

**ПРОССИЙСКАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ
ФГ БОУ ВО «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



**V школа-семинар молодых ученых
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
СИСТЕМНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»**

Воронеж 2019

УДК 504:55

М 34

Материалы пятой школы-семинара молодых ученых «Фундаментальные проблемы системной безопасности» / под ред. И.И. Косиновой. - Воронеж: ИПФ «Воронеж», 2019. - _____ стр.

ISBN _____

Целью организации и проведения школы-семинара молодых ученых является систематизация основных направлений формализации научно-прикладных проблем, связанных с обеспечением безопасности систем и объектов широкого класса: математическое моделирование и программное обеспечение надежности, эффективности, экологической безопасности, устойчивости и наблюдаемости объектов.

Проведение школы-семинара способствует развитию регионального и международного научного сотрудничества, созданию условий молодым ученым для обмена результатами исследований, систематизации актуальных проблем и тенденций по направлениям научных исследований.

УДК 504:55

Материалы пятой школы-семинара «Фундаментальные проблемы системной безопасности»
Научный редактор: доктор геолого-минералогических наук,
профессор И.И. Косинова.

Л ИД №00437 от 20.04.08. Подписано в печ. 23.10.2015. Формат бум. 62x84/16. Объем 12,4 п.л.

Тираж 500. Заказ № 414

Отпечатано издательско-полиграфическим Центром Документации КОМППИР, г. Воронеж,
ул. Степана Разина, д.38

ISBN

© Воронежский государственный университет

Содержание

РАЗДЕЛ 1

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ПРИМЕНЕНИЕ САПР ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БОРТОВЫХ АФУ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ Генералов А.Г., Гаджиев Э.В., Полушковский Ю.А, Скрипачев В.О., Гельфман Т.Э., Пирхавка А.П.	5
МЕТОД ПЕРЕСЧЕТА И УТОЧНЕНИЯ ДАННЫХ ПРИ ДВИЖЕНИИ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ Жуков А. О., Окунев Е. В., Скрипачев В. О.	9
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕТРОРЕФЛЕКТОРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПО ОТКРЫТОМУ ОПТИЧЕСКОМУ КАНАЛУ Зивенко Н.О., Гушо Ю.П., Кузнецов В.В., Маняк А.П., Умнов В.О	12
ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ СПЕКТРАЛЬНЫХ КАНАЛОВ КА ДЕНСТАЦИОННОГО ЗОНИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ Макаров Д.Г., Башкатов А.И., Скрипачев В.О., Гельфман Т.Э., Пирхавка А.П., Жуков А.О.	17
КОМПЛЕКС ДЛЯ ОТРАБОТКИ БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ НАНОСПУТНИКОВ Спиридонов А.А., Саечников В.А., Шалатонин И.А., Гринь Д.Н., Домбровский В.В., Дубовик А.А., Казарина Ю.В.	22
АЛГОРИТМ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО ВЫДЕЛЕНИЯ КОНТУРОВ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ЗАДАЧ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ Скугоров К.Е., Дронов Д.Ю., Карпов С.А., Самойлин Е.А.	27
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПАССИВНОЙ ДАЛЬНОМЕТРИИ В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ Струков О.К., Кузнецов В.В., Суровцева И.В., Козлов М.А., Мухаматов А.Г.	30
СТЕПЕНЬ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ ДЛЯ ОЦЕНКИ АЛМАЗОНОСТНОСТИ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ ВЕРХНЕ- МУНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Рождественский А.А.	37

РАЗДЕЛ 2

ЭКОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ, ПРАКТИКА

ВОЗДЕЙСТВИЕ АВИАЦИОННЫХ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ Блинов И.К., Валеева А.Р.	41
---	----

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО АЛГОРИТМА ОЦЕНИВАНИЯ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ МНОГОПОЗИЦИОННЫМИ РАДИОСИСТЕМАМИ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ Богатко А. Н., Манхаев В.С.	45
ОСНОВЫ ФИНАНСОВОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ И ПОНЯТИЕ КАТЕГОРИИ «УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ» Гудков А.А.	48
ПРОБЛЕМЫ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ Дорохина А.А., Васильева М.В.	49
ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ УТИЛИЗАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ И НЕКОТОРЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИХ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ Звягинцева А.В, Аношенков А.А.	52
ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ОБЪЕКТОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ Звягинцева А.В., Горбенко И.Н., Вербицкая М.В	55
ПРИНЦИПЫ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ В РАМКАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НВО ВОРОНЕЖСКОЙ АТОМНОЙ СТАНЦИИ Звягинцева А.В., Добрынин Р.С, Вербицкая М.В.	59
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ - ВОДОРОДНОЕ ТОПЛИВО- ОДИН ИЗ ПУТЕЙ РЕШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ БУДУЩЕЙ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ Звягинцева А.В, Петрыкин А.А., Шеина Н.А.	63
БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ВОДОЕМОВ МЕТОДОМ КОРРЕКЦИИ АЛЬГОЦЕНОЗА КАК СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ Кульнев В.В.	68
ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИИ ПРИ НАЛИЧИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ СВИНЦОМ Нгуен Тхань Хунг, Косинова И.И.	72

РАЗДЕЛ 1
ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 62-787.1

**ПРИМЕНЕНИЕ САПР ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БОРТОВЫХ АФУ
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

Генералов А.Г.¹, e-mail: otd24@niiem.ru

Гаджиев Э.В.¹, e-mail: otd24@niiem.ru

Полушковский Ю.А.², e-mail: polushkovskij@mirea.ru,

Скрипачев В.О.^{2,3}, e-mail: skripatchevv@inbox.ru,

Гельфман Т.Э.², e-mail: apirh@mail.ru

Пирхавка А.П.², e-mail: gelfman.tat@yandex.ru

¹*АО «Научно–исследовательский институт электромеханики»*

²*МИРЭА – Российский технологический университет*

³*ФГБНУ «Аналитический центр»*

Аннотация.

Работа посвящена вопросу применения систем автоматизированного проектирования (САПР) антенн. Благодаря использованию САПР для электродинамического моделирования, разработчики антенн имеют возможность не только ускорить процесс разработки, но и решить более сложные задачи. Наличие ряда САПР и их взаимодействие с внешними программами позволяет решать поставленные задачи различными методами. Существует также ряд численных методов решения уравнений Максвелла в частотной и временной областях. В статье представлена модель УКВ бортовой микрополосковой антенны для дальнейшего применения на космических аппаратах “Ионосфера” и CUBESAT. Получены и оценены основные параметры модели, такие как отношение стоячей волны, диаграмма направленности, коэффициент усиления.

Ключевые слова.

Космический аппарат, антенно–фидерное устройство, микрополосковая(печатная) антенна, рупорная антенна, коэффициент стоячей волны, диаграмма направленности, коэффициент усиления

**APPLICATION CAD TO DESIGN ON-BOARD ANTENNA-FEEDER DEVICES OF
SPACECRAFT**

Abstract.

The article is focused on computer-aided design (CAD) antennas. Through the use of CAD for electrodynamic simulation, developers of antennas have the opportunity not only to speed up the development process, but also to solve more complex problems. The presence of a number of CAD and their interaction with external programs can solve the tasks using different methods. There is also a series of numerical methods for solving Maxwell's equations in the frequency domain and time domain. In this article a model of an UHF-band on-board microstrip patch antenna for future application on spacecraft “Ionosphere” and CUBESAT are presented.. The basic model parameters such as voltage standing-wave ratio, radiation pattern, gain during the simulation were obtained and evaluated.

Keywords

Spacecraft, antenno–feeder devise, microstrip antenna, horn antenna, standing wave ratio, radiation pattern, gain

Для решения задач техносферной безопасности могут применяться различные наземные и космические технические средства. При этом зачастую применение таких средств зависит

от антенно-фидерных устройств, входящих в их состав. Поскольку в настоящее время разработчикам СВЧ аппаратуры приходится решать всё более сложные задачи, то при разработке комплексной системы космического базирования требуется существенное время, которое может быть минимизировано путем внедрения САПР.

Процесс проектирования электродинамических моделей некоторых систем или устройств в современных программных комплексах расчёта антенн и устройств СВЧ позволяет ускорить разработку, благодаря использованию возможностей программирования, предоставляемых системами автоматизированного проектирования (САПР) СВЧ, а также с помощью взаимодействия соответствующих программ с математическими пакетами (Matlab) и другими внешними программами (Solid Works) [1].

Существует целый ряд САПР для моделирования антенн и устройств СВЧ [2]: CST Microwave Studio; Ansoft High Frequency Structure Simulation (HFSS); EMSS FEKO; AWR Microwave Office; Agilent Advanced Design System (ADS); Agilent Electromagnetic Professional (EMPro) и др.

Компьютерные программы автоматизации проектирования основаны на численном решении уравнений Максвелла в частотной или временной области [3,4]. Численное решение уравнений Максвелла во временной области получило развитие в методах как FDTD (Finite Difference Time Domain) – конечно-разностный метод во временной области; FIT (Finite Integration Technique in Time Domain) – метод конечных интегралов во временной области. А численное решение Уравнений Максвелла в частотной области: FEM (Finite Element Method) – метод конечных элементов; FIT (Finite Integration Technique in Frequency Domain) – метод конечных интегралов; MoM (Method of Moment) – метод моментов; PO (Physical Optics approximation) – метод физической оптики; UTD (Uniform Theory of Diffraction) – однородная теория дифракции; FFT (Fast Fourier Transform and modified spectral domain method of moments) – метод моментов, модифицированный для спектральной области на основе быстрого преобразования Фурье.

Используя САПР, был построен ряд моделей антенн для применения на космических аппаратах (КА) [5].

На рисунке 1 представлены модели микрополосковых (печатных) антенн (МПА), где 1 – излучатель, 2 – подложка, 3 – короткозамыкатель, 4 – точка возбуждения [6–8].

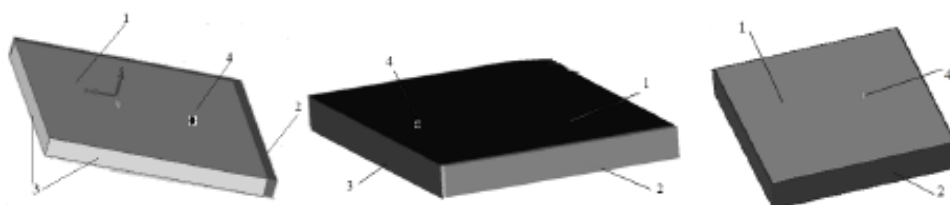


Рис. 1. Варианты конструкций бортовых антенн: а) модель МПА 137 МГц; б) модель МПА 150 МГц; в) модель МПА 400 МГц

На рисунке 2 представлены модели МПА в составе КА [9].

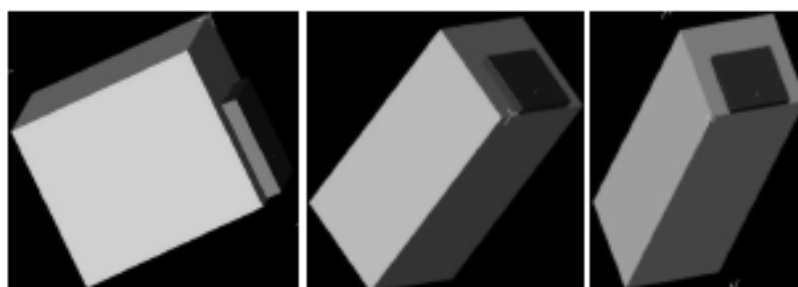


Рис.2. Модели бортовой связной МПА сверхмалого КА «CubeSat»: а) формата 1 U; б) формата 2 U; в) формата 3 U

В ходе моделирования были получены и оценены коэффициент стоячей волны (КСВ), диаграмма направленности (ДН), коэффициент усиления (КУ), а также массогабаритные

показатели. Затем было осуществлено макетирование разработанных моделей МПА, представленных на рисунках 3 и 4 [10,11].

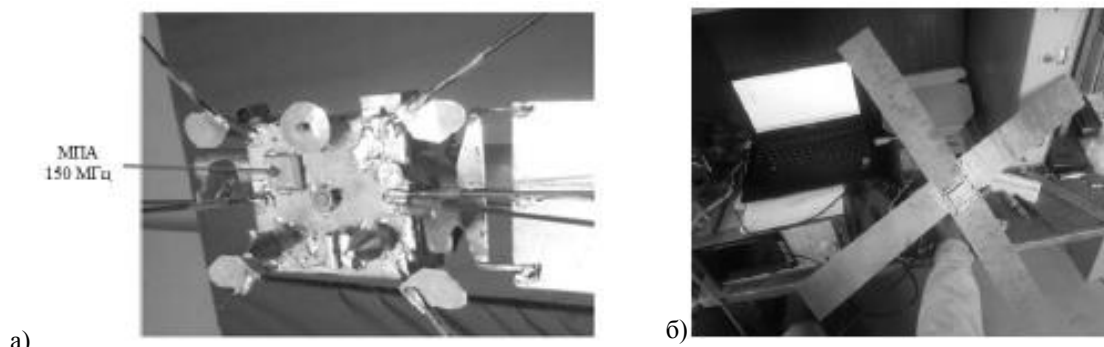


Рис. 3. Бортовые УКВ МПА: а) малый КА «Ионосфера» в масштабе 1×10; б) сверхмалый «CubeSat» КА формата 1U в масштабе 1×1

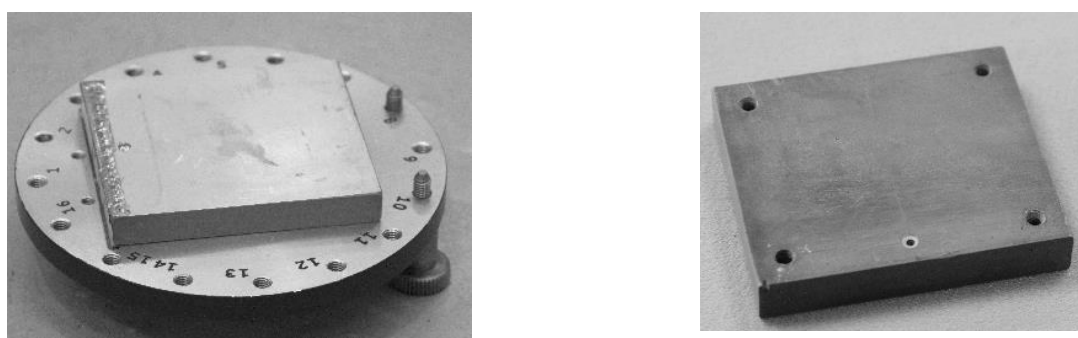


Рис. 4. Опытные образцы МПА: а) вспомогательная антенна для системы КОСПАС–САРСАТ; б) навигационная антенна ГЛОНАСС

Помимо МПА проведено электродинамическое моделирование рупорной антенны для применения в составе бортовой радиолинии передачи целевой информации (РЛЦИ) [12]. На рисунке 5 приведены модель и макет такой антенны.

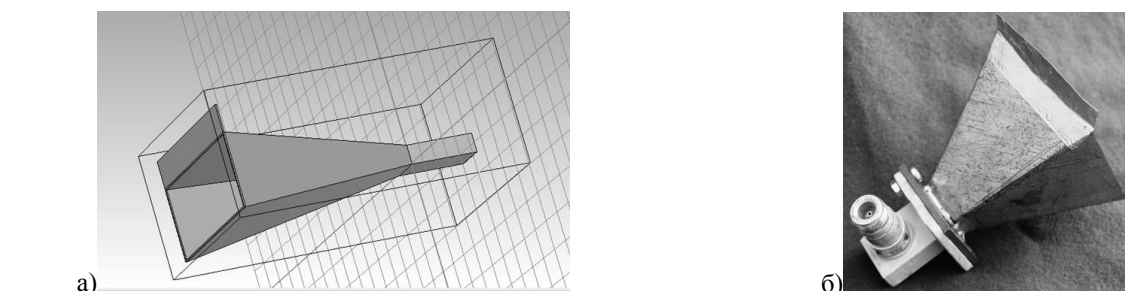


Рис. 5. Рупорная антенна для РЛЦИ: а) электродинамическая модель; б) опытный образец

Из приведённых в таблице результатов, полученных в ходе моделирования и макетирования показанных выше электродинамических моделей и образцов антенн (см. рисунок 1, рисунок 5), видна незначительная разница по значениям КСВ, ДН и КУ, что в свою очередь обусловлено упрощением при моделировании, погрешностями измерений и изготовления антенн.

Сравнение результатов моделирования и макетирования бортовых антенн

Параметры оценки	Результаты моделирования	Результаты макетирования
Тип антенны	МПА	
КСВ, б/р	1,1	1,3
Полоса частот по уровню КСВ=2, МГц	18	7
ДН	$\pm 180^\circ$ по уровню минус 11 дБ	$\pm 180^\circ$ по уровню минус 12 дБ
КУ, дБ	Плюс 3,3 дБ в направлении максимума излучения и плюс 0,5 дБ в секторе углов $\pm 60^\circ$	Плюс 3,2 дБ в направлении максимума излучения и плюс 0,5 дБ в секторе углов $\pm 60^\circ$
	Рупорная антенна	
КСВ	1,11	1,2
Рабочая полоса частот по КСВ=1,1, МГц	450	400
ДН	При 0° максимум, а при 62° минус 9 дБ	При 0° максимум, а при 62° минус 7 дБ
КУ, дБ	16	13,7

Таким образом, применение САПР при проектировании бортовых антенно–фидерных устройств позволяет:

- исследовать конструктивные решения на ранней стадии разработки;
- сократить время на разработку;
- проводить работы по усовершенствованию имеющихся разработок в целях улучшения параметров;
- повысить качество и надёжность разработки [2,3].

Литература.

