energy, air pollution saved derived from the reduction in consumption of electricity and/or diesel, conventionally used for water heating in Palestine, are to be evaluated. It is easy to translate the amounts of energy saved into the corresponding amounts of air pollution saved by using special equations designed to each specific type of pollutants.

Table 3 illustrates the annual energy utilized from solar water heater and the corresponding energy required from diesel/electric boiler.

**Table 3: Annual energy utilized from SWH**

<b>Energy utilized / needed</b>	<b>MWh/year</b>
Energy utilized From SWH	62.2
Energy needed from Diesel boiler with 80% efficiency	77.75
Energy needed from electric boiler with 90% efficiency	69.12

This amount of energy in case it is taken from diesel or electric boiler could save significant quantities of gas emissions mainly carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) which is considered the main player of greenhouse gases. The CO<sub>2</sub> saved emissions by utilizing collective SWH is shown in Figure 4.



*Figure 4. CO<sub>2</sub> saved emissions by utilizing collective SWH*

Figure 5 shows the amounts of saved emissions of other pollutants types. Collective SWH systems have a good potential to reduce gas emissions which are considered an important factor to evaluate the performance of any energy system. The results show that by using solar energy, considerable amounts of greenhouse polluting gasses are saved. The investigated system gives positive and very promising performance and financial characteristics. Therefore, utilizing the collective solar heating is efficient, cost effective and friendlier to the environment. The reduction of greenhouse gasses pollution is the main advantage of utilizing solar energy. Therefore, solar energy systems should be employed whenever possible in order to achieve a sustainable future.

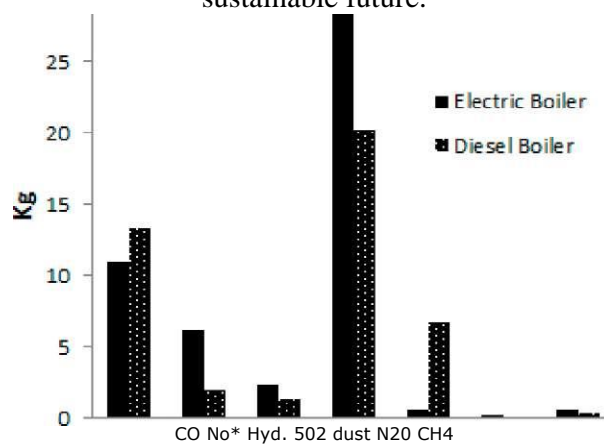


Figure 5. Different saved gas emissions by utilizing collective SWH

## FINANCIAL ANALYSIS

The inflation rate is projected to be 15% over the 20-year life of the project. The current electricity tariff is 0.17\$/kWh. The cost of the SWH system can be depreciated in the first year in accordance with the tax laws favouring the use of renewable energy equipment. The financial viability of the proposed project is illustrated Table 4.

Table 4: Financial viability of the proposed collective SWH system

Pre-tax IRR - assets	%	56.6%
Simple payback	y <sup>r</sup>	2.8
Equity payback	y <sup>r</sup>	2.2

The pre-tax IRR is less than the inflation rate which is an indication of the feasibility of this project. The simple payback period is about three years which is considered another indication of the project's feasibility. After 2.2 years the project starts to recover the costs. Figure 6 shows the cumulative cash flows of the proposed project.

## CONCLUSION

Utilizing SWH technology in Palestine for water heating is feasible, efficient, and cost effective.

The utilized annual heat energy from the proposed collective SWH system of the hospital is 62.2 MWh and the corresponding CO<sub>2</sub> saving is about 72.5 tons on the basis that coal is the base case electricity system fuel type while The CO<sub>2</sub> saving is about 27.9 tons if a diesel boiler provides the system with the required energy.

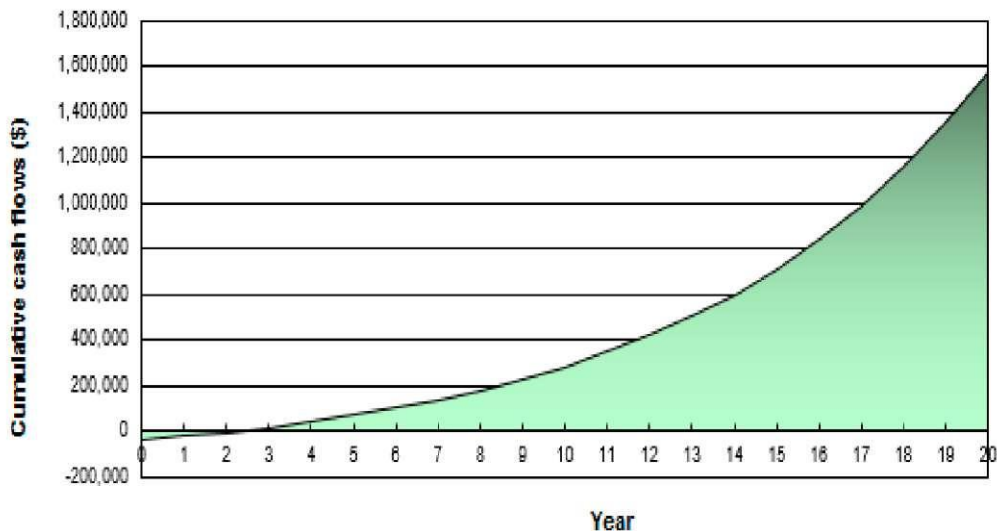


Figure 6: Cumulative cash flow

The proposed collective SWH contributes about 61% from the total thermal energy demand of the hospital. This fraction can be increased if further solar collectors are installed.

Collective SWH systems have a good potential to reduce gas emissions which are considered an important factor to evaluate the performance of any energy system. The results show that by using solar energy, considerable amounts of greenhouse polluting gasses are saved.

The investigated system gives positive and very promising performance and financial characteristics. Therefore, utilizing the collective solar heating are efficient, cost effective and friendlier to the environment.

Collective SWH systems technology usage is very limited in service sector in Palestinian due to the lack of awareness within consumers about the significant profit that could be gained in energy saving and gas emissions reduction.

## REFERENCES

- [1] PCBS, Palestinian Central Bureau of Statistics, 2010.
- [2] PEC, Palestinian Energy Center, 2007. SOLATERM project, Palestine country report.

- [3] PEA, Palestinian Energy Authority (2010), Energy sector strategy 2011 - 2013.
- [4] Taborianski V.M. and Prado R.T.A., (2004), Comparative evaluation of the contribution of residential water heating systems to the variation of greenhouse gases stock in the atmosphere, *Building and Environment* 39 (6) (2004), pp. 645-652.
- [5] RETScreen® software online manual (2005), solar water heating project model. RETScreen International Clean Energy Decision Support Centre; [www.retscreen.net](http://www.retscreen.net)
- [6] Atlas of solar resources of the Palestinian territories (2014), Report No. 126-01/2014 Palestinian Energy Authority.
- [7] A NASA satellite-derived global meteorology and surface solar energy climatology website for RETScreen parameter inputs. <https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/RETScreen/>
- [8] RETScreen® international software Product Database. RETScreen International Clean Energy Decision Support Centre; 2015. [www.retscreen.net](http://www.retscreen.net).

### **WASTEWATER REUSE IN GAZA STRIP**

#### **A local Adaptation Measure to Water Stress Contributing to the Global**

#### **Mitigation Measure**

**Jamal Al-Dadah <sup>1</sup>, Khalid Qahman <sup>2</sup>, Samir Afifi <sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Planning Department Palestinian Water Authority Gaza, Palestine,*  
[jaldadah@hotmail.com](mailto:jaldadah@hotmail.com)

<sup>2</sup> *Minister Office Environment Quality Authority Gaza, Palestine,*  
[kqahman@gmail.com](mailto:kqahman@gmail.com)

<sup>3</sup> *Earth and Environmental Science Islamic University of Gaza, Gaza,*  
*Palestine, [safifi@iugaza.edu.ps](mailto:safifi@iugaza.edu.ps)*

#### **ABSTRACT**

The Middle-East region has an arid climate with very scarce water resources, which are under heavy and increasing stress. Therefore, it is vulnerable to climate change that will eventually reduce rainfall, due to changes in ocean-atmospheric circulation patterns.

Use of wastewater is one of the most sustainable alternatives to cope with water shortage in Gaza Strip (GS). It would have a number of advantages that include closing the gap between supply and demand, alleviating the pollution of fresh water resources, providing sound solution to water scarcity and potentially cover half of the total agricultural water demand in GS. On the other hand, wastewater reuse could provide a mitigation solution to climate change through the reduction in greenhouse

gases by using less energy for wastewater management compared to that for importing water, pumping deep groundwater, seawater desalination, or exporting wastewater, and enrich the deteriorated soils in GS with more organic matter which lowers the application of chemical fertilizers and by extending the areas cultivated by olive and Palm trees irrigated by treated wastewater to absorb high quantities of CO<sub>2</sub> and free O<sub>2</sub>.

This paper investigated the effects of wastewater application on the level of organic matter and soil carbon sequestration which demonstrated by many experiments in Gaza Strip, which introduced the possibility of wastewater as a mitigation measure of climate change.

## **KEYWORDS**

Climate change; water; wastewater; soil; Gaza strip.

## **INTRODUCTION**

Interest in water resources in the Mediterranean countries has risen significantly in recent years. This is largely due to the increased populations and their concentrations within urban areas. Human and ecosystem uses. Some parts of the world have already experienced a reduction in resource availability, while others have seen an increase. The demand for water in Palestine is dominated by three major user groups: agricultural irrigation, domestic use, and industry. Even if no climate change takes place at all, the population growth rate is one of the highest worldwide (3.06% in the West Bank and 3.71% in the Gaza Strip), while that of the world averages 1.14%. A correspondingly rapid growth in agricultural and industrial output will be required to sustain this population which, in turn, will advance the water scarcity problem that is already severe in Palestine (ARIJ, 2007).

The combination of severe water shortage, contamination of water resources, densely populated area and highly intensive irrigated agriculture characterized Gaza Strip which described as one of the most exploited places in the world where the level of demand on water and land resources exceed the capacity of the environment. The water balance records revealed a water deficit of 80 million cubic meter (MCM) in 2012 (Palestinian Water Authority, 2013). Climate change is expected to aggravate the situation even more. Wastewater effluent is the most readily available and cheapest source of additional water and provides a partial solution to the water scarcity problem. The agriculture sector is the second major consumer of groundwater in the Gaza Strip, where the level of groundwater, the main water resource, is being depleted and its quality is adversely affected. Irrigated agriculture plays a noticeable role in the sustainability of crop production to feed the rapid increasing population in the Gaza Strip. The total abstraction of ground water as estimated is proximately 181 MCM/y, from which 95 MCM/y for domestic use (90 MCM/y from Gaza water wells and about 5 MCM/y from Mekorot, Israeli Water Company), (CSO-G, 2011), while the total

water supplied for agriculture use was about 86 MCM/y. This over extraction from the aquifer has resulted in drawdown of the groundwater with resulting intrusion of seawater and up-coning the underlying saline water. As a result of all current and expected problems, there is an urgent need to adopt solutions to achieve conservation of water quantity, improve water quality, and achieve sustainability. Selected solutions may be one or more of the following: i) Water use conservation, ii) Desalination of sea water, iii) Storm water collection, iv) Treated waste water (TWW) for agricultural uses. Palestinian Water Authority (PWA) reported a range of conclusions as to the required future interventions in the water sector. The first conclusion pertains to the existing situation in relation to water supply in Gaza, with strong rejection the continuation of the "status quo" as an acceptable option. This reflects the fact that the groundwater which is the only source of fresh water in Gaza at the present time is being massively over-pumped and the aquifer is showing clear signs of imminent failure or collapse, with rapidly advancing degradation of the water resources in terms of quality and quantity as shown in Figure 1. Severe contamination mainly from disposing raw or partially wastewater to the sea or adjacent water courses is also evident, and almost none of the groundwater meets internationally accepted guidelines for use as a domestic supply. The population of approximately 1.7 million Palestinians in Gaza, (PWA, 2013) is therefore exposed to very high levels of risk and high levels of water- borne disease continue to be prevalent amongst the Gaza population.