1. Антенны и устройство СВЧ; учебник / Воскресенский Д.И. [и др.]; отв. ред. Д.И. Воскресенского. – 3-е изд. – Москва: Радиотехника, 2008. – С. 384.
2. Гаджиев, Э.В. Исследование характеристик направленности бортовых антенн космических аппаратов на ранней стадии разработки путём компьютерного моделирования. / Э.В. Гаджиев, Е.В. Овчинникова, П.А. Шмачилин // Гагаринские чтения–2016: сб. тезисов докладов XLII Международной научной молодёжной конференции (Москва, 12–15 апреля 2016 г.) – Москва, 2016 – С. 509–510.
3. Исследование характеристик направленности бортовых антенн космических аппаратов на ранней стадии разработки / Е.В. Овчинникова [и др.]. // Электросвязь. – 2016. – № 7. – С. 56–59.
4. Гаджиев, Э.В. Моделирование бортовых антенн СВЧ космических аппаратов / Э.В. Гаджиев // Антенны. – 2013. – № 9 (196). – С. 65–68.
5. Моделирование бортовой микрополосковой антенны / Е.В. Овчинникова [и др.]. // Антенны. – 2016. – № 7(227). – С. 10–22.
6. Bocharov, V.S. Design of microstrip antennas for dual-frequency on-board transmitter 'МАУАК 150/400' / V.S. Bocharov, A.G. Generalov, E.V. Gadzhiev. // Microwave and Telecommunication Technology: 23rd International Crimean Conference (Sevastopol, Crimea, 8–14 September 2013). – Sevastopol, Crimea, 2013. – Pp. 582–583.
7. Гаджиев, Э.В. Разработка модели микрополосковой антенны метрового диапазона (137 МГц) для перспективного использования на малом КА «Ионосфера». / Э.В. Гаджиев // Инновации в авиации и космонавтике–2014: Сб. тезисов докладов Московской молодёжной научно–практической конференции (Москва, 22–24 апреля 2014 г.). – Москва, 2014 – С. 144–145.

8. Бочаров, В.С. Разработка модели двухчастотной микрополосковой антенны для перспективного применения на космическом аппарате «Ионосфера» / В.С. Бочаров, А.Г. Генералов, Э.В. Гаджиев // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. – Москва, 2014. – Т. 141. – № 4. С. 23–26.
9. Генералов, А.Г. Варианты построения перспективных бортовых антенных систем космических аппаратов нано- и микро-классов / А.Г. Генералов, Э.В. Гаджиев, Н.И. Постоюк, А.Б. Рускин, М.В. Туманов // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии: Сб. тезисов докладов 26-ой Международной Крымской конференции (Севастополь, 4–10 сентября 2016 г.). – Севастополь, 2016 – С. 1051–1057.
10. Бочаров, В.С. Разработка макета микрополосковой антенны метрового диапазона для перспективного применения на космическом аппарате «Ионосфера» / В.С. Бочаров, А.Г. Генералов, Э.В. Гаджиев // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. Муром, 2014. – № 4 (16). – С. 20–27.
11. Бочаров, В.С. Бортовая антенная система КОСПАС–САРСАТ / В.С. Бочаров, А.Г. Генералов, Э.В. Гаджиев // Иосифьяновские чтения 2016: Сб тезисов докладов конференции (Истра, 10 ноября 2016 г.). – Истра, 2016. – С. 20–23.
12. Овчинникова, Е.В. Состояние и перспективы развития АФУ РЛЦИ КА / Е.В. Овчинникова, П.А. Шмачилин, С.Г. Кондратьева, А.Г. Генералов, Э.В. Гаджиев // Актуальные проблемы создания космических систем дистанционного зондирования Земли: Сб. тезисы докладов Пятой международной научно–технической конференции (Москва, 25 мая 2017 г.). – Москва, 2017. – С. 160–162.

УДК 62-1/9

МЕТОД ПЕРЕСЧЕТА И УТОЧНЕНИЯ ДАННЫХ ПРИ ДВИЖЕНИИ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

*Жуков А. О., e-mail: aozhukov@mail.ru
ФГБНУ «Экспертно-аналитический центр»
Окунев Е. В., e-mail: kve0r@rambler.ru
ФГБНУ «Экспертно-аналитический центр»
Скрипачев В. О., e-mail: skripatchevv@inbox.ru
ФГБНУ «Экспертно-аналитический центр»*

Аннотация.

В настоящей статье представлен метод пересчета и уточнения данных электронной концентрации при движении высокоскоростных летательных аппаратов (ЛА). Рассматриваемый аспект является очень важной задачей при обеспечении канала связи «ЛА–Земля» как при запуске космических аппаратов (КА), так и в интересах обеспечения безопасности пилотируемых программ, особенно в моменты проведения спуска пилотируемых КА. Представлен алгоритм расчета концентрации электронов в плазменных образованиях по опорным точкам, который может использоваться для оценки электронной концентрации при различных скоростях и высотах движения ЛА.

Ключевые слова.

Летательный аппарат, космический аппарат, радиолиния, алгоритм, электронная концентрация.

Abstract.

This paper presents a method of recalculating and refining the value of electron concentration during the movement of high-speed flying objects. This aspect is a very important task for providing the communications channel between land-spacecraft, also is important for safety of manned programs, especially at the moments of descent of manned spacecraft. Presents an algorithm for calculating the electron concentration in plasma formations on the reference points,

which can be used to estimate the electron concentration at various speeds and altitudes of the flying objects.

Keywords.

Flying object, spacecraft, radio link, algorithm, electron concentration.

Введение

В данной статье представлен метод пересчета и уточнения данных электронной концентрации при движении высокоскоростных летательных аппаратов (ЛА). Развитие науки и техники привело не только к увеличению количества полетов в авиации и космонавтики, но и к созданию нового типа летательных аппаратов – высокоскоростных объектов, способных совершать движение со скоростями 5-7 М, и выше. Перед летящим с такой скоростью аппаратом возникает и непрерывно поддерживается мощная ударная волна. Воздух за этой ударной волной сильно сжат и нагрет, вследствие чего вокруг аппарата возникает слой сильно ионизированного воздуха - плазмы и одновременно происходит сильный нагрев его поверхности. Стоит заметить, что сильный нагрев появляется и на скоростях ниже указанных. В этих условиях возможна полная потеря работоспособности бортовых радиотехнических систем (РТС) радиосвязи и полная потеря управления летательным аппаратом.

Как показывает практика наиболее сложно обеспечить функционирование радиолинии «ЛА-Земля» в зонах возникновения сильных тепловых потоков и плазменных образований вследствие воздействия земной атмосферы на быстро движущийся летательный аппарат. Также очень важной задачей является обеспечение связи «ЛА-Земля» при запуске космических аппаратов (КА), а также в интересах обеспечения безопасности пилотируемых программ, особенно в моменты проведения спуска пилотируемых КА. Также важной данная проблема является для поддержания требуемых эксплуатационных характеристик антенных систем многоразовых космических аппаратов. Так, космические аппараты (КА) входят в плотные слои атмосферы Земли со скоростью более 6 км/с.

Начиная с высот 100-110 км, вокруг КА возникает плазмообразование, которое производит сильный нагрев поверхности КА [1]. Такие условия приводят к частичной или полной потере работоспособности радиолинии "борт КА - Земля".

Основными причинами, затрудняющей или полностью нарушающей работу радиолиний «КА-Земля», являются:

- уменьшение энергетического потенциала системы радиосвязи из-за потерь электромагнитной энергии в плазменной оболочке;
- изменения характеристик излучения бортовых антенн в условиях плазменного нагрева.

Для выбора мер предотвращения перебоев радиосвязи необходимо знать или рассчитать некоторые параметры плазменной оболочки. Одним из таких важных параметров является концентрация электронов в плазме. Существует варианты расчета концентрации электронов по формуле Саха, но они требуют сложных и громоздких аэродинамических и теплофизических расчетов.

Для оценки электронной концентрации можно использовать данные, полученные в результате проведения летных экспериментов или точных расчетов, приведенные в виде таблиц или графиков. Например [2].

Как видно из примеров, данные по концентрации электронов могут различаться и имеют значения не по всему участку высот, а только на отдельных ее значениях. При оценочных расчетах характеристик плазмы могут понадобиться такие оценки электронной концентрации на различных высотах и скоростях. Для более полного использования данных таблиц и графиков предлагается использовать метод интерполяции.

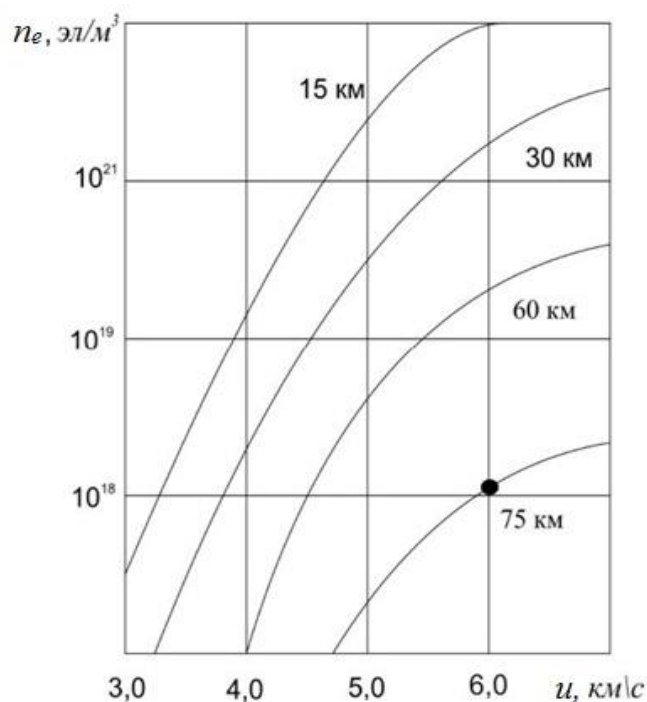


Рис. 1. Концентрация электронов за ударной волной в зависимости от высоты и скорости объекта

Программа интерполяции данных

Что бы получить более полную информацию из имеющихся данных была разработана небольшая программа интерполяции данных по опорным точкам.

Входными данными программы являются опорные точки – значения электронной концентрации при определенных значениях высоты и скорости полета ЛА. Сформирован массив данных электронной концентрации по высотам.

Таблица 1

Массив данных электронной концентрации

Скорость, м/с	Высота, км		
	30	60	90
3000	$2 \cdot 10^{11}$	$2,5 \cdot 10^9$	$7 \cdot 10^6$
4000	$3,5 \cdot 10^{13}$	$4,3 \cdot 10^{11}$	$2,5 \cdot 10^9$
5000	$7,7 \cdot 10^{14}$	$1,2 \cdot 10^{13}$	$7 \cdot 10^{10}$
6000	$2,4 \cdot 10^{15}$	$4,5 \cdot 10^{13}$	$1,9 \cdot 10^{11}$
7000	$7,4 \cdot 10^{15}$	$7,7 \cdot 10^{13}$	$4 \cdot 10^{11}$

Выбирая значения концентраций, например, по каждой из высот для табулированных значений скоростей с помощью встроенных средств программы MathCad проводится интерполяционный расчет значений концентрации – строится интерполяционный полином по известным значениям концентрации электронов. Далее полученный диапазон значений концентрации соотносится с диапазоном скоростей. Тем самым находятся промежуточные значения электронной концентрации при нетабулированных значениях скоростей. Такой же алгоритм применяется и для интерполяции значений концентрации электронов по каждому значению скорости для табулированных значениях высот, получая на выходе промежуточные значения концентрации при нетабулированных значениях высот.

В итоге получается массив данных значений концентраций электронов для более полного диапазона скоростей и высот.

Особенностью данного алгоритма является его независимость от исходных данных. Эту особенность можно применять при расчетах характеристик плазмы при имеющихся априорных данных и при изменениях в результате получения новых данных [4, 5].

Заключение

Представлен алгоритм расчета концентрации электронов в плазменных образованиях по опорным точкам может использоваться для оценки электронной концентрации при различных скоростях и высотах движения ЛА. В результате работы алгоритма получается массив с большим набором значений концентраций, который позволяет более точно рассчитывать необходимые характеристики. Работа алгоритма основывается на исходных данных, вследствие чего может легко пересчитывать выходной массив значений не только электронных концентраций, но и любых исходных данных, при изменении опорных точек и необходимого набора условий (набор высот и скоростей), что делает расширяет возможности его применения.

Литература.

1. Ярошевский В. А.. Вход в атмосферу космических летательных аппаратов./ М.: Наука, 1988, 336 с.
2. Клеймон Дж. След объекта входящего в атмосферу// «Ракетная техника и космонавтика». – 1964. – вып.10.
3. Дж. Мартин. Вход в атмосферу. Введение в теорию и практику./ Перевод с английского под редакцией Н. А. Анфимова, Мир, 1969.
4. Жуков А. О., Буторин В. В., Окунев Е. В. Подход к радиолокационному сопровождению высокоскоростных объектов и прогнозированию их движения // V Всероссийская научно-техническая конференция РТИ Системы ВКО - 2017. — Москва: Москва, 2018. — С. 362–367.
5. Оценка влияния аэродинамического нагрева на характеристики антенных систем летательных аппаратов, двигающихся на гиперзвуковых скоростях / А. О. Жуков, В. В. Буторин, Е. В. Окунев, В. И. Татевосян // V Всероссийская научно-техническая конференция РТИ Системы ВКО - 2017. — Москва: Москва, 2018. — С. 922–930.

УДК 621.391.63

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕТРОРЕФЛЕКТОРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПО ОТКРЫТОМУ ОПТИЧЕСКОМУ КАНАЛУ

*Зивенко Н.О., Гушо Ю.П., Кузнецов В.В., Маняк А.П., Умнов В.О.,
zivenko.nikita@gmail.com*

МИРЭА-Российский технологический университет

Аннотация.

В данной статье описаны характерные особенности систем атмосферных оптических линий связи на основе ретрорефлекторов – их виды, принципы действия и области применения.

Ключевые слова.

АОЛС, ретрорефлекторы, открытый оптический канал.

FEATURES OF USE MODULATING RETROREFLECTORS FOR TRANSMITTING INFORMATION VIA AN OPEN OPTICAL CHANNEL

*Zivenko N.O., Gusho Yu.P., Kuznetsov V.V., Manyak A.P., Umnov V.O.,
zivenko.nikita@gmail.com*

MIREA - Russian Technological University

Abstract.

In this paper, we have described the characteristic features of modulated retroreflector (MRR)-based free-space optics (FSO) Communications Systems – their types, principles of operation and applications.

Keywords

FSO,retroreflectors, open optical channel.

Беспроводная передача данных по оптическому каналу позволяет транслировать информацию через атмосферное или космическое пространство без использования физически выделенных линий связи. Её основными преимуществами является скрытность и защищенность, быстрое развертывание канала, невосприимчивость к радиопомехам и соседним атмосферным оптическим линиям связи (АОЛС)[1].

Постоянно расширяющаяся компонентная база и совершенствование устройств оптической связи приводят к увеличению числа возможных систем АОЛС. Современное состояние технологии беспроводной оптической связи позволяет создавать надежные каналы связи на расстояниях от 100 до 1 500-2 000 м в условиях атмосферы и до 100 000 км в открытом космосе, например, для связи между спутниками. Однако, использование таких систем ограничено из-за относительно больших массогабаритных параметров и требований к питанию.

Решением данной проблемы могут являться устройства, включающие в себя уголковые отражатели и оптические модуляторы – ретрорефлекторные системы.

В традиционных системах атмосферной оптической связи каждый узел связывается с последующим с помощью модуля наведения и отслеживания, что приводит к повышению стоимости приборов и их обслуживания. В то время как подобные системы на обоих концах линии имеют одинаковые приемопередатчики (рис.1а), ретрорефлекторные системы асимметричны и представляют собой систему из станции с источником/приемником лазерного излучения и удаленного уголкового отражателя с модулятором (рис.1б,в). Такие системы потенциально дешевле и надежнее традиционных, а также меньше в массогабаритных характеристиках и энергопотреблении[2].

Принцип действия таких систем основан на освещении лазером ответчика (удаленной станции), в котором лазерный пучок модулируется и отражается в том же самом направлении, в котором он попал на уголкового отражатель. Рядом с лазером находится фотоприемник, который декодирует полученные данные. Удаленная часть системы состоит из модулятора оптического излучения и уголкового отражателя. Модулятор находится либо во включенном, либо в выключенном состоянии и изменяет лазерный луч в соответствии с подаваемой на него информацией. Уголкового отражатель обеспечивает возвращение падающего луча обратно к запросчику.

Для передачи данных в обоих направлениях (рис.1в) лазерный пучок модулируется два раза: сначала в системе запросчика, затем в системе ответчика. В таком случае появляется дополнительное устройство для декодирования входящего лазерного луча на стороне удаленной станции – фотоприемник – и система синхронизации, которая обеспечит минимизацию потерь информации при второй модуляции оптического пучка.

Передача данных в открытом пространстве отличается от трансляции информации по оптическому волокну (ВОЛС). Для АОЛС характерны относительно большие размеры рабочей поверхности модулятора - несколько миллиметров, в то время как для ВОЛС это значение составляет единицы или десятки микрометров. Также следует учесть, что не все виды модуляторов годятся для передачи данных из-за больших фазовых искажений в атмосфере.

Рассмотрим вкратце нескольких таких систем:

- Электрооптические модуляторы;
- Акустооптические модуляторы;

- ЖК модуляторы;
- Модуляторы на множественных квантовых ямах;
- МЭМС-модуляторы;
- Рельефографические модуляторы.

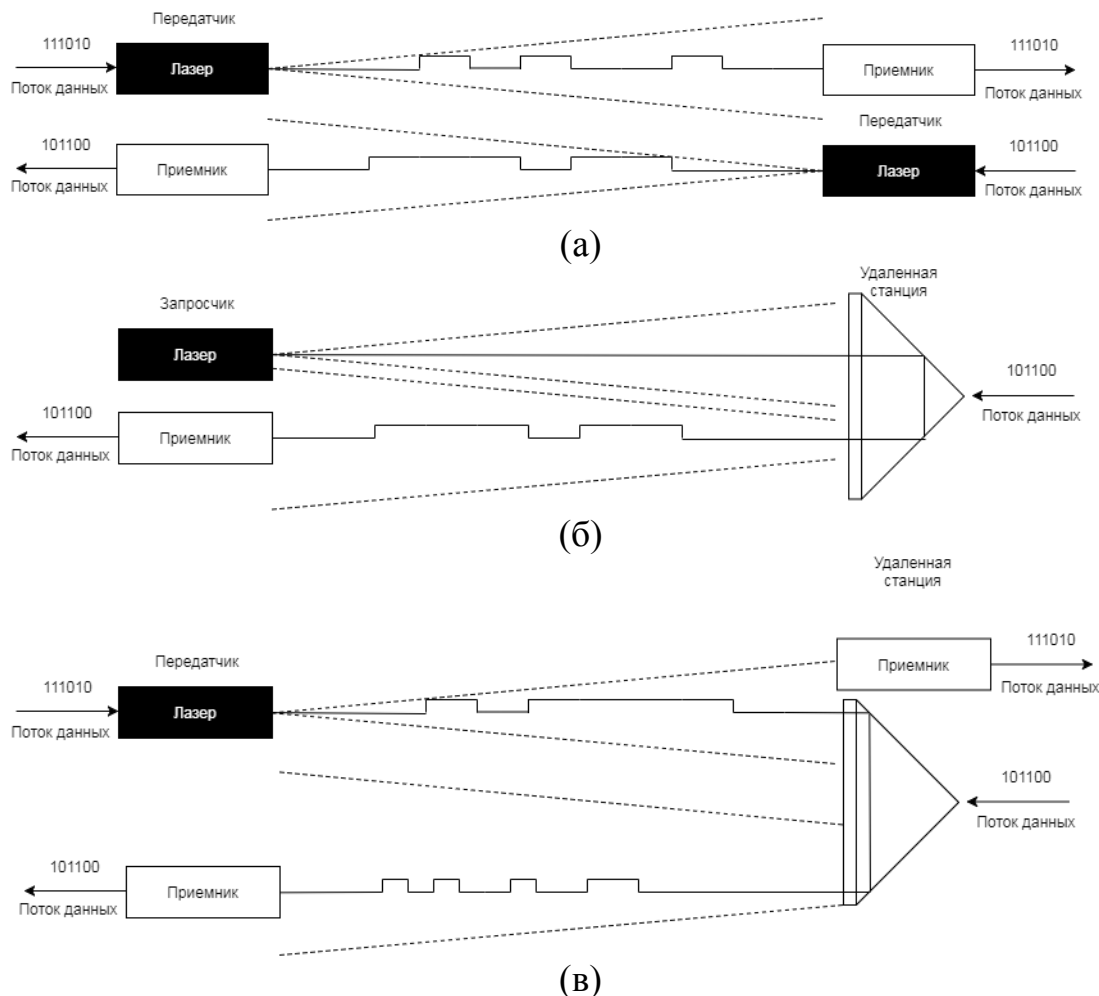


Рис.1. Виды АОЛС: а – традиционная АОЛС, б – односторонняя АОЛС с модулирующим ретрорефлектором (МРР), в - двусторонняя АОЛС с МРР

Электрооптические модуляторы содержат в себе устройство, которое можно использовать для контроля мощности, фазы или поляризации лазерного луча с помощью электрического сигнала. Обычно оно содержит одну или две ячейки Поккельса и дополнительные оптические элементы - поляризаторы. Недостатком таких систем является большая масса и высокое потребление энергии, а преимуществом – большая скорость модуляции [3].

В акустооптических модуляторах главную роль играет устройство для изменения интенсивности пропускаемого света вследствие его дифракции на решетке, образуемой в оптически прозрачном кристалле (например, в кристаллическом кварце, германии, парателлурите (диоксид теллура - TeO_2), ниобате лития LiNbO_3) в результате пространственной модуляции показателя преломления акустической волной. Такую волну создает пьезоэлектрический преобразователь, присоединенный к кристаллической тонкой (дифракция Рамана-Ната) или толстой (дифракция Брегга) пластине. Акустооптические модуляторы в большинстве случаев требуют больших затрат энергии для модуляции оптического пучка, поэтому использование их на удаленных станциях нецелесообразно.

При модуляции света ЖК модулятором используется принцип управления поворотом плоскости поляризации в ячейке жидкого кристалла. ЖК модуляторы поглощают большое количество светового потока и не отличаются быстродействием, поэтому их нельзя использовать для передачи больших объемов информации.

Модуляторы на квантовых ямах представляют собой GaAs/AlGaAs гетероструктуру, которая обладает выраженными линиями экситонного поглощения и может управляться внешним электрическим полем. Такие структуры отличаются большим коэффициентом рассогласования решеток и наличием дефектов в кристаллах, приводящих к уменьшению срока действия модулятора [4]. Также модуляторы отличаются немалой стоимостью изготовления.

МЭМС-модуляторы состоят из массива микрзеркал, которые могут поворачиваться и образовывать дифракционную решетку. Из-за малых размеров отдельных элементов и механического принципа действия обладают невысокой надежностью и большой стоимостью.

Рельефографические модуляторы представляют собой гель, нанесенный на металлическую решетку. При воздействии электрического поля на поверхности геля формируется дифракционная решетка, размер которой зависит от управляющих электродов [5,6]. В отличие от МЭМС-модуляторов, они не содержат в себе механических частей и обладают относительно малой стоимостью и повышенной надежностью. К недостаткам можно отнести невысокую скорость модуляции на одиночной решетке и относительно большие напряжения.

Сравнительная характеристика модулирующих систем для использования в составе МРР дана в Таблице 1.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика модулирующих систем

Вид МРР	ЖК	Множественные квантовые ямы	Электрооптический	МЭМС	Рельефографический
Вид модуляции	Амплитудная и поляризационная	Амплитудная	Амплитудная и поляризационная	Амплитудная	Амплитудная
Скорость	Медленная	Средняя/быстрая	Быстрая	Медленная/средняя	Медленная/средняя
Потребление энергии	Очень малое	Среднее	Высокое	Малое	Очень малое
Напряжение	Малое	Малое	Высокое	Среднее/малое	Среднее/высокое
Диаметр МРР	Малый	Средний	Средний	Малый	Малый/средний/большой
Масса	Малая	Малая	Большая	Малая	Малая

По представленным данным можно сделать вывод, что наиболее подходящими модуляторами для передачи данных в АОЛС являются модуляторы на квантовых ямах и рельефографические модуляторы.

Применение данной технологии имеет высокий потенциал для практического применения в следующих направлениях [2]:

- Системы связи типа «земля-воздух» и «воздух-земля», например, передача видео в реальном времени с БПЛА;
- Спутниковая оптическая связь и навигация (управление процессом стыковки модулей космической станции, безопасная связь);

- Системы связи типа «свой-чужой»;
- Поиск объектов, рассредоточенных в протяженной области, оптическая маркировка (отслеживание меток для дистанционно расположенных ресурсов);
- Автономная мобильная роботизированная связь;
- Подводная оптическая связь;
- Система коммуникации между беспилотным автомобилем и окружающим пространством;
- Пропускная система, связанная со считыванием оптических меток;
- Высокоскоростные беспроводные локальные сети (WLAN);
- Медицина.

Несмотря на ряд особенностей, оптическая связь в открытом пространстве на основе ретрорефлекторных систем представляет собой перспективную область исследования с возможностью применения во многих областях коммерческой, биомедицинской, поисково-спасательной и промышленной отраслей.

В результате сравнения существующих систем обозначены наиболее перспективные модуляторы на квантовых ямах и рельефографические модуляторы как основные элементы для создания оптической связи в открытом пространстве на основе ретрорефлекторных систем.

Литература.

1. Бобков А.В. Основные преимущества применения атмосферных оптических линий связи для организации канала передачи данных [Конференция] // Проблемы передачи информации в инфокоммуникационных системах. Сборник докладов и тезисов VII Всероссийской научно-практической конференции. - Волгоград : ВолГУ, 2016. - Т. 1. - стр. 14-17.
2. Majumdar Arun *Advanced Free Space Optics (FSO) - A Systems Approach* [Книга]. - New York : Springer , 2015.
3. К. Аушева Электрооптические модуляторы [В Интернете] // Laser-Portal.ru. - 05 12 2018 г.. - http://www.laser-portal.ru/content_755.
4. Н. Качалова, В. Войцехович, А. Мамута, В. Хоменко, В. Осинский, Н. Ляхова, А. Суший, Н. Суховий Аотолюминесценция GAN/INGAN-множественных квантовых ям, сформированных на наностержнях GAN. *Фотоника-1(43)-2014-с.86-91*.
5. Гущо Ю.П., Гущо М.А., Бурага А.В. Фазовый модулятор света «Рельеф» и его применения. *Международная научно-техническая конференция «информатика и технологии. Инновационные технологии в промышленности и информатике» («МНТК ФТИ-2017»)*. Сборник научных трудов. Под редакцией Булатова М.Ф. 2017. Стр. 600-603.
6. Кузнецов В.В., Гущо Ю.П., Гущо М.А. Портативный лазерный пикопроектор // *Технологии и материалы для экстремальных условий (лазерные технологии, источники тока и материалы): материалы 12-й Всероссийской конференции (Туапсе. 11-15 сентября 2017 г.)*. - М.: МЦАИ РАН, 2017, С. 16-22.

**ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАТИВНОСТИ
СПЕКТРАЛЬНЫХ КАНАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

*Макаров Д.Г.¹, Башкатов А.И.²,
Скрипачев В.О.^{1,2}, Гельфман Т.Э.²,*

*Пурхавка А.П.², Жуков А.О.³,
dgdg36@mail.ru, bashkatov.alexandr@mail.ru,
skripatchevv@inbox.ru, gelfman.tat@yandex.ru,
apirh@mail.ru, aozhukov@mail.ru*

¹ФГБНУ «Аналитический центр»

²МИРЭА – Российский технологический университет

*³Государственного астрономического института имени П.К. Штернберга
Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова*

Аннотация.

При разработке систем принятия управленческих решений при обеспечении техносферной безопасности используются различные источники данных, в том числе и активно применяются и спутниковые данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Для работы с космическими данными ДЗЗ в качестве программного обеспечения используются современные программные продукты, включающие возможности ГИС. Различные типы ГИС-пакетов предоставляют пользователям различные возможности по обработке снимков, обеспечиваемые заложенными в них программными средствами анализа и интерфейса. Как правило, эти средства включают некоторый обязательный стандартный набор, по большей, части интерактивных процедур предварительной коррекции, трансформирования и классификации снимков с визуальным контролем их выполнения на экране монитора в комплексе с другими ГИС-технологиями. Все расширения или модификации этого набора предназначены для решения задач различных уровней сложности при всестороннем использовании ДЗЗ.

Ключевые слова: Дистанционное зондирования Земли, ГИС-пакет, спутниковые данные, космоснимки

**THE SOFTWARE MODULE DETERMINING THE INFORMATION CONTENT OF
SPECTRAL CHANNELS DISTATIONNOGO ZONING LAND**

*Makarov D. G. 1, Bashkatov A. I. 2,
Skrpachev V. O. 1, 2, Gelfman T. E. 2,*

*Perhave 2 A. P., Zhukov A. O. 3,
dgdg36@mail.ru, bashkatov.alexandr@mail.ru,
skripatchevv@inbox.ru, gelfman.tat@yandex.ru,
apirh@mail.ru, aozhukov@mail.ru*

1fgbnu " Analytical center»

2MIREA-Russian technological University

3state astronomical Institute named after P. K. Sternberg

Moscow state University named after M. V. Lomonosov

Annotation.

Various data sources are used in the development of decision-making systems to ensure technosphere safety, including satellite data of remote sensing of the earth (ers)

To work with remote sensing space data, modern software products including GIS capabilities are used as software. Different types of GIS packages provide users with different image processing capabilities provided by their analysis and interface software. As a rule, these tools include some mandatory standard set, mostly interactive, procedures for pre-correction, transformation and classification of images with visual control of their execution on the monitor screen in conjunction with other GIS technologies. All extensions or modifications of this set are designed to solve problems of different levels of complexity with comprehensive use of remote sensing.

Keywords.

Remote sensing of the Earth, GIS package, satellite data, space images

Снимки, получаемые методами ДЗЗ, являются растровыми. Они представляют собой матрицу элементов, которые называются пикселями. Каждый пиксель на снимке соответствует наименьшему элементу земной поверхности, который может быть разрешен. Понятие «пиксель» относится к изображению, которое формируется съемочной системой. Например, если пространственное разрешение сенсора равно 10 м, то каждому пикселю будет соответствовать участок поверхности размером 10x10 м. Пиксели можно подразделить на «чистые» и «смешанные». «Чистый» пиксель содержит только однородную информацию. Если в пикселе содержится разнородная информация, его называют «смешанным». Числовое значение «чистого» пикселя характеризует усредненную яркость частей объекта определенного класса. Числовое значение «смешанного» пикселя – это усреднение спектральных откликов объектов разного типа. Количество «смешанных» пикселей возрастает по мере снижения пространственного разрешения [1].

Системы ДЗЗ, регистрирующие излучение в нескольких независимых спектральных диапазонах, также могут отличаться своей спектральной разрешающей способностью. Многоспектральный снимок содержит несколько каналов цветовой информации. Каждый пиксель изображения описывается при помощи матрицы (вектора) значений. Это один из самых информативных и перспективных видов съемок, когда одновременно, но раздельно фиксируются несколько изображений в различных участках спектра. Их может быть – 3, 4, 5, 7 и больше.

В последние годы в нашей стране и за рубежом в практику ДЗЗ активно внедряются технологии гиперспектральной съемки [2]. Это перспективное направление исследования объектов земной поверхности – изучение их свойств на основе анализа информации о распределении отраженного от них излучения в зависимости от длины волны, что значительно расширяет возможности прикладного дешифрирования.

Известно, что последовательность обработки и анализа данных ДЗЗ состоит из следующих этапов [4]:

1. Отображение – представление данных (изображений), полученных непосредственно из их источника, в удобном для пользователя наглядном виде без потерь и искажений;

2. Улучшение – изменение параметров изображения (яркость, контрастность, цветовой баланс, фильтрация помех и т.д.), направленное на улучшение его читаемости и облегчение дальнейшего анализа;

3. Географическая привязка – идентификация участка земной поверхности, отображённого на изображении, и присвоение каждой точке изображения координат в соответствии с координатами данных точек на местности;

4. Геометрическое трансформирование – приведение изображения к заданному масштабу и картографической проекции с устранением смещений из-за выполнения съёмки с отклонением от надира, рельефа местности, кривизны поверхности Земли и геометрических искажений;

5. Классификация – распознавание на изображении участков, соответствующих различным категориям объектов, и построение на этой основе тематического изображения,

на котором объекты, принадлежащие к одной категории, отображаются одинаково (одним цветом);

6. ГИС-анализ – анализ взаимного пространственного положения различных объектов на изображениях и атрибутивной (описательной) информации о них, производимой с целью решения разнообразных прикладных задач;

7. Подготовка отчёта – создание качественных отчётных информационных материалов, содержащих результаты обработки и анализа данных и сопровождающихся необходимыми иллюстрациями, пояснениями и т.д.

Как было отмечено выше, первым этапом обработки данных ДЗЗ является их отображение. Для удобства дешифрирования изображения, как правило, создают синтезированное цветное изображение. Из серии зональных снимков выбирают три, окрашивают их в красный, зеленый и синий цвета и совмещают. Выбор этих трех спектральных зон для синтеза определяется задачами, которые нужно решить с помощью цветного изображения, при этом синтезированное изображение должно облегчить процесс визуального дешифрирования снимков.

Зачастую работа с большим количеством съемочных зон мультиспектральных изображений затруднена, поэтому необходимо использовать специализированное программное обеспечение обработки спутниковых изображений [3].

Программный комплекс ENVI является одним из наиболее удачных и доступных программных продуктов для визуализации и обработки данных ДЗЗ. Программный комплекс включает в себя множество функций, отметим лишь некоторые из них:

- обработка и анализ гиперспектральных снимков;
- исправление геометрических и радиометрических искажений;
- поддержка объемных растровых и векторных форматов данных;
- создание и использование масок;
- привязка снимков как к снимкам так и картам;
- создание мозаик снимков;
- интерактивное улучшение изображений, дешифрирование;
- создание композиции карты;
- проведение контролируемой и неконтролируемой классификации.

При этом программный комплекс имеет открытую архитектуру, благодаря чему пакет ENVI работает на различных платформах, и предоставляет пользователю возможность индивидуальной настройки, разработке и внедрению собственных процедур обработки данных ДЗЗ с помощью интерпретируемого языка программирования IDL (InteractiveDataLanguage)[5,6].

В программном комплексе ENVI отсутствует возможность автоматического отображения спектральных каналов, за исключением самых распространенных случаев:

- натуральная цветопередача (красный-зеленый-синий)
- ложная цветопередача (ближний ИК-красный-зеленый).

Поэтому целесообразно разработать программный модуль, позволяющий рассчитывать оптимальный набор спектральных каналов для отображения по индексу OptimumIndexFactor (OIF).

OIF – статистическая величина, которая используется для выбора оптимальной комбинации трех спектральных каналов спутникового изображения при создании цветного композита. Оптимальная комбинация спектральных каналов формируется из всех возможных 3х-канальных комбинаций с наибольшим количеством информации, которое оценивается по наибольшей сумме стандартных отклонений и наименьшим количеством повторной информации, характеризуемое наименьшим значением коэффициента корреляции среди пар спектральных каналов[7].

Алгоритм расчета индекса OIF состоит из следующих шагов:

1. Определяется число возможных 3х-канальных комбинаций *count*, которое вычисляется по формуле:

$$\text{count} = \frac{N!}{(3!) \cdot (N - 3)!}$$

где N – число спектральных каналов изображения.

Вычисляется значение OIF по формуле:

$$OIF = \frac{\sigma_i + \sigma_j + \sigma_k}{|r_{ij}| + |r_{ik}| + |r_{jk}|}$$

где $\sigma_i, \sigma_j, \sigma_k$ - стандартное отклонение в спектральных каналах i, j, k соответственно;

r_{ij} - значение коэффициента корреляции между каналами i и j;

r_{ik} - значение коэффициента корреляции между каналами i и k;

r_{jk} - значение коэффициента корреляции между каналами j и k.

Выполняется сортировка вычисленных индексов OIF и каналов, соответствующих им. Высокое значение индекса OIF, говорит о том, что данные содержат много информации (высокое значение стандартного отклонения) и низкая корреляция между данными в рассматриваемых спектральных каналах.