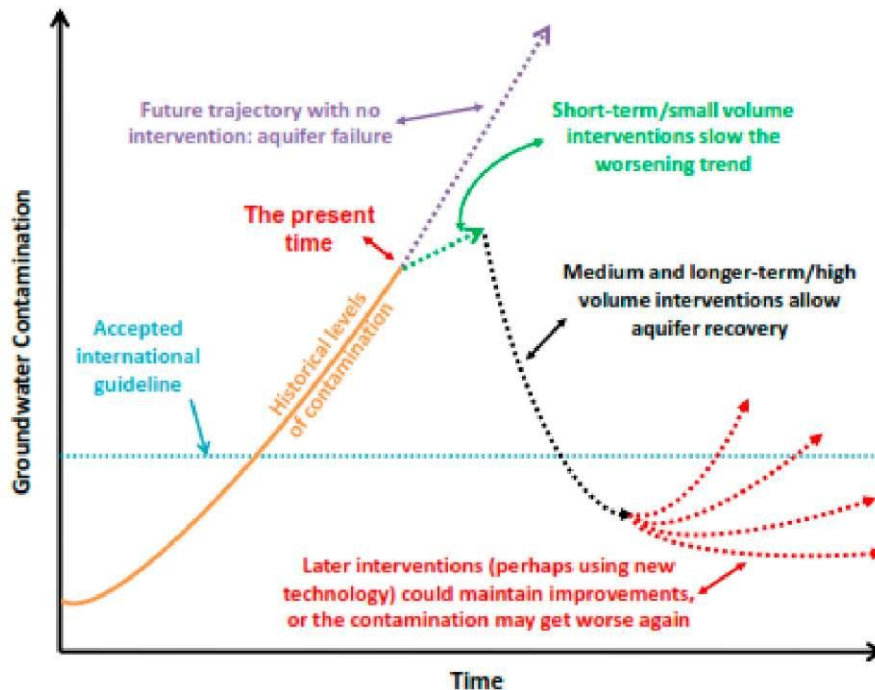


Figure 1. Scenarios of Groundwater Contamination in GS

## POTENTIAL AND PERSPECTIVE OF WASTEWATER REUSE IN GAZA STRIP

Wastewater reuse schemes are indispensable option for Palestine in general and Gaza in particular. The Integrated Aquifer Management Program (IAMP), which formulated by PWA and the coastal Aquifer management project (CAMP) aimed to reduce the agricultural pumping from 90 MCM per year to about 50-60 MCM per year. The difference between these two volumes could be supplied by reclaimed water directly from the three regional treatment plants and a small quantity may be extracted from recovery wells in the vicinity of proposed infiltration basins as illustrated in Figure 2.

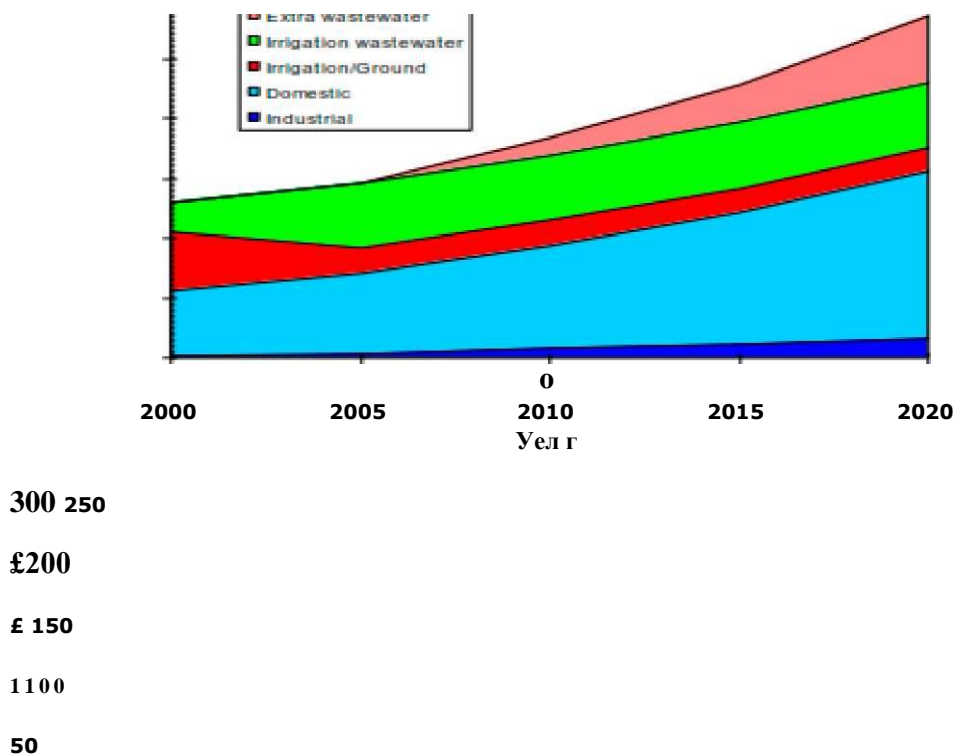


Figure 2. Planned Utilization of Wastewater in Gaza Strip.

Wastewater generation is around 80% of water use for domestic purposes. The quantities of treated wastewater are expected to reach 180 MCM per year by 2025. This quantity is adequate to minimize the shortage in water sources in the area.

17 Apr. 2017



Effluent is available throughout the year at a fairly constant flow whilst water demand for crops will vary. Demand in winter will be small as the rainfall is marginally insufficient to meet the water demands of all crops. The complexity of attempting to supply effluent in winter is great as demand would fluctuate widely according to the rainfall. The maximum area that can be irrigated by treated wastewater depends on many factors like the distribution of crop patterns, land tenure and on the peak demand of the mix of crops and the flow available at this time. It can be seen that peak monthly water demand for crops occurs in April to extend to September in some cases. Accordingly, the maximum quantity of treated effluent may be used in Gaza Strip. In case of

accounting for all the fruits areas (Citrus, Olives, Palm and other Fruit Trees) and converting the rain-fed areas to irrigated areas partially, maximally, the quantity of effluent will be used is about 35- 40 MCM/year. However, the total needs of the entire treated effluent are subject to more augmentation in case of climate change impacts and additions of leaching fractions due to the high water salinity. The areas of land that could be irrigated to satisfy peak demand with the effluent flow available during these periods are demonstrated in the table (1).

Table 1: Distribution and Potential Areas of WW reuse in GS

Crops	Total area, Dunam	Water, Quota/dunam	Total Water Demand, MCM/Area	Potential of WW Reuse
Citrus	15,000	1000	15	Yes
Olive	25,000	400	10	Yes
Fruits	28600	500	14.3	Partially
Field crops	40470	100-400	5	Partially
Vegetables	61000	700	42	Excluded
<b>Total</b>	<b>170,070</b>		<b>35- 40 MCM</b>	

The amount of collected, treated wastewater, and that will be reused in the future is a matter of great concern in Gaza Strip and to be expected to increase substantially with population growth, rapid urbanization, and improvement of sanitation service coverage. But, on the other hand, wastewater utilization should be managed within certain restrictions imposed for environmental protection and to safeguard public health. Availability and utilization of treated wastewater constitutes one of the most factors considered regarding the expansion in irrigated agriculture and the associated agricultural water demand. However, it is expected after the completion of the four major wastewater treatment plants throughout Gaza as shown in Figure 3, reuse can be introduced in a significant scale in the existence of high-quality wastewater treatment.

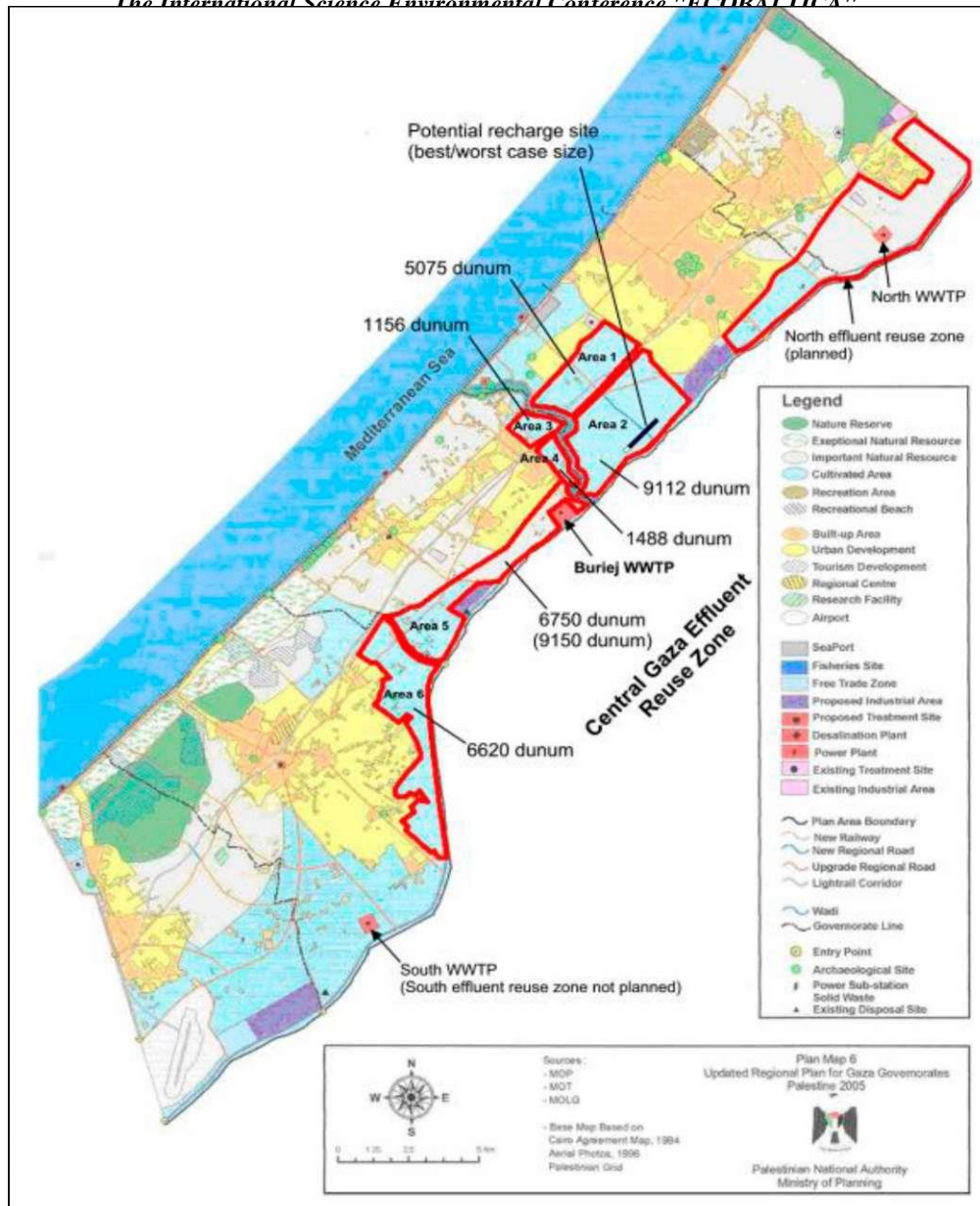


Figure 3. Planned Wastewater Treatment Plants and reuse schemes in Gaza Strip.

## INTERACTION BETWEEN WASTEWATER REUSE AND CLIMATE CHANGE

Climate change is the rise in temperature, is a natural phenomenon that takes place in nature as a result of the release of greenhouse gases (water vapor, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), and other nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) gases). Due to the fact that human industrial activities have increased in recent centuries, CO<sub>2</sub> gas emissions and other greenhouse gases have risen dramatically. According to the estimates of the

International Panel on Climate Change, the (IPCC) for the Middle East region and North Africa will be the region most severely affected by climate change in the coming decades (IPCC, 2007).

Soil carbon sequestration will be an important mitigation strategy to reduce atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations. The process of transferring atmospheric CO<sub>2</sub> into soil and biotic pools can enhance soil quality, increase agronomic productivity, improve quality of natural waters, and lower rates of anoxia (decrease in the level of oxygen) or hypoxia (dead water) in coastal ecosystems. Soil carbon sequestration is enhanced through agricultural management practices (such as increased application of organic manures (OM) , use of intercrops and green manures, higher shares of perennial grasslands and trees or hedges, etc.), which promotes greater soil organic matter (and thus soil organic carbon) content and improve soil structure (see, e.g., Niggli et al. 2008;). Increasing soil organic carbon in agricultural systems has also been pointed out as an important mitigation option by IPCC (2007b). Very rough estimates for the global mitigation potential of Organic matter amount to 3.5-4.8 Gt CO<sub>2</sub> from carbon sequestration (around 55-80 percent of total global greenhouse gas emissions from agriculture) and a reduction of NO<sub>2</sub> by two-thirds (Niggli et al. 2008). For sound estimates, however, more information on the mitigation potential of OM duly differentiated according to climatic zones, local climatic conditions, soil characteristics, variations in crops and cultivation practices, is still needed.

## **WASTEWATER REUSE AND DROUGHT MITIGATION**

Treated water may be substituted for conventional resources and it may be reused for purposes such as non-agricultural irrigation (parks, green areas, jungles and deserts ,etc.), The Municipality of Gaza irrigated more than (25 ha) of shadow trees and ornamentals in the main streets by tertiary-treated effluent while the expansion of such schemes in Gaza City streets is in progress. Recycling makes available freshwater resources for the essential needs of people living in dry areas. Moreover, fertigation methodologies, such as those selected for the project, reduce the energy costs of up to 50% compared with traditional systems, allowing the recovery of nutrients to enrich soil fertility.