Рис. 1 Фрагмент изображения КА Quickbird

Рис. 2 Фрагмент изображения КА RapidEye

Таблица 1

Полученные значения для мультиспектрального снимка КА Quickbird (4 спектральных канала)

Номер комбинации спектральных каналов	R	G	B	OIF
1	Канал 1	Канал 2	Канал 3	5429.6018
3	Канал 1	Канал 2	Канал 3	13114.604
4	Канал 1	Канал 3	Канал 4	14183.339
2	Канал 2	Канал 3	Канал 4	15351.017

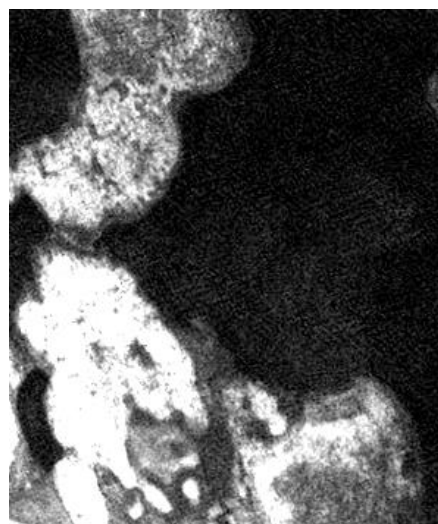


Рис. 1 и 2 исходные одиночные снимки в натуральной цветопередаче космических аппаратов (КА) Quickbird и RapidEye. В таблицах 1 и 2 приведены полученные значения для одиночных мультиспектральных снимков космического аппарата (КА) Quickbird и RapidEye.

Таблица 2.

Полученные значения для мультиспектрального снимка КА RapidEye (5 спектральных каналов)

Номер комбинации спектральных каналов	R	G	B	OIF
7	Канал 2	Канал 3	Канал 4	3618561.8
1	Канал 1	Канал 2	Канал 3	4137974.6
4	Канал 1	Канал 3	Канал 4	4201657.8
2	Канал 1	Канал 2	Канал 4	4994107.2
10	Канал 3	Канал 4	Канал 5	5859586.0
8	Канал 2	Канал 3	Канал 5	5873690.6
5	Канал 1	Канал 3	Канал 5	6494723.9
9	Канал 2	Канал 4	Канал 5	6638543.9
3	Канал 1	Канал 2	Канал 5	7226349.4
6	Канал 1	Канал 4	Канал 5	7264709.8

Разработанный программный модуль для программного комплекса ENVI позволяет оценить информативность спектральных каналов мультиспектральных изображений ДЗЗ. Недостатком разработанного модуля является большая вычислительная сложность при оценке информативности гиперспектральных изображений. Кроме того, полученные результаты для других снимков и других КА в определенной степени будут зависеть от условий проведения съемки: район, сезон и т.д. В дальнейшем необходимо исследовать возможность адаптации разработанного программного модуля с учетом отдельных диапазонов спектральных каналов гиперспектральной аппаратуры КА ДЗЗ.

Литература.

1. Дистанционное зондирование земли : учеб.пособие / Е. Н. Сутырина. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. – 165 с.
2. Plaza A., Benediktsoon J.A., Boardman J.W., Brazile J., Bruzzone L., Camps-Valls G., Chanusott J., Fauvel M., Gamba P., Gualtieri A., Marconcini M., Tilton J.C., Trianni G. Recent advances in techniques for hyperspectral image processing // Rem. Sens. Env. 2009. V.113. P.S110-S112.
3. Воробьева А.А. Дистанционное зондирование Земли: Уч. пособ. / – С.-Петербург: Изд-во СПбНИУ ИТМО, 2012. – 168 с.
4. John R. Jensen. Remote sensing of the environment: An Earth resource perspective (2nd Edition). – Prentice Hall, 2006. – 608p.
5. Скрипачев В.О., Болсуновский М.А. Что такое IDL? // Геопрофи. 2006. №4, С.25-26.
6. Скрипачев В.О. Вопросы использования InteractiveDataLanguage при создании научных приложений // Современные информационные технологии и ИТ-образование [Текст] / Сборник избранных трудов VII Международной научно-практической конференции. Под ред. проф. В.А. Сухомлина. - М.: ИНТУИТ.РУ, 2012. С.792-799.
7. Chavez, P.S., G.L. Berlin and L.B. Sowers. Statisticalmethodforselecting Landsat MSS ratios // Journal of Applied Photographic Engineering, 8:1982. p.23-30.

КОМПЛЕКС ДЛЯ ОТРАБОТКИ БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ НАНОСПУТНИКОВ

*Спиридонов А.А., Саечников В.А., Шалатонин И.А.,
Гринь Д.Н., Домбровский В.В., Дубовик А.А., Казарина Ю.В.,
sansan@tut.by*

*Белорусский государственный университет, Минск,
Республика Беларусь*

Аннотация.

Рассматривается построение комплекса для отработки бортового оборудования наноспутников. Описываются функциональные возможности и принцип работы комплекса дистанционного управления, имитатора космического аппарата.

Ключевые слова.

сверхмалый космический аппарат, имитатор космического аппарата, комплекс дистанционного управления, отработка бортовых систем наноспутника.

THE FACILITY FOR NANOSATELLITE AVIONICSTESTING

*Spiridonov A. A., Saechnikov V. A., Shalatonin I. A.,
Grin D. N., Dombrovsky V. V., Dubovik A. A., Kazarina Yu. V.,
sansan@tut.by*

*Belarusian State University, Minsk,
Republic of Belarus*

Abstract.

The construction of the facility for testing of nanosatellite avionics is considered. The functional capabilities and principle of operation of the remote control system, spacecraft simulator are described.

Keywords:

Small satellite, satellite simulator, remote control system, nanosatellite avionics testing.

В настоящее время существуют несколько десятков ведущих фирм-производителей, предприятий, предлагающих как отдельное оборудование для сверхмалых космических аппаратов (СМКА), так и готовые решения для бортовых систем и СМКА в целом. Обычная практика разработчиков проектировать собственные модули на основе покупных коммерческих элементов, так как такой способ разработки позволит обеспечить соответствие техническим и эксплуатационным требованиям СМКА. Для подтверждения работоспособности и заданных технических характеристик разрабатываемого оборудования или бортовой системы необходимо проводить их предварительное тестирование и комплексные испытания при его совместной работе с другими бортовыми системами в составе СМКА и наземного комплекса управления. Эту задачу решают различные отладочный комплекты, инженерные модели, комплексы по отработке как отдельного бортового оборудования так и всего СМКА в целом.

Известен отладочный комплект PumpkinCubeSatKits американской фирмы PumpkinInc., включающий корпус; систему управления, сбора и обработки данных и платы расширения, обеспечивающей подключение отрабатываемого оборудования по интерфейсам RS-232, USB, PCI/ISA шине данных, систему связи. Однако по причине отсутствия в отладочном комплекте системы электроснабжения, системы управления ориентацией и стабилизации, данное устройство не позволяет создать полнофункционального отладочного комплекса для СМКА и проводить тестирование и комплексные испытания отрабатываемого оборудования в составе модели СМКА при совместной работе всех бортовых систем при

имитации различных режимов работы СМКА. Недостатком отладочного комплекта являются отсутствие широко используемых для подключения оборудования космического аппарата (КА) SPI, I2C, CAN, RS422/ RS485 интерфейсов. По причине отсутствия аппаратного резервирования системы управления, сбора и обработки данных, системы связи, каналов управления, каналов передачи телеметрии от отладочного комплекта на наземный комплекс управления, данное устройство обладает низкой надежностью при проведении испытаний обрабатываемого оборудования.

Инженерная модель СМКА EyasSat служит полнофункциональным демонстрационным макетом и позволяет проводить лабораторный практикум в процессе подготовки и переподготовки специалистов аэрокосмической отрасли. Кроме того, модель можно использовать при отработке алгоритмов управления и программного обеспечения системы ориентации и стабилизации КА. Однако в данной инженерной модели невозможно проводить испытания как отдельного оборудования, так и бортовой системы СМКА в различных режимах его работы. Отсутствие аппаратного резервирования системы сбора, управления и обработки данных, системы связи, резервирования каналов управления и передачи информации является недостатком инженерной модели СМКА EyasSat, так как система обладает низкой надежностью в процессе отработки программного обеспечения. По причине отсутствия в составе навигационного приемника данное устройство обладает низкой временной синхронизацией с наземным комплексом управления, что уменьшает точность временных измерений при проведении испытаний.

Для решения задач отработки управления СМКА, проведение экспериментов по отработке бортового оборудования и аппаратуры целевой нагрузки, бортового программно-математического обеспечения, оборудования комплекса управления, подготовки и переподготовки специалистов аэрокосмической отрасли в Белорусском государственном университете был разработан комплекс для отработки бортового оборудования наноспутников. Он включает в себя программно-аппаратные средства: комплекс дистанционного управления (КДУ); имитатор КА; программно-информационный комплекс отработки бортового оборудования; лабораторный практикум «Бортовые системы и наземные комплексы управления нано и пикоспутников».

КДУ имеет возможность как принимать телеметрию и целевую информацию реальных сверхмалых КА, так имитировать работу наземного комплекса управления КА; позволяет проводить тестирование и комплексные испытания обрабатываемого оборудования совместно с имитатором КА; позволяет формировать и передавать команды управления имитатором КА, принимать, обрабатывать и отображать ответные квитанции о выполнении команд управления имитатором КА и телеметрическую информацию бортовых систем и обрабатываемого оборудования (ОО) имитатора КА; формировать программу работы бортовой аппаратуры космического аппарата или обрабатываемого оборудования на имитаторе; моделировать проведение регламентных работ с КА.

В состав аппаратных средств КДУ входит оборудование (трансивер IC-9100; антенно-фидерные устройства командной и телеметрической радиоперехватной линии; усилителей мощности; модемно-согласующие устройства; управляющий компьютер с программным обеспечением; источник бесперебойного питания) для приема телеметрии и целевой информации реальных сверхмалых КА, а также мобильный модуль КДУ для отработки бортовых систем и ОО совместно с имитатором КА.

Оборудование мобильного модуля КДУ для обеспечения надежности продублировано; каналы управления, приема телеметрии имитатора СМКА продублированы за счет основного и резервного мобильных модулей комплекса дистанционного управления, применения двух модулей приёма-передачи на базе радиомодуля CC430 (основной и резервный) в каждом из мобильных модулей КДУ; для приема телеметрической и целевой информации имеется в наличии высокоинформативный канал; предусмотрено озвучивание телеметрической информации (ТМИ) и хранение на локальном сервере и удаленном сервере резервирования хранения информации - сайте имитатора КА, как показано на рисунке 1.

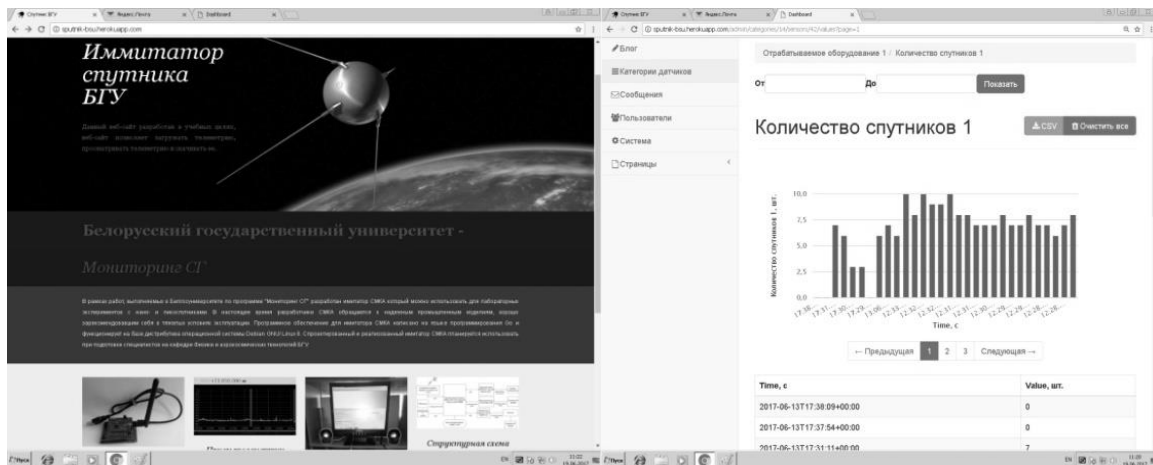


Рис.1 – Удаленный сервер резервирования хранения информации - сайт имитатора КА

Для удобства работы был разработан графически интерфейс пользователя (ГИП) КДУ [1], показанный на рисунках 2-3.

ГИП КДУ состоит из: отладочной консоли, на которой отображается состояние системы, приходящие пакеты телеметрии; панели содержания пакетов телеметрической информации, в которой отображается не декодированная и декодированная телеметрия по системам имитатора КА, с возможностью графического отображения параметров; панели управления имитатором КА, позволяющей формировать команды управления и отображать ответные пакеты, приходящие от имитатора и подтверждающие выполнения команд управления, устанавливать время выполнения команд, выбирать режим работы имитатора; подключать и отключать датчики и обрабатываемое оборудование; передавать дополнительные команды бортовому и обрабатываемому оборудованию; переключать с помощью команд на имитаторе приемопередатчики (основной и резервный); устанавливать время на имитаторе.

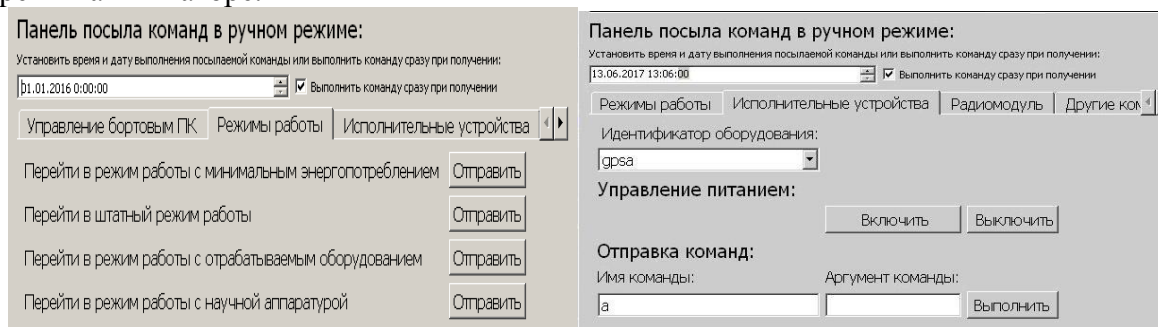


Рис.2 – Панель управления имитатором КА ГИП КДУ

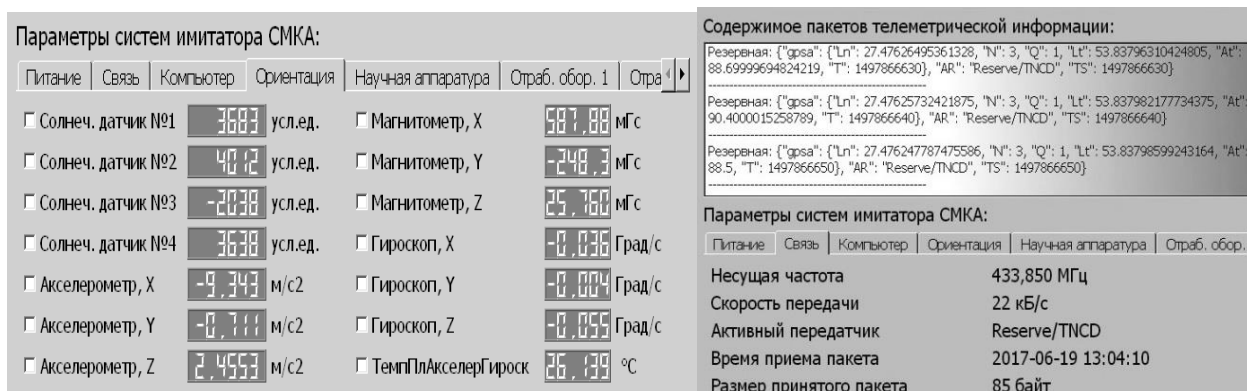


Рис.3 – Окна содержимого пакетов ТМИ ГИП КДУ

Имитатор КА, показанный на рис.4, предназначен для проектирования и разработки бортовых систем СМКА, проведения экспериментов по отработке оборудования наземного комплекса управления, бортового оборудования и аппаратуры целевой нагрузки СМКА, подготовки и переподготовки специалистов аэрокосмической отрасли. Имитатор КА имеет негерметичное исполнение, вертикальную компоновку и состоит из модулей имитирующих работу основных бортовых систем КА: системы управления, сбора и обработки данных (СУСОД); система связи (СС); системы электроснабжения (СЭС); системы управления ориентацией и стабилизации (СУОС); системы интерфейсов (СИ); отработываемого оборудования (ОО).

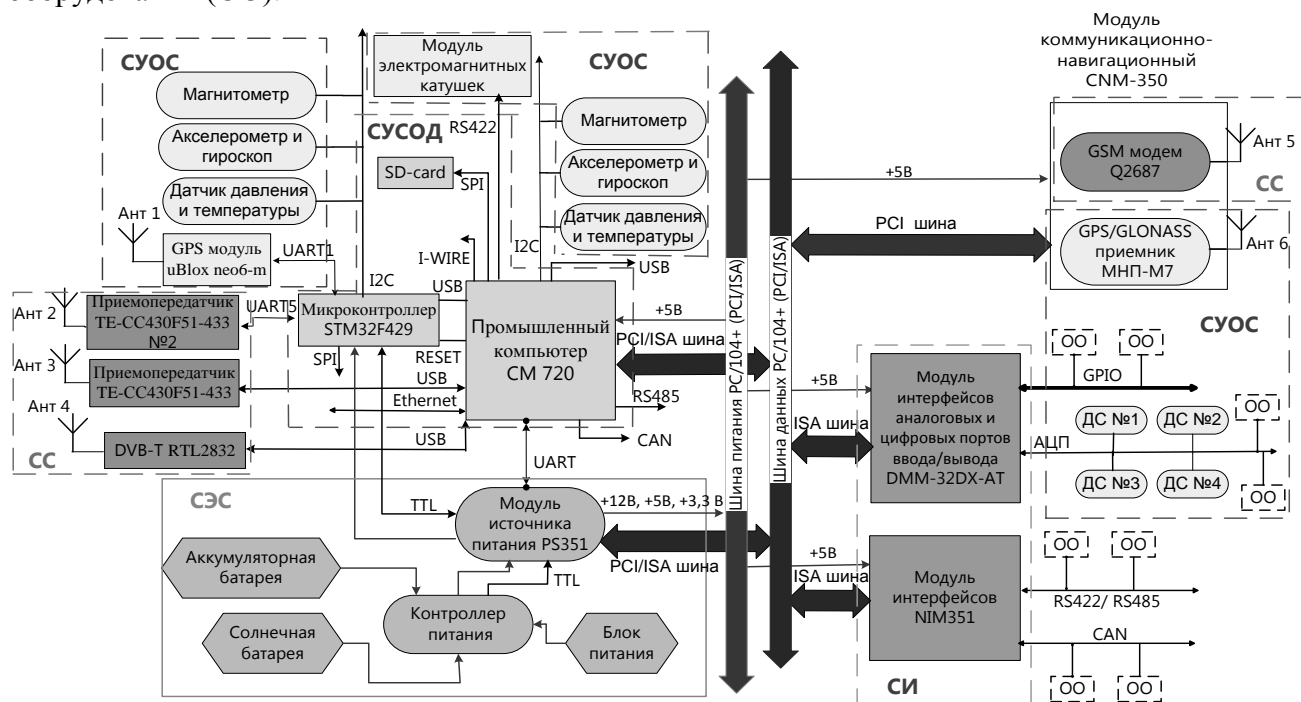


Рис.4 –Структурная схема имитатора КА

Оборудование бортовых систем имитатора КА: системы управления, сбора и обработки данных, системы связи для обеспечения надежности продублировано и имеет возможность удаленного управления, включения, отключения, программного переключения в зависимости от состояния бортовых систем имитатора и программного управления с помощью пользовательских команд; каналы управления имитатором КА от КДУ продублированы за счет основной (на основе промышленного компьютера CM-720) и резервной (на основе микроконтроллера STM32F429) СУСОД; каналы передачи телеметрии от имитатора КА на наземный комплекс управления продублированы за счет двух одинаковых приемопередатчиков (TE-CC430F51-433) и GSM модема коммуникационного модуля. Повышение точности временных измерений при проведении испытаний осуществляется за счет применения в составе основного (приемника МНП-М7) и резервного навигационного приемника (GPS модуль uBlox neob-m).

Программно-информационный комплекс обработки бортового оборудования включает в себя программное обеспечение (ПО) анализа и управления имитатором КА, ПО КДУ, ПО имитатора КА, ПО навигационно-баллистического обеспечения, ПО обработки информации телеметрии и целевой аппаратуры имитатора КА, ПО технической поддержки; ПО обработки и разборчивого озвучивания телеметрии КА.

В отличие от существующих стендов и комплексов программно-аппаратные средства для отработки бортового оборудования наноспутников обеспечивают: повышение

работоспособности, надежности и живучести за счет дублирования оборудования, аппаратных средств КДУ и бортовых систем имитатора КА; а также за счет использования двух независимых каналов управления имитатором КА от КДУ и двух каналов передачи телеметрии от имитатора КА к КДУ; повышение точности временных измерений при проведении испытаний за счет применения навигационных приемников; хранения информации телеметрии на локальном сервере и ее резервирование на удаленном сервере - сайте имитатора КА с возможностью оперативного использования; возможность проводить отработку оборудования и программного обеспечения приема и обработки телеметрии и целевой информации реальных сверхмалых КА.

Была проведена апробация комплекса для отработки бортового оборудования наноспутников в учебном процессе БГУ в рамках проведения лабораторного практикума по дисциплине «Основы проектирования и эксплуатации сверхмалых космических аппаратов». На базе комплекса для отработки бортового оборудования наноспутников был разработан и внедрен в учебный процесс учебно-методический комплекс [2].

Разработанные программно-аппаратные средства для отработки бортового оборудования наноспутников позволяют повысить надёжность, работоспособность и живучесть бортового оборудования и целевой аппаратуры, повысить точность алгоритмов прогнозирования движения космического аппарата, определения его углового положения, улучшить качество разработки бортового программного обеспечения. Кроме того полученные результаты можно применить для практического обучения студентов аэрокосмических специальностей. Результаты работы были использованы при разработке наноспутника БГУ. В настоящее время опыт накопленный при разработке комплекса для отработки бортового оборудования наноспутников используется в проекте «Разработка и создание структуры информационного обеспечения аэрокосмического образования», в рамках которого будут разработаны программно-аппаратные средства и сайт лаборатории удаленного доступа по аэрокосмическим направлениям «Космические аппараты», «Наземные комплексы».

Литература.

1. Гринь Д.Н., Домбровский В.В., Колтун Б. В., Саечников В.А., Спиридонов А.А., Шалатонин И.А. Программное обеспечение программно-информационного комплекса отработки бортовых систем и научной аппаратуры. // Фундаментальные проблемы системной безопасности: Материалы школы-семинара молодых ученых (13-15 сентября 2017). - Воронеж-Севастополь, Издательство «Цифровая полиграфия» 2017.-280 с. - с 74-79
2. Шалатонин И.А., Спиридонов А.А., Саечников В.А., Гринь Д.Н., Домбровский В.В., Дубовик А.А., Казарина Ю.В. Учебно-методический комплекс на базе программно-аппаратных средств для лабораторной отработки нано и пикоспутников// Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалыМеждународ. науч. - практ. конф. Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2017. Ч. IV. 250 с - с 54-58

АЛГОРИТМ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО ВЫДЕЛЕНИЯ КОНТУРОВ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ЗАДАЧ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ

*К.Е. Скугоров, Д.Ю. Дронов, С.А. Карпов, Е.А. Самойлин,
es977@mail.ru*

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

Аннотация.

Предложен алгоритм выделения контуров объектов для последующего анализа изображений, основанный на изменении (адаптации) значений весовых коэффициентов разноориентированных градиентных масок в зависимости от оцениваемых искажений амплитуд яркости элементов изображения аддитивным гауссовским шумом. Приведен пример выделения контуров объекта на изображении известным и предлагаемым алгоритмом, показывающий более высокую помехоустойчивость последнего.

Ключевые слова.

Изображения, выделение контуров, градиентные маски, аддитивный гауссовский шум.

ALGORITHM OF NOISE-RESISTANT SELECTION OF OBJECT CONTOURS FOR IMAGE ANALYSIS TASKS

*K.E. Skugorov, D.Y. Dronov, S.A. Karpov, E.A. Samoylin,
es977@mail.ru*

*Military Training and Research Center of the Air Force "Air Force Academy named after
Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin", Voronezh, Russia*

Abstract.

An algorithm is proposed for extracting the contours of objects for subsequent image analysis based on changing (adapting) the values of the weighting factors of multi-oriented gradient masks depending on the estimated distortion of the brightness amplitudes of the image elements by additive Gaussian noise. An example of the selection of the contours of an object in an image by a known and proposed algorithm is given, which shows a higher noise immunity of the latter.

Keywords

Contour selection, gradient masks, additive Gaussian noise.

В настоящее время в различных системах видеонаблюдения, предназначенных для обеспечения безопасности, распространенной задачей является обнаружение и распознавание объектов [3]. Поскольку контур объекта несет в себе всю информацию, то задачи анализа изображений предполагают предварительное выделение контура [1, 5]. Так как идеальных условий в практике видеонаблюдения не существует, на получаемых изображениях часто возникают шумы. Они появляются в результате изменения освещенности, температуры, влажности, давления, воздействия различного рода вибраций и т.п. Такие шумы в общем случае можно представить аддитивным гауссовским шумом (АГШ), при этом выделение контуров на его фоне будет осуществляться с ошибками.

Целью работы является повышение качества выделения контура на фоне аддитивного гауссовского шума.

Модель исходного оцифрованного по строкам $i=1\dots I$ и столбцам $j=1\dots J$ изображения представляется в виде матрицы Λ с матричными элементами $\lambda_{i,j}$ [1]:

$$\lambda_{i,j} \in [1, \dots, 2^N], N = 8, \quad (1)$$

где N – степень квантования; 2^N – число уровней квантования матричных элементов λ_{ij} .
Элементы изображения (1), полученного на фоне АГШ, могут быть представлены матрицей \mathbf{X} с матричными элементами:

$$x_{i,j} = \lambda_{i,j} + n_{i,j}, \quad (2)$$

где $n_{i,j}$ – случайная величина с нулевым математическим ожиданием и среднеквадратическим отклонением (СКО) σ .

Для получения контура изображения \mathbf{X} (2) с использованием градиентного подхода используют следующее выражение [1]:

$$k_{i,j}^{\mathbf{X}} = \begin{cases} 1 & \text{при } \nabla_{i,j} \geq P; \\ 0 & \text{при } \nabla_{i,j} < P, \end{cases} \quad (3)$$

где $k_{i,j}^{\mathbf{X}}$ – элемент матрицы $\mathbf{K}^{\mathbf{X}}$, полученной из изображения \mathbf{X} (2); $\nabla_{i,j}$ – градиент изображения \mathbf{X} (2), в точке i, j ; P – величина порога.

Градиент изображения $\nabla_{i,j}$ в координате i, j определяется из выражения [1]:

$$\nabla_{i,j} = \sqrt{\left(\sum_{s=-1}^1 \sum_{q=-1}^1 x_{i+s,j+q} g1_{s,q} \right)^2 + \left(\sum_{s=-1}^1 \sum_{q=-1}^1 x_{i+s,j+q} g2_{s,q} \right)^2} \quad (4)$$

где $g1_{s,q}$, $g2_{s,q}$ – элементы разноориентированных градиентных масок, для выделения составляющих градиента поля изображения вдоль столбцов ($g1_{s,q}$) и строк ($g2_{s,q}$); $s, q = (-1, 0, 1)$ – индексы элементов масок, определяющие ее размер (3×3 в данном случае).

В качестве разноориентированных масок обычно используют маски оператора Превитта либо Собела [1]. Маски $g1_{s,q}$, $g2_{s,q}$, в случае оператора Превитта имеют следующий вид [1]:

$$\mathbf{G1} = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{G2} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Предлагаемый алгоритм основан на аналогичной процедуре выделения контура (3)-(5), но отличается изменением значений коэффициентов масок $g1_{s,q}$, $g2_{s,q}$.

Процедура адаптации коэффициентов градиентных масок (5) заключается в выполнении следующих этапов обработки. На первом этапе находятся «доли незашумленности» изображения \mathbf{X} из выражения [2]:

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} \frac{1}{(x_{1,1} - \lambda_{1,1})^2 + \varepsilon} & \frac{1}{(x_{1,2} - \lambda_{1,2})^2 + \varepsilon} & \dots & \frac{1}{(x_{1,J} - \lambda_{1,J})^2 + \varepsilon} \\ \frac{1}{(x_{2,1} - \lambda_{2,1})^2 + \varepsilon} & \frac{1}{(x_{2,2} - \lambda_{2,2})^2 + \varepsilon} & \dots & \frac{1}{(x_{2,J} - \lambda_{2,J})^2 + \varepsilon} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{(x_{I,1} - \lambda_{I,1})^2 + \varepsilon} & \frac{1}{(x_{I,2} - \lambda_{I,2})^2 + \varepsilon} & \dots & \frac{1}{(x_{I,J} - \lambda_{I,J})^2 + \varepsilon} \end{bmatrix}, \quad (6)$$

где ε – малое неотрицательное число, $\varepsilon = 10^{-5} \dots 10^{-3}$.

На втором этапе на основе «доли незашумленности» \mathbf{D} рассчитываются новые веса разноориентированных градиентных масок. Для произвольной горизонтальной маски $\mathbf{G1}$ адаптивные коэффициенты будут вычисляться следующим образом [2]:

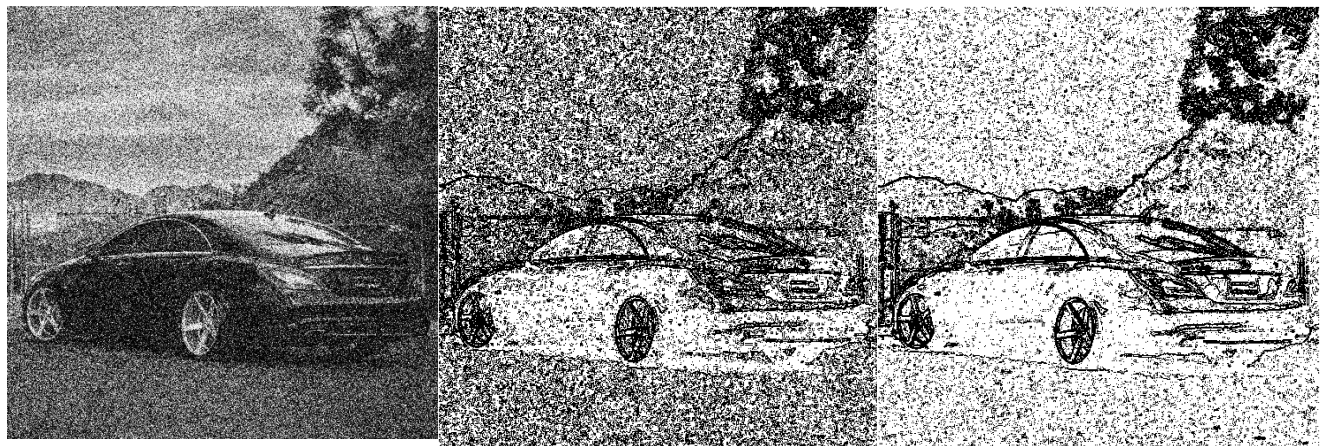
$$\mathbf{G1} = \begin{bmatrix} g1_{s,q} \frac{3d_{s,q}}{\sum_{s=-1}^1 \sum_{q=-1}^1 d_{s,q}} & g1_{s,q} \frac{3d_{s,q}}{\sum_{s=-1}^1 \sum_{q=-1}^1 d_{s,q}} & g1_{s,q} \frac{3d_{s,q}}{\sum_{s=-1}^1 \sum_{q=-1}^1 d_{s,q}} \\ 0 & 0 & 0 \\ g1_{s,q} \frac{3d_{s,q}}{\sum_{s=1}^1 \sum_{q=-1}^1 d_{s,q}} & g1_{s,q} \frac{3d_{s,q}}{\sum_{s=1}^1 \sum_{q=-1}^1 d_{s,q}} & g1_{s,q} \frac{3d_{s,q}}{\sum_{s=1}^1 \sum_{q=-1}^1 d_{s,q}} \end{bmatrix}, \quad (7)$$

где $d_{s,q}$ – элементы матрицы \mathbf{D} .

Для вертикальной маски $\mathbf{G2}$ адаптация значений весов будет выглядеть:

$$\mathbf{G2} = \begin{bmatrix} g2_{s,q} \frac{3d_{s,q}}{\sum_{s=-1}^1 \sum_{q=-1}^1 d_{s,q}} & 0 & g2_{s,q} \frac{3d_{s,q}}{\sum_{s=-1}^1 \sum_{q=1}^1 d_{s,q}} \\ g2_{s,q} \frac{3d_{s,q}}{\sum_{s=-1}^1 \sum_{q=-1}^1 d_{s,q}} & 0 & g2_{s,q} \frac{3d_{s,q}}{\sum_{s=-1}^1 \sum_{q=1}^1 d_{s,q}} \\ g2_{s,q} \frac{3d_{s,q}}{\sum_{s=-1}^1 \sum_{q=-1}^1 d_{s,q}} & 0 & g2_{s,q} \frac{3d_{s,q}}{\sum_{s=-1}^1 \sum_{q=1}^1 d_{s,q}} \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Результаты выделения контура из изображения на фоне АГШ с дисперсией ($\sigma=30$) с помощью известных (5) и адаптивных градиентных масок представлены на рисунке 1.



а) б) в)

Рис. 1 – Результат выделения контура: а – исходное зашумленное изображение; б – известными масками Превитта; в – предложенным алгоритмом

Из рис. 1 видно, что визуальное качество выделения контура на фоне АГШ с помощью адаптивного алгоритма более высокое по сравнению с известным [1] оператором Превитта. Строгая математическая оценка эффективности [4] предложенного алгоритма также показывает его преимущество перед известными.

Таким образом, результаты численных исследований и примеры обработки реальных изображений (рисунок 1) показывают, что предложенный алгоритм позволяет по сравнению с известными алгоритмами более точно находить контурные элементы объекта на изображении в условиях АГШ. Алгоритм помехоустойчивого выделения контуров объектов изображений может быть использован в различных системах видеонаблюдения с последующим анализом изображений в задачах обеспечения техносферной безопасности.

Литература.

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера. 2012. 1104 с.
2. Самойлин Е.А., Карпов С.А. Алгоритм адаптивного оконтуривания объектов на изображениях в условиях аддитивных гауссовских искажений с дисперсией различного уровня // Радиотехника. 2018. № 8. С. 61-66.
3. Самойлин Е.А., Паринов А.В. Корреляционный алгоритм мониторинга формы объектов для предотвращения техногенных катастроф // Фундаментальные проблемы системной безопасности: материалы III школы-семинара молодых ученых 26-28 мая 2016 г.: в 2 частях. Ч. II. Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2016. С. 92-96.
4. Свид. 2018613303 Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Программа оценки эффективности выделения контуров цифровых изображений на фоне аддитивного гауссовского шума / С.А. Карпов; заявитель и правообладатель Карпов С.А. № 2018610319/69; заявл. 16.01.2018; опубл. 07.03.2018, Реестр программ для ЭВМ. 1 с.
5. Якушенко Ю.Г. Основы оптико-электронного приборостроения. М.: Логос. 2013. 376 с.

УДК 004.932.2

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПАССИВНОЙ ДАЛЬНОМЕТРИИ В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Струков О.К., Кузнецов В.В., Суровцева И.В.,
Козлов М.А., Мухаматов А.Г.,
strukov@mirea.ru,*

МИРЭА – Российский технологический университет

Аннотация.