## **METHOD AND MATERIALS**

The prediction of wastewater reuse quantities in Gaza Strip is mainly derived from the "Integrated Aquifer Management Program (IAMP), through the Coastal Aquifer management project (CAMP)" funded by USAID ( 2005) and integrated by the study of Comparative Study of Option for additional water supply in G(CSO-G, 2011) up to the year 2035. The research was carried out in Gaza strip at El- Zaitoun area in Shetawe's farm where a pilot project was inaugurated in 2004 by the Job Creation Program (JCP) in cooperation with Palestinian Hydrology Group for irrigating 100 dunams of citrus and olive trees. This pilot project funded by a French program called

"Strategy of agricultural water management in the Middle East and extended for more than 350 dunams (35ha) by Spanish fund under the supervision of the Palestinian Water Authority (PWA) and Ministry of Agriculture (MoA) in 2011. Sand filter was provided with drip irrigation system to avoid clogging of laterals. Two Field experiments were conducted in two locations of the pilot project in Gaza city to evaluate the short term effect of irrigation with treated wastewater on the level of soil Organic Matter (OM) and accumulation of heavy metals in the upper soil layer and plants. The methodology adapted for the research was briefly as following:

- An area of 2 dunams (0.2 hectare) was cultivated with zee maize on 23 of April 2013 and was harvested on 25 of July 2013. Potable water was used to irrigate quarter of land, while the rest of the land, treated waste water of Gaza treatment plant was used for irrigation.
- Several soil and wastewater samples were taken before and after planting zee mays. These samples were analyzed in Bir-Zeit laboratory. The results were compared with Palestinian standards for ensuring it's compatible to be used in irrigation.
- Plant samples that irrigated with TWW and PW were analyzed to compare the content of essential nutrients in both types of samples.

## RESULTS AND DISCUSSION

The results of wastewater reuse demonstrated that the soil OM contents accumulated more in the topsoil in all treatments. This increase was the highest in the top soil (0-20 cm) and for the longer period of wastewater application recorded 3.5%. Several researchers reported accumulation of N, P, and K in the soil with wastewater application which was attributed to the original contents of these nutrients in the wastewater applied OM% tends to decrease after irrigation by well water, while the opposite trend was obtained with irrigation by treated wastewater as shown in Figure 4. This is due to high nutrients result in rich biomass production, showing a benefit to the soil. Because of the soil's organic substance, physical and chemical properties improved. These enabled granular structures to form, and crop growth accelerated and enjoyed nutrient absorption (Wang & Wang, 2005). OM as a mitigation strategy addresses both emissions avoidance and carbon sequestration. It is achieved through:

- Lower N<sub>2</sub>O emissions (due to lower nitrogen input), it is usually assumed that 1-2 percent of the nitrogen applied to farming systems is emitted as N<sub>2</sub>O, irrespective of the form of the nitrogen input. The default value currently used by the IPCC is 1.25 percent, but newer research finds considerably lower values, such as for semi-arid areas [e.g., Barton et al. 2008];
- Less CO<sub>2</sub> emissions through erosion (due to better soil structure and more plant cover).
- Lower CO<sub>2</sub> emissions from farming system inputs (pesticides and fertilizers produced using fossil fuel).

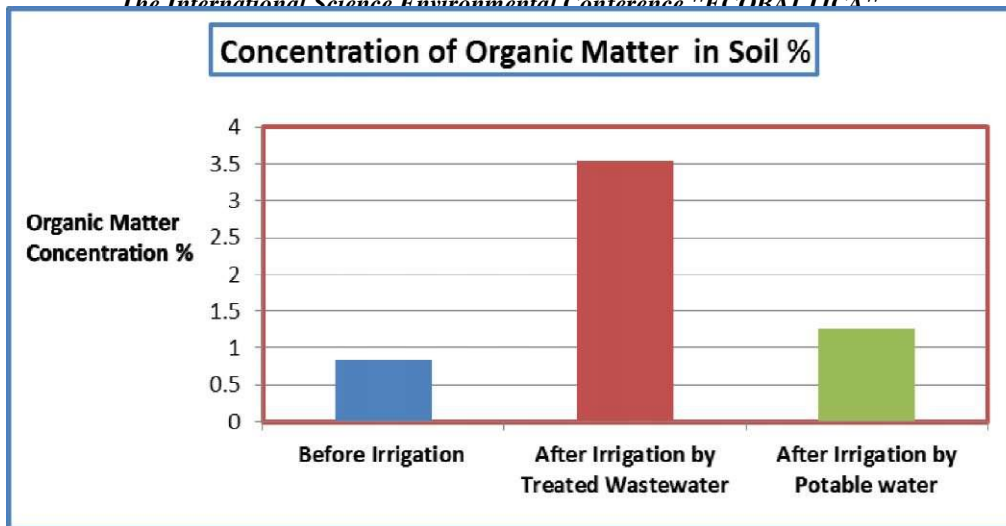


Figure 4. Concentration of Organic Matter in Soil under different irrigation waters.

#### CONTRIBUTION OF PAM PLANTATIONS TO CLIMATE CHANGE MITIGATION MEASURES

In Gaza Strip, the last decade witnessed a remarkable jump in the number of olive and Palm trees cultivated in all over GS due to the high salinity of irrigation water (More than 165,000 Palm trees in planted in GS, MoA, 2014). Olive, Palm and Almonds as well as fodder crops are highly recommended to be irrigated by treated wastewater. For Palm, it plays a major role in the ecological balance due to the large growth in the cryptographic even in harsh climatic conditions in the soil with relatively high salinity. Besides this, the Palm is one of the largest trees in size so they capture the large amount of carbon dioxide from the atmosphere of the most important features of a palm tree, and that makes its constituents resolve problems of global warming and climate change property. The amount of carbon dioxide from the air under- depend on the size and green parts of the plant area. Whereas Palm characterized by high volume and density of fronds (the length of Palm between 3 to 5 meters and all ringworm contain about 150 leaves and leave length of about 30 cm and display about two centimeters) and height (slug about 15 to 25 meters), so the volume of gas seized will be great. It can be said that the composition of one ton of carbon needs about 3.66 tons of carbon dioxide gas. So the Palm when completely grown captures a large amount of carbon dioxide from air and a section of the carbon that is extracted and stored in the trunk roots. Assuming the Palm tree has length of 15 meters and diameter of 0.5 meters, wood density is about (200-900 kg/m<sup>3</sup>), the wood block is about 1472 kg:

- The water forms:  $1472 \times 25\% = 368$  kg
- The rest is  $1472 - 368 = 1104$  kg
- And it is carbon:  $1104 \times 50\% = 552$  kg.
- And so will be the Palm during its period of growth has absorbed about:  $366\% \times 552 = 2020.3$  kg of carbon dioxide gas. (Sharif, et al, 2010).

In general, Palm has a great ability to capture the carbon dioxide from the air and this is a common global goal of international organizations in their different beliefs. In addition Palm needs to the lowest possible amount of water compared with the rest of the trees, moreover, the PWA with close cooperation with the Palestinian Ministry of Agriculture (MoA) in the process to irrigate hundreds of Palm hectares in the southern areas of GS with treated effluent.

## **CONCLUSIONS**

The obvious conclusion and the initial results of the current pilot projects carried out in GS emphasized that a high degree of effluent reuse must be achieved in Gaza in order to reduce the current levels of groundwater withdrawal by the agricultural sector and mitigate the negative environmentally sound impacts. All future collection and treatment strategies should integrate reuse possibilities wherever practical. Reuse of wastewater effluent offers the release of complementary resources, sustaining the existing and expanding irrigated areas, in addition to the treated wastewater provides a renewable and valuable source for agriculture and limited water supplies for domestic and industrial purposes. Reuse of sewage water when properly managed, has the benefit of reducing environmental degradation as well as mitigation measure of climate change and drought management.

## **ACKNOWLEDGMENT**

The authors would like to express their gratitude for PWA, particularly Eng. Rebhi Al- Sheikh, Deputy Chairman-PWA, for his ever supporting and high appreciation and thanks for International Center of Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA)-Amman, Jordan for their supervision, finance and sponsorship for the WW reuse projects in GS. Also the authors would like to acknowledge the support by CLIMB-EU funded project.

## **REFERENCES**

- [1] Abu Nada, Z. M. , 2009 . Long Term Impact of Wastewater Irrigation on Soil and Crop Quality Parameters in Gaza Strip. Islamic University. M.Sc degree thesis.
- [2] AL-Sbaihi, H . Abu Sharekh, Y. , Akelane , S. , 2013. Short Term Effect of Wastewater Reuse on the level of Organic Matter and Accumulation of Heavy Metals on Soil and Zea mays (Corn) in Al- Zaitoun District - Gaza Strip.
- [3] ARIJ (The Applied Research Institute -Jerusalem). 2007. Status of the Environment in the Occupied Palestinian Territory 2007. Jerusalem (ARIJ),ISBN 978-9950-304-00-0.
- [4] Barton L, Kiese R, Gatter D, Butterbach-Bahl K, Buck R, Hinz C,Murphy D (2008) Nitrous oxide emissions from a croppedsoil in a semi-arid climate. *Global Change Biol* 14:177-192
- [5] Murphy. 2008. "Nitrous Oxide Emissions from a Cropped Soil in a Semi-arid

- [6] Climate," *Global Change Biology* 14: 177-92.
- [7] Climate Change and Food Security: A Framework Document. Rome: FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization).
- [8] French Regional Mission for water and agriculture (MREA), 2004. Partial Results for the season 2003, Technical Report.
- [9] IPCC., 2007. "Summary for Policy Makers." In IPCC Fourth Assessment Report, "Working Group II Report: Impacts, Adaptation, and Vulnerability." See specifically on adaptation, chapter 17; on interrelationships between adaptation and mitigation, chapter
- [10] Metcalf & Eddy. 1991. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. New York; McGraw- Hillel Inc.
- [11] Mini stry of Agriculture. 2011. Annual Data Report.
- [12] Ministry of Agriculture. 2014. Annual Data Report.
- [13] Palestinian Central Bureau of Statistics (2007): Population, housing and establishment census 2007, Palestinian National Authority.
- [14] Palestinian Water Authority (2001): Coastal Aquifer Management Program
- [15] (CAMP), Integrated Aquifer Management Plan (Task 25), Gaza.
- [16] 12. Palestinian Water Authority, 2011. Comparative Study of Option for additional water supply in G(CSO-G, 2011).
- [17] Sharif, Adel. *Osmosis Research & Applications* Faculty of Engineering and Physical Science (2010), University of Surrey Guildford Surrey GU2 XH' UK
- [18] World Bank, 2004. West Bank and Gaza Wastewater Treatment and Reuse Policy Note. Water & Environment Department, the Middle East and North Africa Region.

### **THE EVALUATION RESULTS OF CLIMATE CHANGES FOR**

### **SLCAL BENEFICIARIES PROJECT**

**Mohammed HUSSEIN <sup>1</sup>, Mohamed ELRAEE <sup>2</sup>**

*Department of Agronomy, Earth & Human Centre for Research and Study*

*(EHCRS), Gaza- Palestine*

[mahkh101@yahoo.com](mailto:mahkh101@yahoo.com)

*Department of Agronomy, Earth & Human Centre for Research and Study*

*(EHCRS), Gaza- Palestine.*

[mohammedr@ehcrs.org](mailto:mohammedr@ehcrs.org)



**ABSTRACT**

Farmers in the Gaza Strip are affected by the climate changes of temperature, humidity, wind, rain and frost which have caused economic losses of more than 80% of their agricultural production. The researchers conducted 11 workshops in five areas in the southern part of the Gaza strip (Abasan, Khuzaa, Al-Qarara, Al-Shoka and Al-Fokhary) in the period between 1-17 December, 2015. It aimed to educate farmers about climate changes and its effects on agriculture sector. A structured interviewed questionnaire was used to collect data on climate change effects on the targeted farmers in SLCAL project. The total number of farmers who participated in the interviews in all areas was 206 participants. The researchers used the questionnaire as a tool for monitoring and identifying these changes in the Gaza Strip and how the farmers are dealing with these changes. The main indicators which were used to measure the climate change effects are: A) Temperature: Through the analysing the farmer's answers in different areas, where they mentioned that the crops affected by high temperature in all areas with a relative weight of 43.7%. B) Rain: The intensity of the rainfall negative impact was the greatest on agricultural crops in all areas and reached 45.3%. C) Humidity: Considering the effect of moisture on agricultural crops, results showed that the high humidity has the greatest impact rate which reached 59.3%. D) Wind: According to the farmers' opinions, it has been shown that all areas affected by wind in terms of intensity, speed and direction, relative weight were as follows "50% - 33.7% - 16.3%" respectively.