В статье рассмотрена возможность применения методов пассивной дальнометрии в сфере обеспечения техносферной безопасности на примере создания оптико-электронного стереоскопического дальномера. Представлена структурная схема устройства, схема алгоритма обработки изображений, а также параметры используемых приборов и результат работы дальномера.

Ключевые слова.

Дальномер, стереовидение, обработка изображений, диспаратность.

PASSIVE RANGING TECHNIQUES APPLICATION IN TECHNOSPHERE SAFETY ENSURING AREA

*Strukov, O.K., Kuznetsov V.V., Surovtseva I.V.,
Kozlov M.A., Mukhamatov A.G.
strukov@mirea.ru,*

MIREA – Russiantechnologicaluniversity

Abstract.

The paper is devoted to the possibility of passive ranging techniques application in the area of the technosphere safety on the example of an optoelectronic stereoscopic rangefinder. Block diagram of the device and image processing algorithm, as well as parameters of units used and rangefinding process result are presented.

Keywords

Stereo vision, image processing, disparity.

В связи с постоянным усилением техногенного воздействия деятельности человека проблема техносферной безопасности является одной из наиболее актуальных. В тоже время, появление новых и видоизменение существующих угроз требует постоянного обновления и совершенствования средств обеспечения безопасности, в том числе технических. По этой причине уделяется особое внимание развитию разнообразных оптико-электронных устройств и систем как одному из основных инструментов выявления и противодействия целому ряду угроз техносферной безопасности.

В настоящее время разнообразные системы определения расстояний находят широкое применение в сфере обеспечения техносферной безопасности. Существует множество приборов данного класса, основанных на различных физических принципах. Наиболее популярными являются устройства, основанные на использовании когерентного оптического излучения – лазерные дальномеры. Известен ряд малогабаритных прицельно-наблюдательных систем[1], предназначенных для ручного использования. Также дальномерные приборы устанавливаются на различные виды техники и служат для навигации и корректировки выполняемых операций. Устройства определения расстояния часто изготавливаются как часть сложных систем, сочетающих в себе множество приборов, выполняющих различные задачи.

подавляющее большинство современных дальномеров являются активными. Это подразумевает использование в них источников излучения, чаще всего, лазерного. При этом расстояние до подсвечиваемой цели определяется на основе сравнения характеристик зондирующего излучения, измененных в результате распространения в среде и контакта с объектами, с исходными. Такие системы имеют ряд недостатков. В частности, излучение активных приборов может негативно сказаться на работе других устройств, «засвечивая» их, в то же время устройства сами могут быть подвержены влиянию другой аппаратуры. Кроме того, использование, например, коллимированного лазерного излучения достаточно высокой мощности может нанести вред человеку и вывести из строя некоторые чувствительные оптико-электронные приборы.

Другим классом приборов определения расстояния являются пассивные дальномеры. Пассивные оптические дальномеры основаны на особенностях обработки изображений и могут не иметь в своем составе источников излучения. Это позволяет исключить некоторые негативные свойства активных систем дальнометрии, что в некоторых ситуациях является крайне желательным условием.

Данные устройства имеют в своем составе оптико-электронные средства наблюдения, а одним из их основных элементов является электронный блок, осуществляющий цифровую обработку изображений, определение дальности, а также другие вспомогательные функции программным способом. Это позволяет при необходимости совместить его с другими оптико-электронными приборами наблюдения. В отдельных случаях такие дальномеры можно встраивать в существующие комплексы без необходимости изменения конструкции, а лишь дополняя программное обеспечение систем. В случае применения средств наблюдения повышенной чувствительности, к примеру, электронно-оптического преобразователя (ЭОП), устройства могут осуществлять работу в сложных условиях видимости и при пониженном уровне освещенности, что расширяет возможности их применения.

Существует несколько способов определения дальности до объектов наблюдения, использующих результаты анализа изображений[2, 3]. Системы дальнометрии могут включать в себя как несколько камер, так и одну. При этом вычисление дальности проводится на основе знаний о реальных размерах объектов. Такой принцип достаточно эффективен, однако налагает ограничения на условия эксплуатации данных устройств и требует наличия исходной базы данных, содержащих перечень объектов и их характеристик.

Рассматриваемое в статье устройство основано на применении свойств компьютерного стереозрения, не предполагающего использования данных о параметрах объектов наблюдения, а оперирующего только результатами обработки изображений. Это предусматривает наличие в устройстве стереокамеры – двух цифровых каналов наблюдения, разнесенных в пространстве на некоторое известное расстояние.

Изображения, полученные в таком устройстве, в общем случае одинаковые с точки зрения композиции области наблюдения и порядка пикселей. Однако, поскольку съемка парных изображений велась с разных точек пространства, координаты пикселя изображения с одного канала не соответствуют координатам соответствующего пикселя изображения с другого канала, а смещены относительно них на некое расстояние, называемое диспаратностью (disparity), зависящее от дальности до точки, спроецированной в данный пиксель.

В этом случае расстояние до объекта наблюдения можно вычислить на основе карты диспаратности – матрицы, значениями элементов которой являются расстояния между соответствующими пикселями в парных изображениях. Нахождение карты диспаратности сводится к определению соответствия между пикселями стереопары (стереосопоставлению) с последующим определением диспаратностей парных пикселей.

Существует множество алгоритмов стереосопоставления и их модификаций[4]. Каждый из методов имеет свои отличительные особенности, достоинства и недостатки. Алгоритм полуглобального соответствия[5] представляет особый интерес, поскольку он обладает достаточно хорошим качеством результатов обработки изображений в сочетании с высокой скоростью работы, сравнимой с локальными методами. При этом метод эффективен в довольно широком диапазоне параметров наблюдаемых объектов. Это позволяет оперативно вычислять карту диспаратности, а значит, и дальность до цели, на должном уровне точности. Также программный модуль устройства может использовать алгоритмы ректификации с использованием данных предварительной калибровки камер, обладающих повышенной степенью достоверности ректификации и скоростью ее выполнения.

На основе вышеизложенных принципов была разработана структурная схема устройства, показанная на рисунке 1.

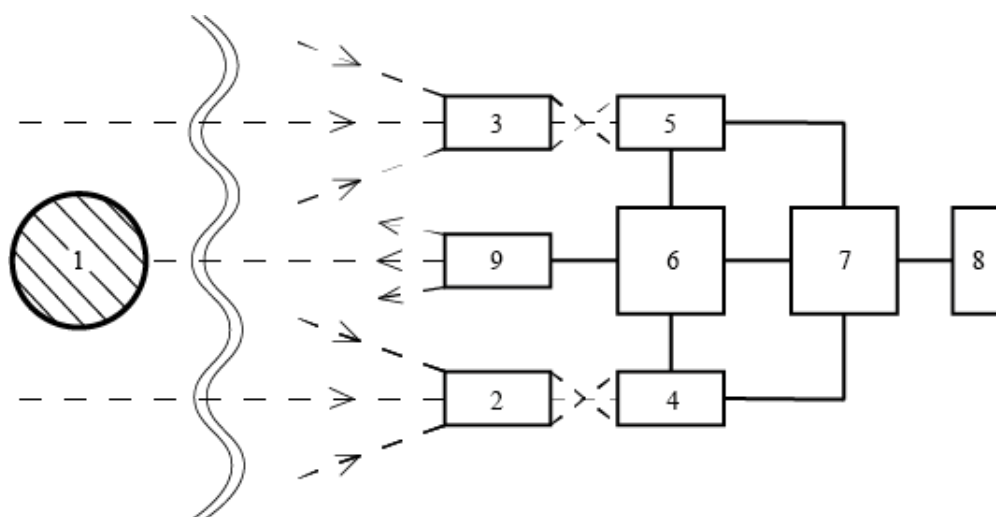


Рис.1 – Структурная схема дальномера

Два канала наблюдения, состоящих из приемных оптических систем 2, 3 и приемников излучения 4, 5 служат для получения стереоизображений объекта наблюдения 1. Контроллер 6 управляет работой элементов устройства и обеспечивает их питанием. Изображения в цифровом виде поступают в блок обработки 7, который проводит вычисление дальности до объекта наблюдения и вместе и изображением зоны наблюдения

передает на экран 8. В некоторых случаях возможно использование в устройстве источника лазерного излучения 9 в качестве осветителя.

В соответствии с рассмотренной схемой был создан макет устройства, в приемной части которого использовался электронно-оптический преобразователь NightmasterNTV-1022 фирмы Opticon. ЭОП относится к поколению 2+ с мультищелочным фотокатодом и дает довольно высокое качество изображения по всему полю при сравнительно малых габаритах и массе. Параметры прибора приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры преобразователя

Параметры	Значения
Поколение	2+
Разрешение, штрих/мм	36 ÷ 64
Коэффициент преобразования	18000 ÷ 25000
Чувствительность фотокатода:	
интегральная, мкА/лм	200 ÷ 700
спектральная на длине волны 850 нм, мА/Вт	18 ÷ 40

Также для построения приемной части была использована камера модели 902Н компании Wates, параметры которой приведены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры камеры

Параметры	Значения
Формат:	CCIR
Чувствительный элемент:	CCD 1/2" или 1/3"
Общее количество пикселей:	795 (Г) x 596 (В)
Размер ячейки:	8,6 мкм (Г) x 8,3 мкм (В)
Синхронизация:	внутренняя
Разрешение видеокамеры:	более 570 ТВЛ
Чувствительность:	0,0002 лк
Отношение сигнал/шум:	более 50 дБ
Электронная диафрагма и затвор:	1/50 ~ 1/100 000 сек
Габаритные размеры:	35,5x36x58 мм

Разработанный алгоритм обработки изображений и вычисления дальности состоит из нескольких этапов (рисунок 2). Вначале производится съемка и сохранение в памяти стереоизображений. Поскольку изображения, получаемые в сложных условиях видимости с использованием электронно-оптического преобразователя, характеризуются повышенным уровнем шума, вторым этапом является фильтрация шумов с помощью медианной фильтрации. Далее производится ректификация стереопары.

Поскольку определение расстояния производится для конкретного объекта, на который нацелено устройство, нет необходимости искать карту диспаратности для всего изображения. Достаточно производить вычисления для центральной области, содержащей объект. Поэтому из ректифицированного изображения выделяется центральная полоса, для которой затем находится карта диспаратности.

В карте диспаратности, опять же, для получения информации о дальности до объекта необходимы только значения, содержащиеся в небольшом центральном окне. В тоже время, если брать значения малого количества пикселей, вычисленное впоследствии значение

дальности будет подвержено шумам, имеющимся на любой реальной карте диспаратности. Таким образом, размер выбранного окна определяется исходя из соотношения геометрических размеров объекта и степени зашумленности карты диспаратности.

Далее для выделенного окна производится поиск среднего значения диспаратности, с помощью которого производится вычисление дальности.

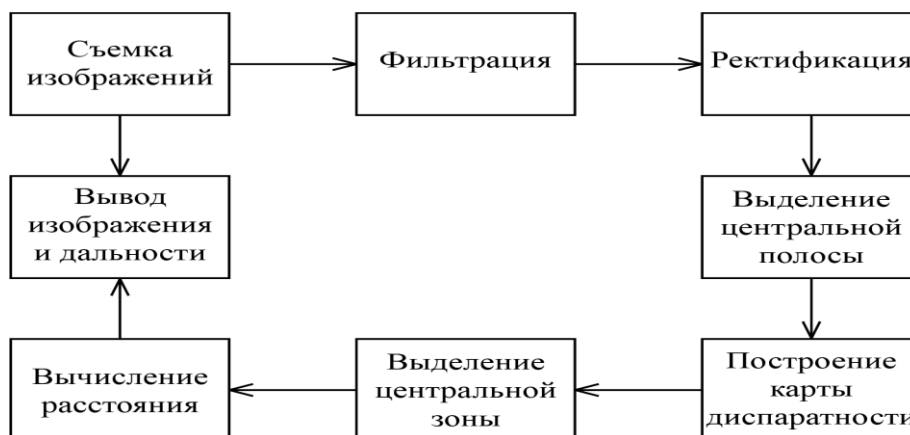


Рис. 2 – Схема алгоритма

Финальным этапом является вывод исходного изображения и вычисленного значения дальности до объекта на экран.

Для исследования работоспособности были проведены эксперименты по вычислению дальности до объектов техногенного характера. Результат работы устройства представлен на рисунке 3.

Перспективными направлениями развития подобных устройств являются как улучшение их характеристик и повышение качества работы, так и использование в виде встраиваемых дополнений к существующим системам. Особый интерес представляет внедрение алгоритмов пассивного определения расстояния в системы, состоящие из нескольких независимых каналов. Кроме того, подобные устройства целесообразно использовать в создании компьютерных систем ориентирования для автономных робототехнических комплексов. Таким образом, применение методов пассивной дальнометрии приведет к расширению возможностей оптико-электронных приборов в сфере обеспечения техносферной безопасности.



Рис. 3 – Результат вычисления дальности

Литература.

1. Медведев А., Гринкевич А., Князева С. Однозрачковые системы со встроенным лазерным дальномером // Фотоника. – 2014. – №4 (46). – с.50-60.
2. Локтев Д.А., Алфимцев А.Н. Измерение расстояния до движущегося объекта с помощью комплексной системы видеомониторинга. // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2013. – №11 (23). – 4 с.
3. Сагдуллаев Ю.С., Сагдуллаев Т.Ю. Телевизионные дальномеры // Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов. Сборник материалов VIII международной конференции. Международная академия наук высшей школы; Центр информационных технологий в проектировании РАН; Международное общество по оптической технике (Российское отделение); 13-15 мая 2008 г., Курск. – Ч.2. – с.89-91.
4. Scharstein D., Szeliski R. A Taxonomy and Evaluation of Dense Two- Frame Stereo Correspondence Algorithms // International Journal of Computer Vision. – 2002. – v.47. – i.1. – p. 7-42.
5. Hirschmuller H. Accurate and efficient stereo processing by semi-global matching and mutual information // IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition. San Diego, California, USA. – 2005. – v.2. – p. 807-814.

INFLUENCE OF INITIAL CONDITIONS DURING FIRE TESTS OF FIRE DETECTORS

Poroshin A. A., Semenenko. V.
poroshinjob@yandex.ru
FsbI VNIPO EMERCOM of Russia

Annotation.

In the presidential Decree " on approval of the Foundations of the state policy of the Russian Federation in the field of fire safety for the period up to 2030", the priorities and activities of the state policy in the field of fire safety are defined. One of the activities is the development and implementation of innovative fire detection technologies in the initial phase of their development. Therefore, the creation of new means and technologies for fire detection is an urgent task.

Keyword.

Development and implementation of innovative fire detection technologies, regulations, detectors, application of engineering systems and solutions.

При этом, в соответствии с ФЗ-123 [2] пожарная техника должна подвергаться испытаниям на соответствие ее параметров требованиям пожарной безопасности в соответствии с методами, установленными нормативными документами по пожарной безопасности. Для пожарных извещателей (далее – ИП) нормативным документом, регламентирующим методы проведения огневых испытаний, является [3], согласно которому определен порядок проведения огневых испытаний различных типов ИП и указаны условия проведения огневых их испытаний. Каждый тестовый очаг должен удовлетворять критериям проведения испытаний.

Для оценки реакции ИП на тестовые очаги пожаров при различных начальных климатических условиях проведены огневые испытания в огневой камере (см. рисунок). Данная огневая камера была построена внутри еще одного помещения (ангар) с целью формирования стабильных климатических условий по температуре и влажности.

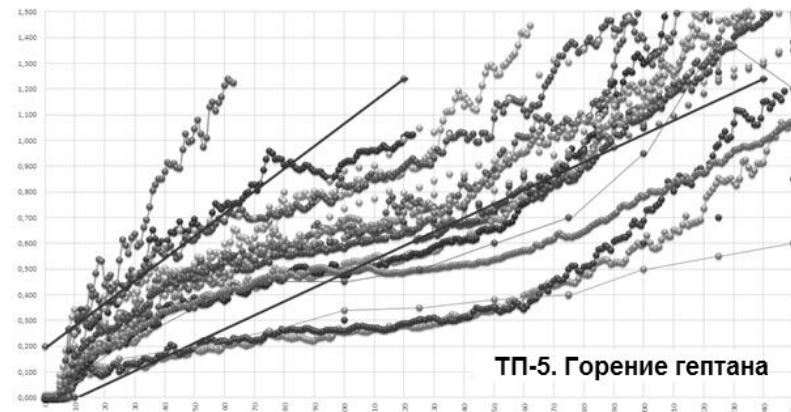
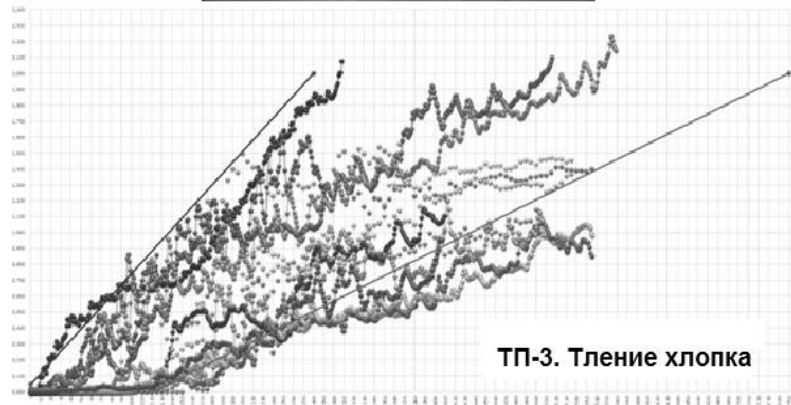


Рисунок Графики изменения оптической плотности дыма при тлении хлопкаи горении гептана (по оси X – время, с, по оси Y – оптическая плотность, дБ/м)

Одним из критериев проведения огневых испытаний является установка следующих условий внутри огневой камеры при проведении опытов:

- температура окружающего воздуха от 18 °С до 28 °С;
- относительная влажность от 30% до 80%;
- атмосферное давление от 98 до 104 кПа;
- удельная оптическая плотность среды не более 0,02 дБ/м;
- концентрация монооксида углерода не более 5 ppm.