**KEYWORDS**

Evaluation, agricultural crops, climate changes, beneficiaries.

**INTRODUCTION**

Climate change is considered one of the most important issues that have become the focus of the world attention due to the effects of these changes and their growing impact on the lives of people in all respects. The agricultural sector is considered one of the most important sectors affected by these changes because of its direct relation to the components and elements of climate change, which include temperature, humidity, wind and rain. Perhaps, concern of the impact of these changes on the agricultural sector and studying these impacts objectively is prioritized over the other sectors due to the importance of the agricultural sector in providing food security for citizens. Therefore, the study of the impact of these changes on a-the production volume of the agricultural sector, b-to study ways to reduce or adapt to those changes in order to reduce the size of the effects of those changes on farmers, c- discuss some of the core issues that are of concern and debate in the Palestinian economic circles. This is due to the effect on Palestine in general by these changes and the Gaza Strip in particular. The project of "strengthening livelihoods through community adaptation

and learning" (SLCAL) is one of the first pioneering piloting applied research projects in the Gaza Strip. This project is funded by Federal Ministry for Economic cooperation and Development (BMZ)- Germany in partnership with Care international and implemented by Applied Research - Institute Jerusalem (ARIJ) and Earth and human center for researches and studies - Gaza Strip (EHCRS). It studies the effects of climate change on the agricultural sector and conducts experiments and applied research to study the impact of these changes on the agricultural productivity of the sector, both on the field crops level or vegetables. Furthermore, this project introduces modern agricultural techniques and modern innovations as one of the experiences and important trends that can be generalized to a regional and international scale to limit the negative impacts of climate change on the agricultural sector, or at least adapt to them. Perhaps, one of the most modern technologies that have been used to reduce these changes is to follow the new patterns in irrigation such as the regular drip irrigation systems, and the use of improved varieties of field crops seeds adapted to climate change. In addition, other technologies can be used such as Hydrogel or mulch to reduce the volume of water losses and other technologies that will be displayed within this research paper. Studies of the Earth Research Centre and human experience of the first quality tests are also considered in this area in the Gaza Strip since this project meets the vision and mission of the center. This vision focuses on finding new mechanisms and techniques to reduce life problems by using scientific research. Therefore, the results of this project have relied fully on the results of a real research process that used the experimental method to obtain the results that will be displayed. This study is an important reference for dealing with climate changes at the agricultural level the term 'objectives of this work/research are to: a-highlights the most important instruments and methods that the farmer can use to face climate changes such as temperature, winds, humidity and fluctuations in rainfall. b-evaluate the effect of climate change on the changes of quality of agriculture in the past ten years c-determine the adaptation policies with climate changes and the choice of suitable types of plants amidst these changes. In general, the study is an important tool for directing agricultural policies towards the best practices required to face climate changes according to the study results. The study is an important tool for researchers and specialists in both the agricultural and environmental sectors. This study conforms with the report of adaptation strategy with climate changes in the Palestinian territories (United Nations Development Programme/ Programme of Assistance to the Palestinian, 2009). The main dangers resulting from climate changes in achieving food and water security in the Gaza Strip have been determined. They are: changes in the areas of agricultural crops due to lack of optimal agricultural conditions, a decrease in the production of crops and livestock, increasing danger of water scarcity and drought and increasing irrigation requirements.

## **MATERIALS AND METHODS**

First: Methodology of Data Collection:

17 Apr. 2017

Authors relied on the structured interview questionnaire tool in order to assess climate impacts on the target group of the SLCAL project. "The methods to deal with these changes conducting workshops in the intervention areas in various provinces in the southern Gaza Strip (Abassan, Khaza'a, Qarara, Shoka, Fukhary)." The workshops explained to farmers the concept and the different forms of climate change and explained and clarified the questionnaire used for purposes of monitoring these changes in the Gaza Strip. It also aimed to identify how the farmers dealt with it during the past period. The researchers depended on the methodology of structured interviews in this questionnaire and the total number of targeted farmers in all implementation regions was 206. They participated in various workshops where their attitudes about the impact of climate change on them and how to confront these changes in its various

forms were monitored. The sample of farmers was chosen according to the various different geographical areas in the southern Gaza Strip.

Second: Systematic Data Analysis:

The researcher has adopted the comparative descriptive approach in the analysis of the data that was extracted. The results of the various questionnaires and workshops were analysed and summarized. The methodology conducted was the descriptive analysis approach and the results were presented using various tools, including charts and graphs, and others.

## RESULTS AND DISCUSSION

First: The Impact of Climate Change on the Agricultural Sector:

The Effect of Temperature on the Agricultural Sector: According to the farmers' orientation and opinions about the effects of temperature in different areas, the table below describes the effect of the degree of temperature on agricultural crops.

Table 1: Effect of temperature degree on agricultural crops

N	Climate effects	Degree	Mean	Molecular Weight	Standard deviation
1	*Temperature	Rise	1.69	43.7%	0.79
		Low	2.51	16.3%	0.56
		Frost	1.74	42%	0.79

Source: Analysis of farmers' point of view.

\*We have relied on 1-3 scale where 1 is the class of high importance, while Class 3 low importance

### Effect of Rain Cases:

Table 2: Raining effects on agricultural crops.

N	Climate effects	Ways	Mean	Molecular Weight	Standard deviation
2	Raining	<u>Quantity</u>	1.96	34.7%	0.7
		Descriptio n	2.37	21%	0.69
		Degree	1.64		0.87

Source: Analysis of farmers' point of view.

According to the farmers' orientations and 45.3% opinions about the effects of rain in different areas, the table below describes the raining effects on agricultural crops.

**The Effect of Moisture on the Cases of the Agricultural Sector:**

Table 3: Humidity effects on agricultural crops.

N	Climate effect	Humidity	Mean	Molecular Weight	Standard deviation
3	Humidity	High	1.22	59.3%	0.43
		Low	1.78	40.7%	0.44

Source: Analysis of farmers' point of view.

According to the farmers' orientations and opinions about the effects of humidity in different areas, the table below describes the humidity effects on agricultural crops.

**The Effect of Wind on the Agricultural Sector:**

Table 4: wind effects on agricultural crops.

N	Climate effect	Type of effects	Mean	Molecular Weight	Standard deviation
4	Wind	Speed	1.99	33.7%	0.68
		Direction	2.41	16.3%	0.69
		Strong	1.5	50%	0.78

Source: Analyses of Farmers point of view.

According to the farmers' orientations and opinions about the effects of wind in different areas, the table below describes the wind effects on agricultural crops.

**Secondly: The Farmers' ways of dealing with climate change: A.**

**Temperature:**

Table 5: The ways that the farmers deal with climate changes, especially temperature

N	Temperature	Ways	Farmers %	
1	High temperature	Sprinkler Irrigation		53.4%
		Ventilation		17%
		Others	Erection the Greenhouses	29.6%
			Planting high trees around crops	
			Put visor sun above crops	
2	Low temperature	Heating		39.3%
		Decrease irrigation		17.5%
		Others	Put Nylon to protect the trees	43.2%
			Fertilizing	
		3	Forts	Heating
Irrigation by wells				13.6%
Others like Fertilizing				28.1%

Source: Analyses of Farmers point of view. 17 Apr. 2017

**B. Rain:**

Table 6: *The International Science Environmental Conference "ECOBALTICA"* the ways that the farmers use to deal with climate changes, especially in raining

#	Raining	Ways	Farmers %	
1	Quantity	Collecting pools from raining	18%	
		Water channels	82%	
2	Description	Water channels	80%	
		Collecting pools from raining	15%	
		Others	Irrigation	5%
			Open branch channels	
No action				
3	Degree	Sand barriers	65%	
		Drainage channels	20%	
		Others	Channels	15%
			Small valleys	
			Soil tillage	
No action				

Source: Analyses of Farmers point of view.

The table describes the ways that the farmers use to deal with climate changes, especially in raining and also the percentage of farmers that used each way.

### C. Humidity:

Table 7: The farmers used to deal with climate changes especially, with humidity

Humidity	Ways	Farmers %
High humidity	Ventilation the greenhouses	70%
	Decrease Irrigation and use pesticides	15%
	Others Use fire for heating	15%
Low humidity	Increase irrigation	65%
	Ventilation and heating the crops Others Use pesticides No action	14% 21%

Source: Analyses of Farmers point of view.

The table describes the ways that the farmers used to deal with climate changes especially, with humidity and also the percentage of farmers that used each way.

**Wind Changes:**

**Table 8: The ways how the farmers deal strongly wind**

#	Winds	Ways	Farmers %	
1	Speed	Put barrier	43%	
		Planting high trees	47%	
		Others	10%	
2	Direction	Change the direction of farm	30%	
		Planting high trees	51%	
		Others like planting crops with strong stalks	19%	
3	Degree	Planting high trees	80%	
		Put nylon around crops	12%	
		Others	Put fence around farm	8%
			Spray hormones to Install the flowers	

Source: Analyses of Farmers point of view

The table refers to the ways and mechanisms used by farmers to deal with climate change, particularly with regard to strongly wind.

**TEMPORAL EVOLUTION FOR DEALING WITH CLIMATE CHANGES**

**1- Field Crops**

According to the farmer's opinions about how to deal with climate changes, the percentage of farmers which planted wheat before ten years was 58% and the percentage of farmers which planted lentils was 6% and 36% of farmers planted barley and one farmer planted chickpeas.

By temporal evolution, farmer's opinions were changed to be 63% of farmers are planting wheat and 3% only are planting lentils and 34% are planting barley.

About irrigation and before ten years, 86% of farmers were depending on raining to irrigate the crops but 14% were depending on drip irrigation. By temporal evolution, farmer's opinions were changed to be 78% of farmers depend on rain fed crops to irrigate the crops and 22% depends on drip irrigation.

The total area that planted before ten years was 1238 acres but the planted area was decreased today to be 841 acres.

**2- Vegetables**

According to the farmer's opinions about how to deal with climate changes, the percentage of farmers which planted tomatoes before ten years was 39.1% and the percentage of farmers which planted Peas was 31.6% and 15% planted Zucchini and only 5% painted varieties of vegetables like Lettuce, potatoes, eggplant, cucumbers, spinach and cabbage.

By temporal evolution, farmer's opinions were changed to be 25.9% of farmers are planting tomatoes but the percentage of peas rise to be 37% and 16.7% for zucchini.

About irrigation and before ten years, 18.1% of farmers were depending on raining to irrigate the crops but 81.9% were depending on drip irrigation. By temporal evolution, farmer's opinions were changed to be 4% of farmers depend on raining to irrigate the crops and 96% depends on drip irrigation.

The total area that planted before ten years was 853 acres but the planted area was decreased today to be 582 acres.

### **3- Trees**

According to the farmer's opinions about how to deal with climate changes, the percentage of farmers which planted citrus fruits before ten years was 38.8% and the percentage of farmers which planted Olive was 55.2% and 6% planted Almonds, apples, peaches and grapes.

By temporal evolution, farmer's opinions were changed to be 23.2% of farmers are planting citrus fruits and 65.1% only are planting Olive and 11.7% are planting Almonds, apples, peaches and grapes.

About irrigation and before ten years, 45.9% of farmers were depending on raining to irrigate the crops but 54.1% were depending on drip irrigation. By temporal evolution, farmer's opinions were changed to be 17.8% of farmers depend on raining to irrigate the crops and 82.2% depends on drip irrigation.

The total area that planted before ten years was 480 acres but the planted area was decreased today to be 346 acres.

## **CONCLUSION**

The Gaza Strip has been affected by varied temperatures over the past years. The effect of high temperature has had the utmost importance for farmers where this situation led to the burning and wilting of crops, in addition to the droughts of different varieties of crops which led to damage in many seasons. Also, it has been affected by different rain rates over time. Cases of severe rain have had the greatest impact on farmers as one of the most important forms of climatic change. This situation has led "in many cases" to the erosion of the soil and the destruction of agricultural crops in the Gaza Strip. High humidity levels have had the biggest impact on farmers in the various areas where they have led to plant pathology and damage the crops. Cases of high winds are important phenomena associated with climate change in the Gaza Strip. The effect was on the largest agricultural crops in different areas where the impact led to cracking and dislocation of crops and trees and damage to the crops. One of the main methods used by farmers to cope with cases of high temperatures are irrigation water workshops (53%), while 17% used ventilation to cope with this situation method and 30% used other methods to cope with those



changes. The establishment of fences and barriers are some of the most important methods used by farmers to cope with cases of severe rain. 65% of them use this method. 20% of them set up drainage channels for water to cope with this situation, while 15% of them use other methods. Most farmers resort to ventilate greenhouses in case of high humidity rates. 70% of farmers use this method. 15% of them resort to reducing the rates of irrigation and spraying fertilizers in this case. 15% use other methods. In cases of high winds, 80% of farmers turn to the cultivation of high trees and the establishment of screens to protect agricultural crops, while 12% of them resort to nylon to develop and mesh crops to protect them. Eight percent resort to the use of other methods to deal with this situation.

## REFERENCES

- [1] Abu-Jamous, S. (2009) Potential Impact of Climate Change on Agricultural Water Demand: A Case Study of Jericho District, Palestine. MSc thesis, Birzeit University.
- [2] El-Kadi, A. (2005) Global warming: a study of the Gaza temperature variations in the period 1976-1995", Islamic University Magazine 13(2): 1-19.
- [3] Mason, M., Mimi, Z. and Mark Zeitoun, M. (2009) Climate Change Adaptation Strategy and Program of Action for the Palestinian National Authority: Climate Change Adaptation strategy for the Occupied Palestinian Territory. The program was initiated by environmental Quality Authority (EQA) and financed by UNDP/PAPP.
- [4] Palestinian Water Authority (2007) Rainfall Data in Gaza Strip, Ramallah: PWA.
- [5] Yacoubi, Ahmad (2008) Gaza Strip: Sustainable Yield of the Coastal Aquifer. Unpublished report, Ministry of Agriculture, 2008. Rainfall Seasonal Report 2007/2008, Palestine.

### **TOTAL TRIHALOMETHANES FORMATION POTENTIAL OF WASTEWATER TREATMENT EFFLUENTS FROM DIFFERENT TREATMENT PLANTS IN PALESTINE**

**Hadeel Hisham Ikhmais**

*Climate change department Environment Quality Authority (EQA) Ramallah,*

*Palestine, [hadeelikhmais@gmail.com](mailto:hadeelikhmais@gmail.com)*

## ABSTRACT

Treated wastewater reuse is one of the critical practices of sustainable water management to combat and adapt to climate change. In Palestine, different wastewater technologies produce variety of effluents that are potential for different

17 Apr. 2017

purposes reuse. In this study these different treated wastewater effluents were investigated for total trihalomethanes formation potential (TTHMFP). Results showed that the chemical reactivity of different wastewater effluents with chlorine and TTHMFP is dependent on wastewater treatment technology but also is affected by original water source that wastewater comes from. In all cases THMs measured were more than acceptable limits in wastewater, which indicates public and environmental health concerns. Chloroform was the dominant species in all types of effluents' although brominated species appeared to be dependent on water sources that have higher bromide contents.

## KEYWORDS

**Wastewater, chlorination, trihalomethane formation potential.**

## INTRODUCTION

Palestine is negatively impacted by climate change. Among the endangered sectors, water is the most vulnerable sector that degrades all life aspects mainly food security and agriculture. Presently the application of wastewater treatment started to increase and take more concern as a conventional water resource for adaptation to climate change.

Disinfection (mostly chlorination) is usually used in water and wastewater treatment process to inactivate pathogenic microorganisms and to prevent or at least to minimize the risk of waterborne diseases [12], [17]. The disinfection of wastewater effluents is required before their utilization in different purposes such as crop irrigation, for recharging groundwater through soil infiltration, or before their disposal in soil or into large water bodies [2], [6].

Unfortunately disinfection of drinking water or treated wastewater with chlorine comes with the formation of harmful carcinogenic and mutagenic disinfection by products (DBPs). DBPs come out after the interaction of high load of organic and inorganic precursors that enriches treated wastewater effluents. THMs are the major class of DBPs and their presence is considered as an indicator for other DBPs occurrence such as haloacetic acids (HAAs) and total organic halides (TOX) [16]. There are four main THMs that are considered in different water guidelines and standards. These are chloroform ( $\text{CHCl}_3$ ), bromodichloromethane ( $\text{CHBrCl}_2$ ), chlorodibromomethane ( $\text{CHBr}_2\text{Cl}$ ) and bromoform ( $\text{CHBr}_3$ ), the sum of them is known as total THMs (TTHMs) [4]. The extent of chlorine demand and reactivity in forming THMs is a function of organic precursor presence and characteristics. [1] "The determination of TTHMs formed under controlled set of conditions in the presence of excess chlorine is called trihalomethane formation potential" (THMFP). THMFP of treated wastewater effluents were not investigated in Palestine before.

The aim of this study is to investigate the formation potential of THMs from different wastewater effluents resulted from different treatment methods and

technologies in Palestine. Treatment plants and treated wastewater samples will be characterized before the assessment of THMFP.

## MATERIALS AND METHODS

### MATERIALS

The sodium hypochlorite solution (5%) and N, N-diethyl-p- phenylenediamine (DPD) purchased from (Sigma, catalog no. 261513). Ascorbic acid (catalog no. A92902) were purchased from (Sigma Aldrich, USA) and De-ionized water.

### METHODS

The Chromatographic separation of THMs was achieved using Gas chromatography mass spectroscopy (GC/MS). Wastewater samples were transferred quantitatively into a 10 mL headspace vial which was immediately sealed with a stainless steel screw cap with PTFE-lined septum. Vials were statically incubated at 95 °C for 10 minutes in a COMPIPAL auto sampler (CTC Analytics AG, Switzerland). An aliquot (1 mL) of the headspace gas was subsequently withdrawn and injected into a 6890N Agilent GC combined with 5973 Agilent MS. Separation was performed on a Varian Factor Four TM capillary column (VF-5ms, 30 m, 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m). The column oven temperature was held at 35 °C for 5 min then ramped to 60 °C at 10 °C/min and finally ramped to 200 °C at 25 °C/min. Injections were done in a pulsed split mode (split ratio 10 after 0.05 min of injection) with injector temperature at 220 °C. The transfer line and the ion source temperatures were maintained at 280 and 230 °C' respectively. Selected ion mode (SIM) method was developed for four compounds (chloroform, bromodichloromethane, dibromochloromethane, bromoform) following USEPA 501 trihalomethane method. Quantification ions and method validation were performed with external standard calibration. Calibration curves in the concentration range from 2 to 100  $\mu$ g/L were prepared from standard solution (Restek, Catalog # 30211).

### SAMPLING

Wastewater samples were obtained from three different wastewater treatment plants which are: Al-Quds university wastewater treatment plant, Oasis hotel wastewater treatment plant in Jericho and Al-Auja center wastewater treatment plant, from each effluent source samples without chlorination were transferred to 130 mL brown glass bottles chlorinated with excess constant concentration and incubated for 1, 2, 4, 8, 24, 48, 72, 96, 120 hours. During and after five days incubation period, the samples were taken as function of time and quenched by ascorbic acid to prevent further THMs formation. pH was adjusted to  $7 \pm 0.3$  using NaOH and HCl. Samples were kept under 25°C in incubator under dark. Samples were preserved in the refrigerator at 4°C until analysis took place. All experiments described were conducted in triplicates.

- Al-Quds university wastewater treatment plant (AQU P) consists of primary, secondary and tertiary treatment stages, the wastewater is collected in a special pond then passes through activated sludge (AS) after that wastewater flows to advanced filtration technologies which are ultra-filtration (UF) and reverse osmosis (RO).
- Oasis hotel wastewater treatment plant (Oasis P) which is mainly works on two bioreactors which depend on biological treatment process.
- Al Auja center wastewater treatment plant (Auja P) is located at Al- Auja village, based on collection of grey wastewater that is collected in septic tank that is followed by gravel filter and sand filter in tanks. The influent is drawn through the gravel as the primary filter media that is portioned into plastic tank. Microorganisms attach themselves to the media in the bed and form a biological film over it, as wastewater trickles through the media; the microorganisms consume and remove contaminants from the influent.

## RESULTS AND DISCUSSION

Table 1. Characteristics of wastewater effluents

Sample	Characteristics of wastewater effluents			
	TEMP C	pH	Cl <sub>2</sub> mg/L	TOC mg/L
AQU AS	28±0.2	7.8±0.2	200	17.2± 10
AQU UF	27±0.2	7.6±0.2	100	10.75±10
AQU RO	25±0.1	7.2±0.2	50	2.2±0.4
Oasis	27±0.1	7.5±0.2	100	6.6±0.2
Auja	28±0.2	7.8±0.2	100	9.2±1

TOC =total organic carbon, AQU= Al-Quds University, AS= activated sludge, UF.HF= ultrafiltration hollow fiber, UF.SW= ultrafiltration spiral wound, RO= reverse osmosis

Total organic carbon (TOC) has known as precursors for DBPs and they were considered as a surrogate parameter for disinfection by products formation potential (DBPFP) [14]. These parameters are used for water assessment quality and are known for their ease of application and costs [15]. The greatest TOC measured is in the Activated sludge of AQU P 17.2 mg/L. The advanced membrane of AQU P RO shows the least TOC concentrations 2.2 mg/L.

Trihalomethanes Formation Potentials (THMFP). Variations in TTHM depends on the quantity and characteristics of organic matter, chlorine dose and contact time, pH, and temperature. Higher THMs arise from higher precursor levels, temperatures, dosage rates, reaction times [18].

TTHFP of different treatment scenarios from AQU P are shown in "figures. 1, 2, and 3". Generally chloroform (CF) is seen to dominate THM species. TTHMs consist

of CF occupying 96% of TTHMs and bromodichloromethane (BDCM) 'occupying only 3.5% from AS samples'. It is obvious that TTHM concentrations increased over the incubation period. Species such as dibromochloromethane (DBCM) and bromoform (BF) aren't detected or below 1<sup>μ</sup>g/L due to low or no detection of bromide in source water.

The major THMs species in UF of AQU P are CF and BDCM. TTHMs mainly consist of CF occupies 84% and BDCM occupies 15%. Again the major THMs species in RO of AQU P are CF and BDCM CF occupies 90% of TTHMs while BDCM is around 9.5% of TTHMs.

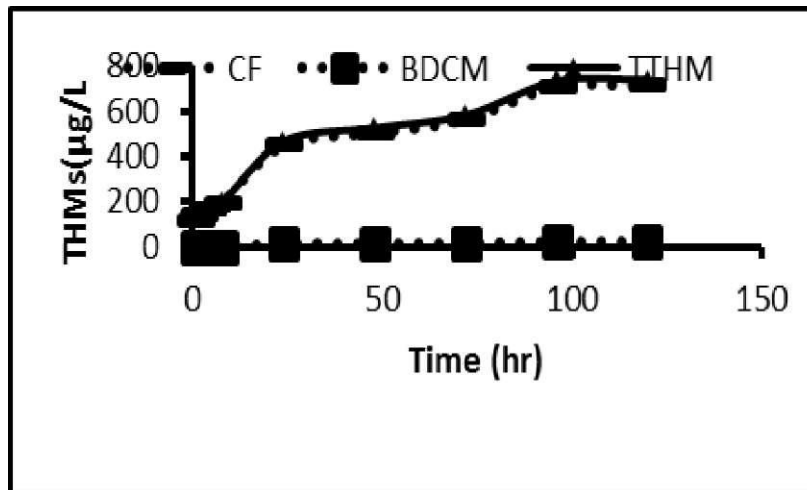


Figure 1. Chloroform (CF), Bromodichloromethane (BDCM) and TTHMs results for activated sludge (AS) of AQU P.

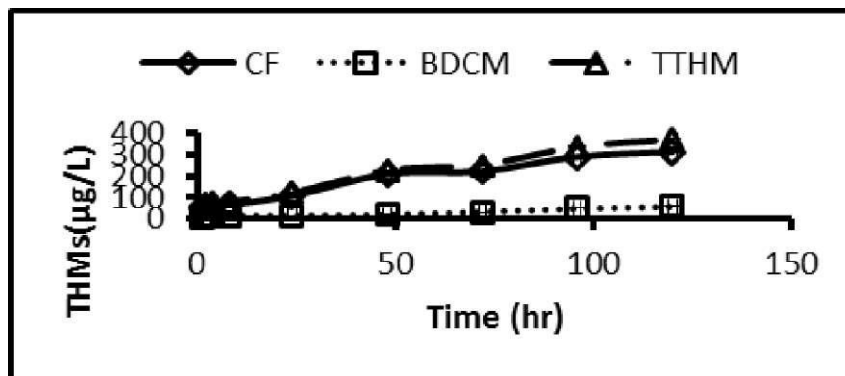


Figure 2. Chloroform (CF), bromodichloromethane (BDCM) and TTHMs for ultrafiltration of AQU P.