При проведении огневых испытаний снимались показания с нескольких типов средств измерений: устройство контроля температуры, измеритель оптической плотности дыма, газоанализатор и т.д. Для определения атмосферного давления, влажности перед проведением опыт использовался барометр и психрометр (гигрометр).

Проведенные огневые испытания показали, как влияют начальные климатические условия на проведение опытов, в частности на показатели средств измерений в разное время года. На рисунке показаны данные по определению оптической плотности дыма в разное время года за несколько лет проведения огневых испытаний по тестовым очагам ТП-3 (тление хлопка) и ТП-5 (горение гептана). Красными линиями выделены рамки критериев проведения испытаний. Как видно из экспериментальных данных начальные климатические условия существенным образом изменяются, что влияет на параметры срабатывания ИП. Для устранения влияния колебаний начальных климатических условий предложен ряд технических решений.

В зарубежных испытательных лабораториях данная проблема решена путем прокладки внутри стен огневой камеры труб горячего водоснабжения. Прокладка труб позволила уравнивать температуру и влажность по всему объему огневой камеры. Наряду с этим, достичь необходимого результата возможно не только прокладкой труб горячего водоснабжения в стенах огневой камеры, но и применением инженерных систем (приточно-вытяжная вентиляция или электроотопление), которые используются перед каждым опытом.

Литература.

1. Указ Президента РФ от 1 января 2018 г. № 2 “Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года”.
2. Федеральный закон “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности”.- М.: ВНИИПО, 2012.-148.
3. ГОСТ Р 53325-2012 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний М.: Стандартформ, 2014- 122 с.

УДК 502/504

СТЕПЕНЬ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОИСКОВО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ ДЛЯ ОЦЕНКИ АЛМАЗОНОСТНОСТИ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ ВЕРХНЕ-МУНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Рождественский А.А.
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия*

Аннотация.

Настоящая статья посвящена изучению загрязнения природной среды при проведении поисково-разведочных работ для оценки алмазности территории. Определены негативные воздействия на природную среду, проведен анализ научных книг, статей, имеющих отношение к изучаемому вопросу

Ключевые слова.

природная среда, загрязнение, поверхностные воды, техногенное воздействие, поисково-разведочные работы.

THE DEGREE OF THE STUDY OF THE PROBLEM OF NATURAL ENVIRONMENTAL POLLUTION WHEN CONDUCTING SEARCH AND EXPLORATORY WORKS TO ESTIMATE THE DIAMOND TERRITORY. ON THE EXAMPLE OF THE UPPER-MUNSKDEPOSIT

*RozhdestvenskyA.A.
alexzrozhd@gmail.com*

Voronezh State University, Voronezh, Russia.

Abstract.

This article is devoted to the study of environmental pollution during exploration to assess the diamond content of the territory. The negative impacts on the natural environment were identified, the main authors of scientific books and articles related to the issue under study were identified.

Keywords

natural environment, pollution, surface water, technogenic impact, prospecting and exploration.

Развитие алмазодобывающей отрасли в СССР началось в 1954 году, когда в Якутии была открыта первая кимберлитовая трубка «Зарница». Это было первое коренное месторождение алмазов на территории СССР. Уже в 1955 году были обнаружены еще 2 трубки. Это трубка «Мир» и трубка «Удачная». Всего за 1955 год было найдено 15 коренных месторождений алмазов. В 1957 году было принято решение начать горно-эксплуатационные работы на россыпных и рудных месторождениях Якутии, и в Мирном был основан трест «Якуталмаз». В 1957 году были добыты первые промышленные алмазы, а спустя еще 2 года СССР начал продажи алмазов на мировом рынке. Так началось алмазодобывающее производство в нашей стране.

В настоящее время Россия занимает одно из лидирующих мест в мире по запасам алмазов, которые сосредоточены в 51 месторождении (19 коренных и 32 россыпных). Месторождения обнаружены на территории Якутии, Пермской и Архангельской областях. Около 95% сосредоточено в коренных месторождениях (кимберлитовых трубках), из них более 80% в 4 наиболее крупных трубках. Это трубки: «Удачная», «Мир», «Юбилейная» (Якутия), им. Ломоносова (Архангельская область). Около 5% запасов сосредоточены в аллювиальных россыпях. В дальнейшем планируется выявление коренных месторождений алмазов на Русской платформе (Мурманская, Воронежская, Карелия, Тверская, Ленинградская области), на Урале и в других регионах.

По состоянию на 1 июля 2016 года запасы Группы АЛРОСА согласно кодексу JORC составляют 653 млн. карат, среднее содержание алмазов – 1,30 карата на тонну; общий объем ресурсов – 1 030 млн. карат (73% составляют измеренные и выявленные), среднее содержание алмазов – 1,08 карата на тонну.

Так как алмазодобывающая промышленность активно ведёт свою деятельность, то необходимо уделять особое внимание алмазодобывающим предприятиям, так как они являются источником экологической опасности.

С момента начала освоения алмазодобывающей промышленности особенно изучалась геологическая часть:

- Структура и эволюция земной коры Якутии была описана в 1985 г. Гусевым Г.С., Петровым А.Ф., Фрадкиным Г.С. и др.
- Так же Гусев Г. С. занимался тектоническим строением Якутской АССР в 1964 г;

- Соболев Н.В. занимался глубинными включениями в кимберлитах и проблемами состава верхней мантии в 1974 г. А также парагенезисами алмаза и проблемами глубинного минералообразования;

- Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Богомолова Е.М., Смелов А.П. составили доклад «О возрастных границах формирования ранних надвигов структур Восточной части Олекминской гранит-зеленокаменной области Алданского щита».

В процессе поиска и разведки алмазонастных месторождений сотрудники геологоразведочных экспедиций составили большое количество отчётов. Например, «Отчет и поисково-разведочных работ на алмазы, проведенные на территории бассейна верхнего и среднего течения р. Муны» и «Отчет о результатах разведки кимберлитовых трубок Верхне-Мунского поля».

Среди научных работ, посвящённых теме экологической безопасности при проведении поисково-разведочных работ можно отметить следующие:

- Власюк В.И. «Повышение уровня экологической безопасности при геологических поисково-оценочных работах»;

- Косинова И.И., Богословский В.А., Бударина В.А. «Методы эколого-геохимических, эколого-геофизических исследований и рациональное недропользование»;

- А. Н. Шевелёва, Ю. Г. Шварцман «Проблема экологической безопасности при разработке месторождения алмазов имени Ломоносова»;

- Хованская М.А. Комплекс природоохранных мероприятий для горнодобывающих предприятий, расположенных в криозоне;

- И.П. Шмыговский. «Охраны природной среды при проведении геологоразведочных работ» [1-4].

Воздействие поисково-разведочных работ на природную среду

При проведении геологоразведочных работ, эксплуатации месторождения и транспортировки полезного ископаемого происходит изъятие земельных площадей, загрязнение природных вод и атмосферы. Все компоненты природной среды в районах геологоразведочных работ и добычи испытывают интенсивное техногенное воздействие, при этом уровень негативного воздействия определяется масштабами и продолжительностью работ и эксплуатации месторождений.

Процесс поиска и разведки, полезных ископаемых требует больших объёмов воды для технологических, хозяйственно-бытовых, транспортных целей. С одновременным сбросом больших объёмов высокоминерализованных, содержащих химические реагенты, поверхностно- активные вещества и сточных вод.

На производственной стадии поиска и разведки полезных ископаемых будут проявляются следующие негативные воздействия:

- Загрязнение поверхностных и подземных вод промывочной жидкостью;
- Засоление поверхностных водоемов при самоизливание рассолов;
- Вскрытие структурно-поисковыми скважинами;
- Утечка химических реагентов из резервуаров;
- Загрязнение поверхностных и подземных вод ГСМ;
- Загрязнение техническими и бытовыми отходами;
- Снятие плодородного слоя земли при подготовке территории буровой;
- Вырубка, корчевание леса.

Таким образом можно сказать, что в алмазодобывающей отрасли существует множество проблем, связанных с экологической безопасностью. Введу этого следует предпринять ряд экологических мероприятий, которые способствовали бы уменьшению либо полному прекращению отрицательного воздействия на природную среду. Так же необходимо рассмотреть вопросы, касающиеся экологического менеджмента и его

внедрения для данного вида деятельности. В дальнейшем это будет являться предметом моих дальнейших исследований.

Мой личный вклад в изучении загрязнения природной среды заключается в участии полевых работ в Амакинской геологоразведочной экспедиции. Написана выпускная квалификационная работа на тему «Эколого-геохимический мониторинг притоков реки Мана Верхне-Мунского района республики Саха (Якутия)», где рассмотрены вопросы загрязнения тяжелыми металлами донных отложений до и после проведения буровых работ, написаны 2 статьи.

Литература.

1. Власюк, В. И. Повышение уровня экологической безопасности при геологических поисково-оценочных работах / Власюк В. И., Козел В. И. // Геоэкол. исслед. и охрана недр . N 4 .— 2002 .— 26-29, 46 .— J03191831 .— Геологические и геохимические методы поисков полезных ископаемых. Методы разведки и оценка месторождений. Разведочная и промысловая геофизика.— 2004 .— N 03.
2. Косинова И.И., Богословский В.А., Бударина В.А. Методы эколого- геохимических, эколого-геофизических исследований и рациональное недропользование: Учебное пособие. – Воронеж.: Изд-во ВГУ, 2004.
3. Шмыговский И.П. Охрана природной среды при проведении геологоразведочных работ: Стат. – ЮганНИПИ, Нефтеюганск., 2007.
4. Хованская М.А. Комплекс природоохранных мероприятий для горнодобывающих предприятий, расположенных в криозоне [Текст] / М.А. Хованская, И.И. Косинова //Евразийский Союз Ученых (УСУ) –М.,2015. –120 с.

РАЗДЕЛ 2 ЭКОЛОГИЯ: ТЕОРИЯ, ПРАКТИКА

УДК 628

ВОЗДЕЙСТВИЕ АВИАЦИОННЫХ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ

Блинов И.К.², Валеева А.Р.¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет,
г. Воронеж, Россия

²ФГКВООУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Аннотация.

Все объекты хранения нефти и нефтепродуктов являются пожаровзрывоопасными, поэтому ЧС на нефтебазе приводит к существенным материальным потерям и наносит вред окружающей среде, подвергая опасности здоровье и жизнь человека.

Ключевые слова.

Авиационные горюче-смазочные материалы, хранение нефти, вред окружающей природной среде

IMPACT OF AVIATION FUELS AND LUBRICANTS ON THE ENVIRONMENT

Blinov I. K. 2, Valeeva A. R. 1

1 Voronezh state technical University,
Voronezh, Russia

2 FGOU HPE "Military training and research center of the Air force" air Force Academy
named after Professor N.E. Zhukovsky
and Y. A. Gagarin", Voronezh, Russia

Annotation.

All objects of storage of oil and oil products are *pozharovzryvoopasnymi*, therefore emergency at the oil depot leads to significant material losses and harm the environment, endangering human health and life.

Keyword.

Aviation fuels and lubricants, storage of oil, the harm to the environment

Цель работы: Оценка объекта с позиции пожаропасности, расчёт сил и средств, обеспечивающие своевременное и эффективное их подключение в случае возникновения пожара. Показать необходимость использования современных средств тушения для ликвидации возникшего пожара, а также - экономический эффект от внедрения новой техники.

Сортность – это дополнительная характеристика к октановому числу; она означает увеличение мощности авиационного двигателя в процентах при переводе его с технического эталонного изооктана на данный бензин (богатая смесь с наддувом) при той же степени сжатия и отсутствии детонации. Величина сортности колеблется от 90 % до 130 %.

Нефтяные масла: это смесь жидких высококипящих фракций. Нефтяные масла используют для снижения трения между твёрдыми поверхностями движущихся частей механизмов, станков. По области применения нефтяные масла подразделяют на смазочные и специальные; смазочные делят на индустриальные, моторные, масла для прокатных станков,

вакуумные масла.

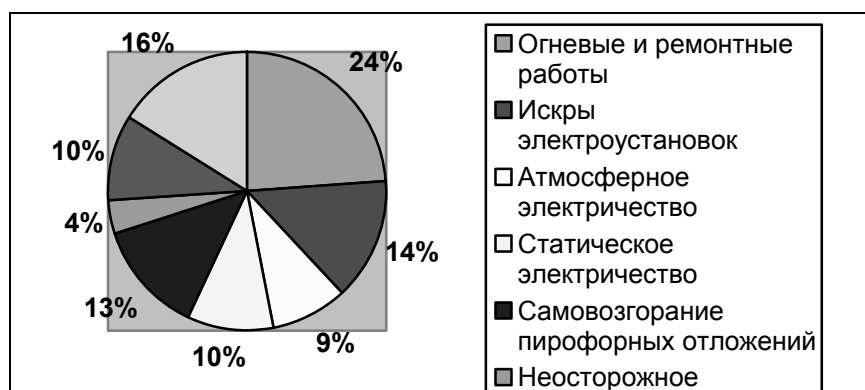


Рисунок 1 – Причины возникновения пожара

Показан проведенный статистический анализ возникновения техногенных пожаров на объектах хранения нефти и нефтепродуктов (рис. 1). Основными местами возникновения пожаров являются, пожары в резервуарах и насосных станциях [3].

Основными причинами пожаров явились как огневые и ремонтные работы, так и искры электроустановок. Пожары в резервуарных парках несут за собой значительный ущерб, а в некоторых случаях и гибель людей.

Наибольшая продолжительность тушения пожара в резервуарах приходится на зимнее время, а при температуре окружающего воздуха ниже 25 °С средняя продолжительность тушения составляет более 10 часов.

В качестве объекта исследования выбрана ОАО «Северная» нефтебаза, которая предназначена для приема, хранения и отпуска нефти и нефтепродуктов. Район сейсмически устойчив. Ёмкости для хранения нефтепродуктов находится в обваловании.

Липецкая нефтебаза ОАО «Северная нефтебаза» классифицируется:

- по назначению: распределительная – предназначена для приема нефтепродуктов всеми видами транспорта и отпуска нефтепродуктов непосредственно потребителям, в основном автотранспортом наливом и в таре;

- по транспортным связям: железнодорожная – получает нефтепродукты по железнодорожной ветке (тупику) наливом в вагонах-цистернах и крытых вагонах в таре;

- по общей вместимости емкостей: II категория – 20000 до 50000 м³;

- по грузообороту: 3 группа – 50000 до 100000 т/год включительно

Объекты Липецкой нефтебазы ОАО «Северная нефтебаза» были построены и введены в эксплуатацию в 1930 году. Реконструкция сооружений, технологического оборудования проводилась в 1958 г., 1986-1990 г.г.

Месторасположения объекта: Функциональное назначение цеха – прием, хранение и отпуск нефтепродуктов. В состав цеха входят: производственные участки, железнодорожная сливо-наливная эстакада, насосная светлых и темных нефтепродуктов, резервуарный парк светлых и темных нефтепродуктов, автоналивная эстакада, административное здание, здание операторской, складские и бытовые помещения. Площадь территории составляет 94308 м².

После анализа пожарной обстановки на объекте было установлено, что наиболее опасным вариантом возможного техногенного пожара является взрыв с последующим горением жидкости [3].

Исходные данные:

В результате взрыва (самая вероятная ситуация из практики пожаротушения) происходит частичное разрушение и обрушение крыши внутрь резервуара с последующим горением жидкости на всей свободной поверхности площади зеркала резервуара.

В летнее время испарение горючих жидкостей будет происходить интенсивнее, чем в зимнее время, то возможность возникновения пожара наиболее вероятна - летом. Скорость

ветра составляет 2-4 м·с⁻¹, направление ветра юго-западный, температура окружающего воздуха + 25 °С;

Процесс горения жидкости на свободной поверхности зеркала резервуара характеризуется рядом общих показателей:

- высота светящейся части факела составляет до 1,5 диаметра резервуара;
- при ветре пламя будет наклонено, под углом к горизонту и иметь примерно те же размеры;
- температура светящейся части пламени может колебаться в пределах от 1000° до 1200 °С.

Вывод: Таким образом, уже с первых минут от момента начала пожара в одном резервуаре, создаётся реальная угроза его распространения на соседние резервуары, находящиеся под воздействием инфракрасного излучения пламени факела.

В данной работе предлагаются 2 варианта тушения пожара:

1 Базовый: с использованием ГПС-600 и передвижных средств пожарной охраны. В качестве 1 варианта сценария пожара принято развитие пожара в резервуаре № 3 резервуарного парка для хранения светлых нефтепродуктов, таблица.

Характеристики УКТП «Пурга»

Наименование параметров	УКТП «Пурга» 10.20.30.
1.Производительность установки: - по пене низкой кратности (л/с)по пене средней кратности (л/с)	200 400
2. Суммарная производительность установки (по раствору пенообразователя) (л/с)	25
3. Расход пенообразователя (л/с)	0,9-1,8
4. Рабочее давление МПа	0,6-0,8
5. Скорость тушения ЛВЖ и ГЖ (м/с)	6-8
6. Дальность подачи струи: - водяной (м); - пеной (м).	50 47
7. Количество ствольщиков для работы на установке (чел)	1
8. Стоимость установки (руб)	50000
9. Срок эксплуатации (лет)	10

2 вариант тушения пожара:

Тушения пожара в резервуаре РВС – 5000,с использованием ГПС-600 и передвижных средств пожарной охраны Предлагаемый аппарат для тушения: с использованием УКТП «Пурга» (СЛАЙД) и передвижных средств пожарной охраны, рис. 2.