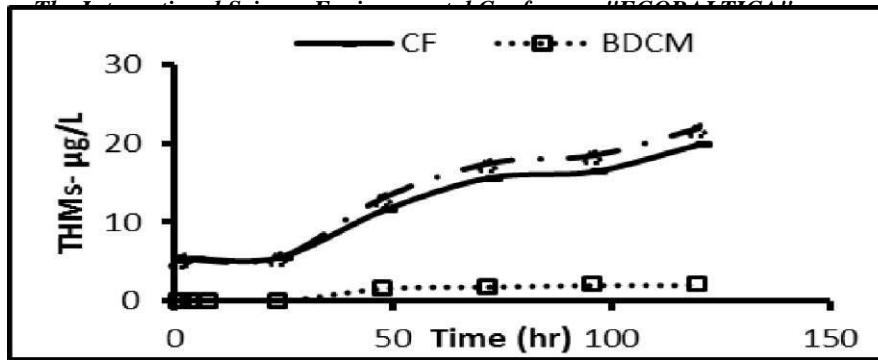


Figure 3. Chloroform (CF), bromodichloromethane (BDCM) and TTHMs for reverse osmosis of AQU P

The major THMs species in Oasis P are CF and BDCM "Fig. 4" shows the dominance of CF over BDCM, DBCM and BF in Oasis samples. CF reach to 936  $\mu\text{g/L}$  while BDCM ends up to 333  $\mu\text{g/L}$ , thus TTHMs mainly have CF 69% and BDCM 22% however other species as DBCM and BF are detected but with lower concentrations 6% and 1% respectively. Brominated species appeared in Oasis P since bromide is present in source water in Jericho [3]. If chlorine and bromine is present during chlorination, chlorine will act as oxidant while bromine becomes a halogenating agent because bromine atoms preferred substitution during formation of halogenated DBPs.

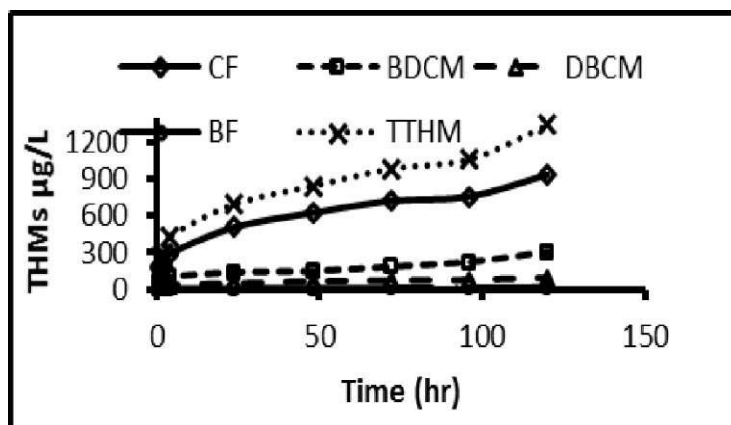


Figure 4. Chloroform (CF), bromodichloromethane (BDCM), dibromochloromethane (DBCM), bromoform (BF) and TTHM (totaltrihalomethanes) for Oasis P.

The major THMs species in Auja P are CF and BDCM. "Fig. 5" shows the dominance of CF over BDCM, DBCM and BF in Auja samples. TTHMs mainly consist from 58% CF and 27% BDCM however other species as 12% DBCM and 1.7%, BF are detected but with lower percentage.

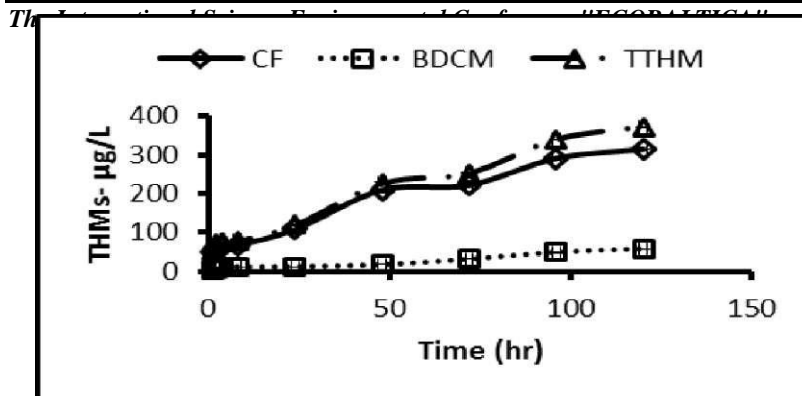


Figure 5. Chloroform (CF), bromodichloromethane (BDCM) and

*TTHMs for Auja P 17 Apr. 2017*

Brominated species are detected in Oasis P and Auja P since the presence of bromide is involved in the increase of TTHMs formation [3]. Bromide is present in Jericho as a result of Dead Sea intrusion to groundwater [3]. TOC concentration was 9.2 mg/L and applied chlorine dose was 100 mg/L of Auja P which formed the highest concentration at TTHMs among all studied treatment plants.

Bromide is present in Auja and Oasis water source from salt water intrusion, bromide serves as inorganic precursor for THMs and it adds up extra formula weight on TTHMs. The conventional treatment processes in Auja P and Oasis P (biological) was able to remove TOC but not bromide ion which resulted in increase of bromide ion to TOC ratio. TOC is an indicator of mass organic substance and doesn't differentiate between the chemical compounds that form precursor's compound. thus the variety of chemical compounds and functional groups of organics is a significant factor in explaining why different water sources with similar TOC concentrations will form different DBPs concentration under identical disinfection conditions [8]. Moreover, longer chlorine contact time will result in higher DBP formation. As time increases chlorine contact and reaction with NOM increase and allow intermediate molecules more time to react until completion [11]. The chlorine dose has a similar effect on DBP formation as the dose rise as well the DBP concentration rise reaching a plateau [5]. The chlorine dose can also affect the speciation of DBP as the dose increases the ratio of THM to total halogenated DBP ratio also increases [7],[9].

Some municipal wastewater treatment plants in New Jersey established limits for trihalomethanes after wastewater chlorination; for chloroform 221, BDCM 3.3, DBCMB 2.4 and bromoform 26 µg/L (Patoczka et al., 2011). During this study only RO effluents didn't exceed the limits of CF and BDCM, however all other samples AS, UF, Oasis and Auja achieved higher values/



**CONCLUSION**

- The results of TTHMs indicate that the level of TTHM increases with the residence time in the laboratory incubation conditions. At AQU P effluents, TTHMs concentrations are highest in TTHMs per unit of TOC at AS stage of AQU P was 793.5 µg/L due to the high TOC content, 17.2 mg/L; after that wastewater passes through UF units (hollow fiber and spiral wound) which reduce TOC to 10.75 mg/L and TTHMs concentration to 371.5 µg/L. While the RO unit of AQU P yields TOC content of 2.2 mg/L which resulted in 21.8 µg/L TTHMs.
- Among five effluents of WWTPs, Auja P is the richest source of TTHMs with 1642 µg/L. RO examined the lowest TTHMs. Oasis P and Auja P contain all four trihalomethanes species CF, BDCM, DBCM and BF. Lowest concentrations of THMs were found in wastewater from UF/RO with minimum average respectively. In AQU P UF and RO removes a large proportion of THMs precursors as turbidity, TDS, TOC.
- In the finished wastewater effluent from all plants chloroform was the predominant THM compound. In Oasis P and Auja P
- the predominant brominated THM was BDCM; which after BF is the second most important THM species from toxicological analysis [10]; however, the levels of this compound is low.
- The addition of insufficient doses of chlorine to wastewater from different sources may result in not satisfying the demand. Thus one dosing scheme is not appropriate for all wastewater treatment plants of AQU P, Oasis P and Auja P, depend on their different characteristics.
- For the investigated wastewater treatment plants AQU P, Oasis P, Auja P, CHCl<sub>3</sub> was the most dominant THM species observed after the chlorination of wastewater samples.
- The levels of THMs formed upon chlorination of wastewater depended on several operational conditions, but chlorine dose, TOC and contact time, are the major factors in this study.
- The distribution of each species of THM will vary according to wastewater source, the treatment processes and at which the wastewater treatment works/operates. As occurs in Oasis and Auja that contain bromide resulted in formation of brominated by-products.
- To compare data from different systems there is no universal relationship that can predict DBPs based on TOC values.

**RECOMMENDATIONS**

- The variation in raw water quality has a strong influence on the formation of THM upon contact with chlorine. However, before introducing chlorine to wastewater, significant adjustment and

*The International Science Environmental Conference "ECOBALTICA"*  
treatment can be made to reduce the quantity of potential precursor material. These changes are governed by wastewater effective treatment.

- The levels of THMs formed upon chlorination of wastewater depended on several operational conditions, but chlorine dose, TOC and contact time, are the major factors in this study. Thus, further study of disinfection methods to reduce DBP formation is needed.
  - Auja P has simple treatment which wasn't efficient in removing THMs precursors. Thus, further advanced treatment is recommended to increase the efficiency of treatment.
  - Oasis P should increase the applied dose to properly disinfect wastewater.
  - The actual occurrence of THMs in wastewater treatment plants are required to investigate the correlation of chlorine applied in each treatment plant to THMs formation.
  - A standards and specifications to THMs concentrations should be maintained in water and wastewater by Palestinian water authority and other local water institutes because of potential carcinogenic and mutagenic risks associated with THMs.

## ACKNOWLEDGMENT

This study was funded by Netherland Representative Office (NRO) in Palestine as a part of Palestinian-Dutch Academic Cooperation (PADUCO) and we thank them for their generous support. We also thank Amer Kanan and Mohannad Qurie for their scientific guidance.

## REFERENCES

- [1] A. Kanan, T. Karanfil, "Formation of disinfection by-products in indoor swimming pool water: the contribution from filling water natural organic matter and swimmer body fluids". *Water Research*, 2011, pp. 926-932.
- [2] A. Bdour, R. Hamdi, Z. Tarawneh, "Perspectives on sustainable wastewater treatment technologies and reuse options in the urban areas of the Mediterranean region". *Desalination*, 2009, pp. 162-174.
- [3] A. Marie, and A. Vangosh, "Sources of salinity in groundwater from Jericho area, Jordan valley". *Ground water*, 2001, pp. 240-248.
- [4] C. Adams, "Trihalomethane and haloacetic acid disinfection by-products in full-scale drinking water systems". *Environ.* 2005, pp. 526-534.
- [5] C. W. Pregeant, "Trihalomethanes formation potential in a denitrification wastewater treatment plant, 1992, University of Florida.
- [6] D. Bixio, C. Thoeye, T. Wintgens, A. Ravazzini, V. Miska, M. Muston, A. Aharoni, D. Joksimovic, T. Melin, "Water reclamation and reuse:

*The International Science Environmental Conference "ECOBALTICA": implementation and management issues".* vol.218, Desalination, 2008, pp. 13-23.

- [7] D. H Cho, S. H. Kong, S. G. Oh, "Analysis of trihalomethanes in drinking water using headspace-SPME technique with gas chromatography". *Water Res.*, 2003, pp. 402-408.
- [8] D.E. Kimbrough, and I.H. Suffet, "Electrochemical removal of bromide and reduction of THM formation potential in drinking water", *Water Resear.*, 2002, pp. 4902-4906.
- [9] K. Doederer, W. Gernjak, H. S. Weinberg, M. J. Farre, "Factors affecting the formation of disinfection by-products during chlorination and chloramination of secondary effluent for the production of high quality recycled water", *Water Res.*, 2014. pp. 218-228.
- [10] G. Ding, X. Zhang, M. Yang, and Y. Pan, "Formation of new brominated disinfection byproducts during chlorination of saline sewage effluents" *Water Res.*, 2013, pp. 2710-2718.
- [11] G. Hua, D. A. Reckhow, I. Abusallout, "Correlation between SUVA and DBP formation during chlorination and chloramination of NOM fractions from different sources". *Chemosphere*, 2015, pp. 82-89.
- [12] J. Li, E. R. Blatchley III, "Volatile disinfection byproduct formation resulting from chlorination of organic-nitrogen precursors in swimming pools". *Environmental Science and Technology* , 2007, pp. 6732-6739
- [13] J. Patoczka, P. Tyrrell, W. Wynne, "THMs control in wastewater treatment plants. Sewerage Authority", 2011, New Jersey.
- [14] M. J. Rodriguez, and J. Serodes, "Laboratory-scale chlorination to estimate the levels of halogenated DBPs in full-scale distribution systems". *Environ Monit Assess.*, 2005, pp. 323-340.
- [15] M.J. Rodriguez, J.B. Serodes, and P. Levallois, "Behavior of trihalomethanes and haloacetic acids in drinking water distribution system". vol. 38, *Wat. Resear.*, 2004, pp. 4367-4382.
- [16] P. C. Siger, S. D. Chang, "Correlation between trihalomethanes and total organic halides formed during water treatment". *J. Am. Water Works Assoc.*, 1989, pp. 61-65.
- [17] T. Glauner, P. Waldmann, F. H. Frimmel, and C. Zwiener, "Swimming pool water-fractionation and genotoxicological characterization of organic constituents". *Water Research*, 2005, pp. 4494-4502.
- [18] T. Sirivedhin, and K. A. Gray, "Comparison of the disinfection byproduct formation potentials between a wastewater effluent and surface waters". *Water Research*, 2005, pp. 1025-1036.

**Yala Ibrahim Aboushi**

*Water and Environmental Science, Birzeit University Jenin, Palestine,  
[yalaabushi@yahoo.com](mailto:yalaabushi@yahoo.com)*

## **ABSTRACT**

Agriculture is the most crucial sector vulnerable to climate changes specially the rainfed one. Since Jenin is one of the largest agricultural cities in the West Bank and the economic contribution made by its agricultural crops specially the rainfed ones, it has been chosen to be the study area. Jenin area includes the largest variety of rain-fed crops, This huge amount of crops show that families in Jenin can depend on farming to live especially on rainfed, since it provides family needs of food all the year. They can also sell part of the production to provide cash for other needs. Studies show that rainfed farming in Jenin faces great challenges as the rest of the world due to climate change which is reflected on agricultural production and revenues. The social and economic effects of climate change on rainfed farming in Jenin are studied in this thesis. The study concluded that climate change affect the social and economic aspects of the rainfed farmers. The majority of farmers are university degree holders. Agriculture is the only source of livelihood for 65% of farmers, and it is considered as a social standing among the people for 44.3% of the farmers. There is a need to improve the information about climate systems and more support for adaptation of agriculture and farmers to potential climate changes.

## **KEYWORDS**

Climate change, adaptation, social aspects, economic aspects.

## **INTRODUCTION**

Global warming and climate change are two of the dangers that face humanity in the 21<sup>st</sup> century. This is because of the damages that affect the ecosystem of earth and water, and because of the irreparable production capacity. Besides, climate change also affects natural environment, political, social and economic environment. It also affects food security which includes providing food and the ability to get it. And it affects human health, livelihoods, the market and changing the purchasing power (Rosenzweig et al, 2007).

These effects can be short-term like changes in weather and some can be long-term which are caused by temperature changes, rainfall dates and seasonal shifts.

Some changes can be direct like temperature increase, air pollution, diseases spread, environmental disasters, crops effect, water amount and many others. Some

can be indirect like poverty, immigration, conflict over resources and post-disasters mental health problems like (drought, floods, heat and hurricanes) (ARIJ,2010).

In the past few years, a strange phenomenon and great climate fluctuations are noticed which did not exist before and led to great damages to the economy and social stability all around the world.

It obviously appears in poor countries, especially the ones depending on natural resources to survive. As a result, these areas suffer from drought and starvation. Since the ability of these countries to adapt or face the effects do not or barely exist due to poverty, the people are forced to leave their homes and search for new ones. So, this is a great lose.

Therefore, we have to adapt to climate change in order to achieve sustainable development. Adaptation means finding measures to reduce the negative effects and potential risks and use the positives resulting from climate change. As well as commitment to environmental treaties. Scientists most concerns today are to find solutions of agriculture affected by climate change to achieve sustainability to produce food for more people. In order to achieve that, sustainability must be done in agriculture sector.

Climate change has many effects on agriculture like rainfall dates, rainfall amounts, water accumulation in the soil, plants response to temperature, CO<sub>2</sub> concentration and other effects.

About 25% of world's economies depend on agriculture. When this sector is affected by climate change, it immediately affects global economy (ARIJ, 2007).

Agriculture sector is a major source of livelihood for the Palestinian. It is also considered the traditional way for living in Palestine since it provides food and money especially the rain-fed one.

Climate change which is represented by drought, frost and high temperature in Palestine in recent years played a major role in reducing the amounts of some kinds of agricultural crops as well reducing production of pastures. As a result, the prices of food have increased and the prices of livestock have declined.

The changes in 2008 made things even worse, because of water scarcity during 2008/2007 winter, 55,000 of the families which depend on rainfall are affected which led to great economic lose (ARIJ,2010).

## **STUDY HYPOTHESES**

This research targets the following hypotheses:

- There is climate change in Jenin District represented by reduced amount of precipitation, seasonal shift, and increased temperatures.
- Climate change has social impacts on farmers and some farmers might leave their land because they are unable to cope with the effects of climate change.
- Climate change has a negative impact on the amount of production of some crops, and leads to disappearance of some crops.

**CLIMATE CHANGE**

There are clear signs of climate change. For example, the Earth's average temperature has risen by about 0.3-0.6°C since the late nineteenth century. In addition, the sea level has risen by 10-25 cm, the ice area has shrunk as a result of melting ice in some areas, and with the repetition of heat the Earth is going through warmer period during the last 600 years. Therefore, it is expected to rise from 1-5.3 °C by 2100(Karas, 2000).

**CLIMATE CHANGE VISUALIZING AND HOW TO ADAPT WITH**

Ishaya and Abaje(2008) studied how does climate change affect the natives and their activities in Jema'a region in Kaduna state in Nigeria (Jema'a local government Area of Kaduna state, Nigeria),and they studied how to adapt with climate change. The study revealed that the people of this area think and believe that, the climate has already changed in the past few years. And the Farmers were the most affected of climate change.

The oldest farmers and the most experienced adapted with climate change more than the youngest and the less experienced did. Adaption took many forms like growing types of crops bear harsh conditions, shorten the growing period, use fertilizes and use water and moisture maintenance techniques in soil. Yet, improved seeds prices increase and sometimes its absence and the lack of water are all an obstacle to good adjustment.

**AGRICULTURE ADAPTATION**

Wang et. al. (2009) studied the expected effects of climate change on farming in China, and the effects of temperature and rainfall change.

The results showed that global warming and temperature increase could be harmful to rainfed farming. Yet, this could be useful on the short-term to irrigated farming. But the effects will generally be harmful to both on the long- term.

The study also showed the effects will be few at the beginning, but they will increase if the necessary measures haven't been taken.

Besides, the study show the Chinese crop productivity as the rest of the world will be affected due climate change. Yet, this change could be useful if handled well, adaptation done right and farmers were well educated by modern technology and techniques.

**FARMER ADAPTATION**

It's doubtful that the farmer knows immediately what he has to do to adapt and respond to climate change since it requires experience and farmers especially the youngest have no experience.

Maddisson (2007) studied the farmer's ability in Africa to deal with climate change and how to adapt with. The study included 11 African countries.

The study revealed that the oldest, the most experienced and have free advice farmers dealt well with climate change. The study also revealed that many of the farmers believe that, the temperature has already increased and rainfall decreased.

Besides, some of the farmers believe that there are no obstacles to adapt with climate change. But, others believe that obstacles to adapt do exist like seeds unavailability as example.

One of the adjustments as a respond to climate change, was either grow different kinds of the same crop, change the kind of crop, change planting date in line with rainfall, use shading, use crop covering technique or water maintenance.

### **PREVIOUS STUDIES ABOUT PALESTINE**

Dhehibi(2014) studied the possibility to improve production through more efficient use of inputs. A sample of 100 rainfed farms was taken in Jenin and Tubas. As a result to the study, farm's production can be increased in Jenin ad Tubas of 28% through more efficient use of inputs.

It was also founded the relationship between efficient use of inputs and education and experience of the farmers. The more experienced and educated the farmer is, the more he was experienced to more effective use of inputs of fertilizers, labor, expenses and others.

### **STUDY AREA**

#### **GEOGRAPHICAL LOCATION**

Historical Palestine lies in the western part of Asia between the Mediterranean Sea in the west and Jordan River and the Dead Sea in the east.

It's bordered by Lebanon from the north, Syria and Jordan from the east, the Mediterranean Sea from the west and Egypt, Gulf of Aqaba from the south.

Historical Palestine was divided into the West Bank and Gaza strip. Besides, what is called now of Israel which occupies the lands of 1948.

The West Bank is located in the central highlands in Palestine. It's surrounded by Jordan River and the Dead Sea from the east and by 1948 lands from the north, west and south (ARIJ, 1996).

Jenin which is the study area is located north the historical Palestine and north the West Bank. It's bordered by Nablus from the south and by Tulkarm from the south west, it's location between 90-750m above sea level (ARIJ, 2010).

Jenin's governorate is about 10.25% of the West Bank area (Saqr, 2005). In 1945 the area of Jenin city was of 835.214 km<sup>2</sup> and after the 1948 war the area reduced to 592 km<sup>2</sup>. The Israelis took a total of 243.214 km<sup>2</sup> of the city lands(Al-Dabbagh, 1991).



*Jenin city in the West Bank*

## ENVIRONMENTAL SITUATION

Palestine in general and Jenin in particular are subjected to the Mediterranean Sea climate which is mild and rainy in winter and hot and dry in summer (ARIJ 1996).

Rainfall in the West Bank ranges between 700-850 mm in the western slopes, 500-800 mm in the mountainous and 100-150 mm in the eastern regions. This rain is the only source that feeds the groundwater and Because of high temperatures, the rate of evaporation has increased and the lack of rains led to lack of water percolating into groundwater.

One of the expected environmental effects of the east Mediterranean Sea areas including Palestine in general and the Jenin area in particular that there will be a decrease in the rain. In the fourth report of the IPCC, the heat over the 21st century is expected to be greater than global annual mean warming by 2.2-5.1 °C according to the scenarios realistic emissions of the southern and eastern Mediterranean. Rainfall



is also expected to drop by 10% by 2020 and 20% by 2050 in addition to the risk of drought in summer.

In Palestine in particular, drought is caused by low rainfall in some years and poor distribution of rainfall on days and regions in other years and this significantly affected the cultivation of crops and pastoral plants season during the past few years.

The amount of rain for agricultural season in the West Bank in 2007/2008 and 2008/2009 amounted to 354 mm and 428 mm, compared to the historical average annual precipitation rain in the West Bank which is 537.5 mm

Besides, the amount of rain in south Hebron and east Bethlehem is less than normal precipitation by 20% (ARIJ, 2010).

The name of Jenin is derived from the large number of gardens and orchards surrounding the city. It also has many large plains which rely on planting such as Marj bin Amer and Sanur Plain (ARIJ, chapter 4).

With this, Jenin area like other Mediterranean regions is exposed to the effects of climate change that have been mentioned.

## **METHODOLOGY**

- The data was collected from different sources. The previous studies about the subject were collected from the internet and global scientific magazines from which the current and expected climatic data were taken at global, Palestinian and the West Bank level.
- Agriculture ministry gave information about kinds of crops in Jenin, climate change effects on rainfed farming, adaptation patterns farmer's do and the ministry accomplishments to help farmers in adaptation.
- All the statistics and numbers were taken from the Palestinian Central Bureau of Statistics of different volumes have been issued.
- Special report issued by The Applied Research Institute-Jerusalem (ARIJ) was drawn upon.
- The study also adapted to its results on a questionnaire about whole Jenin area of its different climate patterns. It covers the four climatic areas: the eastern, east-south, north-west and west-south areas. The questionnaire was distributed on farmers who planted rainfed crops whether gardening trees, rainfed vegetables, field crops or medical plants.
- The study also relied on interviews with officials in the ministry of agriculture and agriculture department of Jenin to ask about the achievements of the ministry of agriculture in Jenin to face the effects of climate change, and benefit their experience in dealing with farmers. Interviews were done to get information about Jenin's climate with the engineer Mustafa Amarnieh from Jenin agriculture department, the engineers Imad Ghanmeh and Ebtisam Abo-AlHeja from the ministry of agriculture, Mr. Sa'ad Dagher, the manager of adaptation project and Mr. Yusuf Abo Asa'd the general manager of the Palestinian Meteorological Department.

*The International Science-Environmental Conference "ECOBALTICA"*  
Workshops of adaptation project were attended in coordination with the ministry of agriculture in Jaba' and Anza in 12/11/2015, the information about how to adapt with climate change was taken.

## CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The main goal of the research has been achieved, which is to study the social and economic impacts of climate change on rain-fed agriculture in Jenin area.

The Secondary first goal which was to assess the level of farmers' knowledge on climate change and their practices to cope with these changes, has been achieved as the findings of thesis reveal that, farmers in Jenin district know enough about climate change.

The study shows that 95.5% of farmers in Jenin realize and believe there is noticeable change in climate during the last 15 years.

The study also shows that those farmers adapted with the current climate change in many ways, to avoid financial losses which will occur if they did not act.

The second secondary objective was to assess the social and economic impacts of climate change on rain-fed farmers, this objective was achieved since the study shows that 43.2% of farmers are youth between the ages of 30-40. 94.3% of these are males, 65.9% of them are married and need to work in farming to meet their families needs. Moreover, 29.5% of farmers are Bachelor's degree BA holder or higher.

These results show how farmers adapted with climate change. Since the need to work and to meet their families needs were a motive to face the risks and negative effects of climate change.

In addition farmers awareness and education helped them create organized solutions to adapt with climate change as mentioned before.

Besides, farming is a main job for 65.9% of farmers. Therefore, they cannot just leave farming easily, this is for what regards the social aspect.

The third objective of the thesis which was to develop recommendations to improve farmers adaptation to climate change. These recommendations are:

1. Technological developments by: Crop development, through developing new kinds bear moisture, drought and others of hard climate conditions.
2. Improve Information about climate systems, by Developing early alarm system to predict daily and seasonal weather.
3. Resources management, by developing water management innovations to face drought or increased moisture.
4. Agriculture support program, By Modify crop insurance program
5. Agricultural production by:
  - a) Growing different kinds of crops.
  - b) Breed different kinds of livestock.
6. Land use by:
  - a) Change crop production site.

- b) Use alternative practices of tillage for example to maintain moisture in the soil.
- c) Change planting time to handle change in growing season and the changes in temperature and rainfall.
- d) Use supplementary irrigation.
- e) Diversifying the sources of family income.

In the end, it is noticeable that human nature can find solutions to any problem faced, and climate change in the Jenin area like any other problem, farmers can find solutions to them, either to avoid or to cope with it

But the problem is, how long it will be needed for that, and whether there will be new other effects of climate change, different than what existing.

We hope that these changes do not evolve to remain under human control, and the earth heals itself as it used to.

#### REFERENCES:

- [1] Applied Research Institute - Jerusalem (ARIJ), 1996 Environmental Profile for the West Bank, Jenin District, (Volume 7), Palestine.
- [2] Applied Research Institute - Jerusalem (ARIJ) 2010, Socio-Economic and Food Security Atlas, chapter four, Palestine.
- [3] Applied Research Institute - Jerusalem (ARIJ), 2010, statistical reports series (02).
- [4] Al-Dabbagh, 1991, Our county Palestine, Dar Al-Huda, Vol.3, Kufur Qare'a.
- [5] Dhehibi, B. Alimari, A. Haddad, N. Hassan, A. A.W. 2014, Technical efficiency and its determinants in food crop production: A case study of farmers in West Bank, Palestine, J. Agr. Sci. Tech. vol. 16 , pp. 717-730.
- [6] Ishaya, S. Abaje, I.B. 2008, Indigenous people's perception on climate change and adaption strategies in Jema'a local government area of Kaduna state, Nigeria, Journal of Geography and regional planning, vol. 1 (8), pp 138-143.
- [7] Karas, J. 2000, Climate change and the Mediterranean region, Greenpeace Report.
- [8] Maddision, D. 2007, the perception of and Adaptation to climate change in Africa, The World Bank, Development Research Group, paper No. 4308.
- [9] Rosenzweig, C., G. Casassa, D.J. Karoly, A. Imeson, C. Liu, A. Menzel, S. Rawlins, T.L. Root, B. Seguin, P. Tryjanowski, 2007: Assessment of observed changes and responses in natural and managed systems. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 79-131.
- [10] Saqer, W. 2005, Environmental Situation in Jenin, Al-Najah National University, CGS.

- [11] Tol, R. S. J. 2009, *The International Science Environmental Conference "ECOBALTICA"*, the economic effects of climate change, the journal of economic perspectives, vol. 23(2), pp. 29-51.
- [12] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, 2013, world population projected to reach 9.6 billion by 2050, 13 June, New York.
- [13] Wang, J. Mendelsohn, R. Dinar, A. Huange, J. Rozelle, S. Zhang, L. 2009, The impact of climate change on China's agriculture, *Agricultural Economics*, vol. 40, pp. 323-337.

## СОДЕРЖАНИЕ/CONTENTS

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b>	<b>3</b>
<b>МОНОДИСПЕРСНЫЕ ТЕХНОГЕННЫЕ АЭРОЗОЛИ - 4 НОВОЕ, ЭКОЛОГИЧНОЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ</b>	
<i>Соколов М.С., Спиридонов Ю.Я., Никитин Н.В.</i>	
<b>MONODISPERSE ANTHROPOGENIC AEROSOLS - 7 A NEW, ENVIRONMENTALLY FRIENDLY RESOURCE-SAVING WAY OF CROP PROTECTION</b>	
<i>Sokolov M. S., Spiridonov Y. Ya., Nikitin N. V.</i>	
<b>ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ БОЛЬШОГО ГОРОДА</b>	<b>10</b>
<b>PHOTOVOLTAIC ELEMENTS IN BIG URBAN MODERN ARCHITECTURE</b>	
<i>Свитала Францишек (Switala Franciszek)</i>	
<b>ОЦЕНКА СОБЛЮДЕНИЯ РЕЖИМА ОХРАНЫ ТЕРРИТОРИИ ЗАКАЗНИКА «БЕРЁЗОВЫЕ ОСТРОВА»</b>	<b>19</b>
<i>А. Бута, К. Грицко, А.В. Авдеева</i>	
<b>EVALUATION OF COMPLIANCE WITH THE REGIME OF PROTECTION OF THE TERRITORY OF THE «BEREZOVYE OSTROV» RESERVE" A. Buta, C. Gritcko, A.V. Avdeeva</b>	<b>21</b>
<i>К.С. Абуов</i>	
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОУГЛЯ В КАЧЕСТВЕ ПОЧВЕННОГО МЕЛИОРАНТА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭМИССИЙ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ</b>	<b>2</b>
<i>И. М. Мухина</i>	<b>3</b>
<b>USE OF BIOCHAR AS A SOIL MELIORANT TO REDUCE EMISSIONS OF GREENHOUSE GASES IN AGRICULTURE</b>	<b>6</b>
<i>I.M. Mukhina</i>	
<b>ДИФфузные сельскохозЯЙСТВенные источники загрязнения. МОДЕЛИРОВАНИЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>	<b>35</b>
<i>Д.К. Зотов</i>	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ</b>	<b>40</b>

**ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНОЙ  
ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА  
СОРБЦИОННУЮ СПОСОБНОСТЬ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

*Лебедева В.Э., Куропова О.Ю., Шигаева Т.Д., Конаков В.Г.*

**THE INVESTIGATION OF PHYSICAL AND CHEMICAL 42  
PROPERTIES OF THE IN-SHORE ZONE BOTTOM SEDIMENTS  
OF THE WESTERN PART OF THE GULF OF FINLAND AND  
THEIR EFFECT ON HEAVY METAL SORPTION**

*Valeria E. Lebedeva, Olga Yu. Kurapova, Tatiana D. Shigaeva and*

*Vladimir G. Konakov*

**БЕСКОНТАКТНЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ 44  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*Мязин Н.С., Ружин Е.В., Давыдов В.В.*

**NON-CONTACT METHODS OF MONITORING THE STATE OF 48 THE  
ENVIRONMENT**

*Muazin N.S., Rukin E.V., Davydov V.V.*

**ОСОБЕННОСТИ КАРДИОАКТИВНОСТИ ДВУСТВОРЧАТЫХ 51  
МОЛЛЮСКОВ ФИНСКОГО ЗАЛИВА**

*Смирнов И.С., Шаров А.Н., Холодкевич С.В.*

**CARDIAC ACTIVITY PECULIARITIES OF BIVALVE 55 MOLLIUSKS OF  
THE GULF OF FINLAND**

*Smirnov I.S., Sharov A.N., Kholodkevich S.V.*

**ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДНЫХ ОБЪ- 58  
ЕКТОВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА**

*Строганова М.С., Шишкин А.И.*

**INTEGRATED ASSESSMENT WATER QUALITY OF WATER 63 BODIES  
OF THE FINLAND GULF NORTHEAST PART**

*Stroganova M.S., Shishkin A.I.*

**ПОИСК ОТЛОЖЕНИЙ ПАРАФИНА В НЕФТЕПРОВОДЕ 68 МЕТОДОМ  
АКУСТИЧЕСКОГО РЕЗОНАНСА**

*Мартьянов Д. С., Павлов И.В.*

**ФОРМИРОВАНИЕ БЛАГОПРИЯТНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ И 70  
СОЗДАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДОВ**

*А.В. Ощепкова, А.В. Черемисин*

**FORMATION OF A FAVORABLE CITY ENVIRONMENT AND 77  
CREATION OF ENVIRONMENTAL INFRASTRUCTURE OF CITIES**

*A.V. Oschepkova, A.V. Cheremisin*

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ЖИВЫХ СИСТЕМ, 83  
НАХОДЯЩИХСЯ ВО ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ, ДЛЯ  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ***Р.В. Давыдов, Т.И. Давыдова***SIMULATION OF THE BEHAVIOR OF LIVING SYSTEMS IN 86  
EXTERNAL ELECTRIC FIELDS TO DETERMINE THE DEGREE OF  
HAZARD***R.V. Davydov, T.I. Davydova***РАЗРАБОТКА ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ 89  
СЛОЖНЫХ СИСТЕМ С ДАЛЬНЕЙШЕЙ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ  
ДИАГНОСТИКОЙ***Е.А. Савченко, Э.К. Непомнящая, Е.Н. Величко***DEVELOPMENT OF THE EXPRESS METHOD OF COMPLEX 93  
SYSTEMS DIFFERENTIATION WITH THE FURTHER FLUORESCENT  
DIAGNOSTICS***E A Savchenko, E K Nepomnyashchaya, E N Velichko***МЕТОД КРОССКОРРЕЛЯЦИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МУТ- 96 НЫХ  
РАСТВОРОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ***Забалуева З.А., Непомнящая Э.К., Величко Е.Н., Аксенов Е.Т.***THE 100  
CROSS-CORRELATION METHOD FOR THE RESEARCH OF MUDDY  
SOLUTIONS IN ENVIRONMENTAL MONITORING***Zabalueva Z.A., Nepomnyashchaya E.K., Velichko E.N., Aksenov E.T. ОЦЕНКА РЕСУРСОВ И  
ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ 104 ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА  
УДАЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ Коробов А.А., Петровская Е.П., Дюльдин М.В.***ASSESSMENT OF WIND ENERGY POTENTIAL IN REMOTE 109  
TERRITORIES***Alexander Korobov, Ekaterina Petrovskaia, and Maksim Diuldin ПРИМЕНИМОСТЬ  
ОПТИЧЕСКИХ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОВ В 114 МОНИТОРИНГЕ  
ОРГАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ ГОРОДСКИХ ВОДОТОКОВ**Ильина Х.В., Бондаренко Е.А.***APPLICABILITY OF OPTICAL EXPRESS-METHODS IN 117  
MONITORING OF ORGANIC MATTER IN CITY STREAMS***Wina Kh. V., Bondarenko E.A***ИММУНОДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИ ОЦЕНКЕ 120  
СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ***Непомнящая Э.К., Величко Е.Н., Аксенов Е.Т., Богомаз Т.А.***IMMUNODIAGNOSTIC METHODS FOR THE ENVIRONMENTAL 124  
POLLUTION ANALYSIS***Непомнящая Э.К., Величко Е.Н., Аксенов Е.Т., Богомаз Т.А.***ДАМБЫ ОБВАЛОВАНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ ИНЖЕНЕРНОЙ 128**

**ЗАЩИТЫ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ФИНСКОГО ЗАЛИВА***В.А. Клушенцев, Д.К.Зотов***ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ  
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ  
ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА  
CuInSe<sub>2</sub>****МЕЛИОРАТИВНЫЕ И  
КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИ- 136  
ЯТИЯ ПРИ  
ВОССТАНОВЛЕНИИ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ***Д.К. Зотов, К.В. Зотов***АГРОБИЗНЕС, ЭКОЛОГИЯ И ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 139****Рудь С.В., Котоменкова О.Г., Рудь И.В., Котоменков Д.В. АНАЛИЗ  
СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С 143****НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫМИ ОТХОДАМИ НЕФТЕГАЗОВОГО  
КОМПЛЕКСА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ***Хохлов Г.В.***ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF A COLLECTIVE 148  
SOLAR WATER HEATER SYSTEM IN WEST BANK***Aysar Yasin***WASTEWATER REUSE IN GAZA STRIP 158****A local Adaptation Measure to Water Stress Contributing to the Global  
Mitigation Measure***Jamal Al-Dadah, Khalid Qahman, Samir Afifi***THE EVALUATION RESULTS OF CLIMATE CHANGES FOR 170 SLCAL  
BENEFICIARIES PROJECT***Mohammed HUSSEIN, Mohamed ELRAEE***TOTAL TRIHALOMETHANES FORMATION POTENTIAL OF 179  
WASTEWATER TREATMENT EFFLUENTS FROM DIFFERENT  
TREATMENT PLANTS IN PALESTINE***Hadeel Hisham Ikhmais***SOCIO-ECONOMIC ASPECTS OF CLIMATE CHANGE ON RAIN- 189  
FED AGRICULTURE IN THE JENIN DISTRICT***Yala Ibrahim Aboushi*