Рисунок 2 - Внешний вид УКТП «Пурга»

Расчёт необходимого количества сил и средств для тушения пожара в группе резервуаров РВС 5000, РВС 2500, РВС 2000, РВС 1000, используя УКТП «Пурга»:

1. Определяем наличие соседних резервуаров, подлежащих защите от тепловых воздействий:

$$L=12 \cdot 1,5=18 \text{ м} \quad \text{№4}$$

$$L=15 \cdot 1,5=22,5 \text{ м} \quad \text{№2}$$

2. Определение требуемого количества пенных стволов на тушение горящих резервуаров:

$$N_{\text{ГПС}}=(408 \cdot 0,08)/6=5,44=6 \text{ шт на тушение РВС-5000 (ГПС-600)}$$

$$N_{\text{ГПС}}=(120 \cdot 0,08)/6=1,6=2 \text{ шт на тушение РВС-1000 (ГПС-600)}$$

3. Определение требуемого расхода воды для тушения пожара с использованием ГПС-600:

$$Q_{\text{туш}}=8 \cdot 5,64=45,12 \text{ л} \cdot \text{с}^{-1}$$

4. Определяем количество установок для тушения резервуара №2 (РВС-2000):

$$N_{\text{уст}}=(181 \cdot 0,08)/25=0,57=1 \text{ шт}$$

5. Определяем количество пенообразователя необходимое для тушения резервуара при помощи УКТП «Пурга»:

$$V_{\text{ТПО}}=1 \cdot 0,9 \cdot (15 \cdot 60)^3=2430 \text{ л}$$

6. Определение необходимого количества воды для тушения резервуара №2 при помощи УКТП «Пурга» 10.20.30:

$$V_{\text{гв}}=1 \cdot 24,1 \cdot (15 \cdot 60) \cdot 3=65070 \text{ л}$$

7. Определяем количество стволов ГПС-600 на тушение пожара в резервуаре №1 (РВС-2500):

$$N_{\text{густ}}=(254 \cdot 0,08)/6=3,4=4 \text{ шт}$$

8. Определяем количество пенообразователя необходимое для тушения резервуара при помощи 4 ГПС-600:

$$V_{\text{ТПО}}=4 \cdot 0,36 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 3=3888 \text{ л}$$

9. Определим общее количество воды на тушение и охлаждения группы резервуаров РВС-5000, РВС-1000, РВС-2500, РВС-2000:

$$V_{\text{общВ}}=(121824+902850)+125982=1150566 \text{ л}$$

10. Определение необходимого количества личного состава:

$$N_{\text{л/с}}=2 \cdot 9+2 \cdot 6+6+7+3=46 \text{ человек}$$

11. Определение необходимого количества отделений на ПА основного назначения:

$$N_{\text{отд}}=46/4=11,5=12 \text{ отделений}$$

Вывод: использование УКТП «Пурга» при тушении, позволяет тушить пожары нефтепродуктов в резервуарах большой емкости с большим эффектом, с наименьшей опасностью для личного состава.

На основании вышесказанного предлагаются следующие организационно-технические мероприятия по обеспечению техносферной безопасности:

-администрации нефтебазы закольцевать тупиковый трубопровод, диаметром 100 мм для требуемой водоотдачи 58 л/с;

-администрации нефтебазы увеличить объем пожарных водоемов № 1, № 2, № 4, №5 до 200, 200, 300, 250 м³ соответственно;

-пожарному гарнизону г. Липецка приобрести установки комбинированного тушения пожаров «Пурга»10.20.30.;

-в связи с тем, что в гарнизоне г. Липецка большинство пожарных машин оборудовано стационарными лафетными стволами предложить администрации нефтебазы укомплектовать пожарную часть ДПК 6 ПЛС-20 с насадками диаметром 25 и 28 мм.

Литература.

1. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». М: Юридическая литература, 1999. – С.3-6.

2. ГОСТ 12.1.007-76* ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2003. – С.36.
3. Development of methods for effective cleaning and degassing vomistar tanks from petroleum products in the areas of washing using surfactant /А.В. Звягинцева, С.А. Самофалова //V Международная научно-практическая конференция «Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы» (13-15 сентября 2017 г.) - Воронеж-Севастополь: Издательство «Научная книга», 2017. – 472 с. – С. 186- 189.
4. Способ эффективной очистки и дегазации восьмиестных цистернот нефтепродуктов /А.В. Звягинцева, А.С. Самофалова //Машиностроение и техносфера XXI века // сборник трудов XXIV международной научно-технической конференции в г. Севастополе 11-17 сентября 2017 г. – Донецк: ДонНТУ: Изд-во ЧП «Технополис», 2017. –368 с. – С. 377-383.

УДК 621.396.96

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО АЛГОРИТМА ОЦЕНИВАНИЯ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКА РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ МНОГОПОЗИЦИОННЫМИ РАДИОСИСТЕМАМИ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

*Богатко А. Н., Манхаев В. С.
alexandro418@gmail.com*

*ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия
имени профессора Н.Е.Жуковского и Ю.А.Гагарина»*

Аннотация.

В работах [1, 2] предложен и реализован метод оценки координат источника радиоизлучения (ИРИ) для двумерного [1] и трехмерного [2] пространств, использующий искусственные нейронные сети (ИНС) прямого распространения. Научный и практический интерес представляет исследование данного алгоритма с целью выявления оптимальной архитектуры нейронной сети, решающей задачу местоопределения.

Ключевые слова.

Исследование трехмерного пространства, вычисления, алгоритм, точность расчетов обучаемость системы.

INVESTIGATION OF NEURAL NETWORK ALGORITHM FOR ESTIMATION OF COORDINATES OF RADIO EMISSION SOURCE BY MULTI-POSITION RADIO SYSTEMS IN THREE-DIMENSIONAL SPACE

*Rich. N., Manchev V. S.
alexandro418@gmail.com*

*VUNTS air force "Military and air Academy
named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu. a. Gagarin»*

Annotation.

In works [1, 2] the method of estimation of coordinates of a source of radio emission (IRI) for two-dimensional [1] and three-dimensional [2] spaces using artificial neural networks (ins) of direct distribution is offered and realized. Scientific and practical interest is the study of this algorithm in order to identify the optimal architecture of the neural network that solves the problem of location.

Keyword.

Study of three-dimensional space, calculations, algorithm, accuracy of calculations learning system.

Архитектура ИНС определяется количеством слоев, числом нейронов в каждом слое, а также активационными функциями нейронов. В качестве активационных функций в искусственных нейронных сетях прямого распространения наиболее часто используются следующие функции:

1. Линейная функция: $f(x) = x$. Выход каждого нейрона в слое не претерпевает нелинейных изменений.
2. Логистическая (или сигмоидальная) функция: $f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$. Выход каждого нейрона масштабируется в отрезок $[0; 1]$.
3. Гиперболический тангенс: $f(x) = \tanh(x)$. Выход каждого нейрона масштабируется в отрезок $[-1; 1]$.

Рассмотрим задачу оценивания координат ИРИ разностно-дальномерной многопозиционной радиосистемой (МРС) в трехмерном пространстве. Такая система состоит из N приемных пунктов (ПП) с известными координатами $\mathbf{x}_{pm} = (X_{pm}, Y_{pm}, Z_{pm})^T$, $m = \overline{1, N}$, и измеряет разность расстояний ΔR_{1m} от ИРИ с координатами $\mathbf{x} = (X, Y, Z)^T$ до 1-го и m -го приемного пункта. При отсутствии ошибок измерения значения разностей расстояний связаны с координатами ИРИ и ПП следующими зависимостями:

$$\Delta R_{1m}(\mathbf{x}) = \sqrt{(X - X_{p1})^2 + (Y - Y_{p1})^2 + (Z - Z_{p1})^2} - \sqrt{(X - X_{pm})^2 + (Y - Y_{pm})^2 + (Z - Z_{pm})^2}, \quad m = \overline{2, N}. \quad (1)$$

Входными данными для ИНС являются измеренные разностно-дальномерной МРС значения разностей расстояний, выходные данные – оценка координат ИРИ в трехмерном пространстве. Обучающие данные формировались путем дискретизации области ответственности МРС и генерации зашумленных значений разностей расстояний. При генерации тренировочного множества использовались следующие параметры: границы области ответственности МРС – 100x100x100 км., интервал дискретизации области ответственности – 5 км., радиус базы МРС – 10 км., количество приемных пунктов МРС – 5, СКО измерения времени задержки – не более 25 нсек. В общем виде архитектуру ИНС для решаемой задачи можно представить в виде, показанном на рисунке 1. Нейроны выходного слоя имеют линейную функцию активации во избежание масштабирования выходов. Для обучения такой сети будем использовать метод обратного распространения ошибки [3].

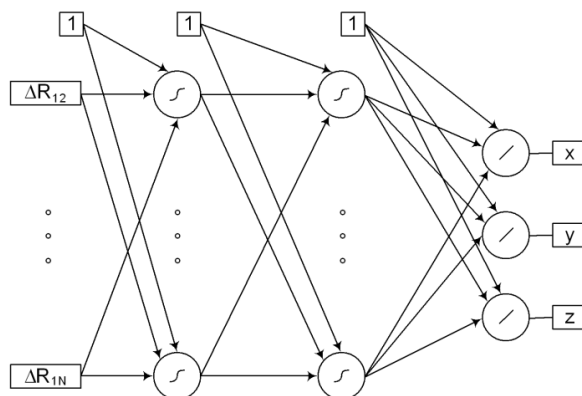


Рисунок 1 – Общий вид нейросетевого алгоритма для задачи оценивания координат ИРИ разностно-дальномерной МРС

Будем рассматривать 3 класса архитектур ИНС: с 10, 20 и 30 нейронами. В каждом классе зададим 1, 2, 3, 4 и 5 слоёв нейронов. Чтобы поставить все классы архитектур в равные условия, их обучение происходило на одних и тех же тренировочных данных, количество эпох обучения было ограничено и составило 100, а в качестве функции активации был выбран гиперболический тангенс. Результаты замеров времени обучения и средней квадратичной ошибки (СКО) местоопределения по каждому классу при параметрах генерации обучающей выборки, указанных выше представлены на рисунке 2.

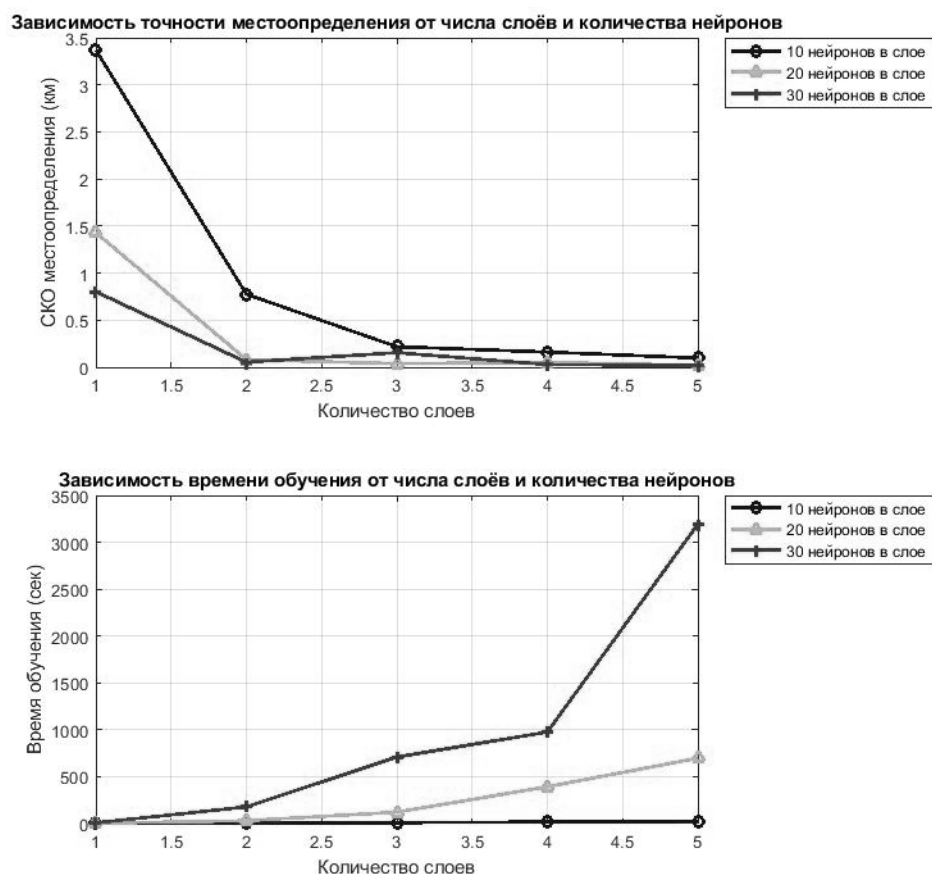


Рисунок 2 – Графики зависимости точности местоопределения и времени обучения от архитектуры нейронной сети

Как можно видеть из графиков, представленных на рисунке 2, от архитектуры ИНС напрямую зависит вычислительная эффективность алгоритма. Так, наиболее скоростной в плане обучения является ИНС, состоящая из 10-ти нейронов, но она не обеспечивает необходимой точности результатов (предел точности для этой модели – 0.098 км при заданных условиях). Наиболее медленной из рассматриваемых архитектур оказалась архитектура, состоящая из 30 нейронов. Несмотря на это, данная архитектура показывает лучшую точность – 0.0193 км., при этом время, затраченное на обучение такой модели составило 53 мин. 13 сек. Еще одним недостатком данной архитектуры является присутствие эффекта переобучения[3], модель оказывается слишком сложной для нахождения зависимости входных и выходных данных и имеет тенденцию заучивать тренировочную выборку, показывая неудовлетворительные результаты при тестировании. Данный эффект можно проследить на первом графике рисунка 2 – колебание красного графика в точке, соответствующей 3-м слоям нейронов. Архитектура ИНС, включающая в себя 20 нейронов показывает приемлемую точность за приемлемое время и является некоторым компромиссом между первыми двумя рассмотренными архитектурами. Наибольшую точность, которую удалось получить, используя данную модель – 0.0194 км., время обучения

при этом составило 11 мин. 38 сек., что более чем в 4 раза быстрее по сравнению с архитектурой из 30-ти нейронов. Время обучения можно ещё сократить до 30 сек. – 2 мин., используя архитектуру с 2 – 3 слоями по 20 нейронов в каждом. Средняя квадратичная ошибка местоопределения при этом составит 0.054 – 0.038 км.

Для архитектуры с двумя слоями по 20 нейронов в каждом проводилось дополнительное исследование, направленное на выявление зависимости СКО местоопределения от функции активации нейронов. Результаты замеров СКО местоопределения представлены в таблице 1. Из данной таблицы можно сделать вывод о том, что нейроны с функцией активации гиперболический тангенс показывают лучшие результаты, по сравнению с нейронами, использующими логистическую или линейную функцию активации.

Таблица 1.

Зависимость СКО местоопределения от функции активации нейронов	
Функция активации нейронов	СКО местоопределения (км)
Линейная функция	114
Гиперболический тангенс	0.0543
Логистическая функция	0.0834

Таким образом, оптимальной для решения поставленной задачи архитектурой является ИНС с 2 – 3 слоями по 20 нейронов с тангенциальными функциями активации в каждом. Данная модель не переобучается, показывает достаточную точность местоопределения и приемлемое время обучения.

Литература.

1. Афанасьев В.И., Кирсанов Э.А., Сирота А.А. Нейросетевые и статистически оптимальные алгоритмы оценки координат источников радиоизлучения в многопозиционных радиосистемах // Радиотехника, 2003, № 10. – С.87 - 91.
2. Кирсанов Э.А., Колесников С.А., Сирота А.А. Нейросетевой алгоритм оценивания координат источника радиоизлучения угломерной многопозиционной радиосистемой в трехмерном пространстве // Радиотехника, 2017, №9. - С. 45 – 59.
3. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. MATLAB 6. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496 с.

УДК 336.64

ОСНОВЫ ФИНАНСОВОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ И ПОНЯТИЕ КАТЕГОРИИ «УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ»¹

Гудкова А.А.
orelsovet@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Орловский государственный университет
Имени И.С.Тургенева», г.Орел, Россия

¹Статья подготовлена в рамках выполнения гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-937.2017.6 на тему «Разработка мер налогового стимулирования и учетного сопровождения развития отрасли внутреннего туризма в России»

Аннотация.

В статье рассмотрены основные трактовки понятия «устойчивое развитие», классифицированы виды предприятий, находящихся на различных уровнях равновесия экономических систем. Особое внимание уделено факторам, влияющим на финансовую устойчивость предприятия и типам финансовой устойчивости. Сформирована базовая модель обеспечения финансовой устойчивости на предприятии.

Ключевые слова:

Экономика, финансы, стабильность, устойчивое развитие, предприятие.

УДК 502/504

ПРОБЛЕМЫ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Дорохина А.А., Васильева М.В.

asiyaspb@rambler.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко»

Минздрава России

Аннотация.

Проблемой техносферной безопасности обращения с отходами производства и потребления является актуальной, поскольку любая деятельность человека сопровождается образованием отходов. При этом ежегодно возрастают объемы отходов, образующихся в быту, изменяется их состав в сторону увеличения доли металлических и полимерных упаковочных материалов, которые характеризуются повышенной стойкостью к разложению в природных условиях.

Ключевые слова.

Отходы производства и потребления. Класс опасности, объем образования отходов в регионах России, структура отходов.

PROBLEMS IN THE FIELD OF WASTE MANAGEMENT OF PRODUCTION AND CONSUMPTION IN THE VORONEZH REGION

Dorokhina A. A., Vasilyeva M. V.

asiyaspb@rambler.ru

Voronezh state medical University. N. N. Burdenko " Ministry Of Health Of Russia

Annotation.

The problem of technosphere safety of waste management of production and consumption is relevant, since any human activity is accompanied by the formation of waste. At the same time, the volume of waste generated in everyday life increases every year, their composition changes in the direction of increasing the share of metal and polymer packaging materials, which are characterized by increased resistance to decomposition in natural conditions.

Keyword.

Waste of production and consumption. The hazard class of the waste volume in the regions of Russia, the structure of the waste.

Отходы различаются по происхождению (промышленные отходы и коммунально-бытовые), по агрегатному состоянию (твердые, жидкие, газообразные), по классу опасности для человека и окружающей среды.

В Российской Федерации выделяют следующие классы опасности для окружающей природной среды:

- 1-й – чрезвычайно опасные,
- 2-й – высоко опасные,
- 3-й – умеренно опасные,
- 4-й – малоопасные,
- 5-й – практически неопасные.

В России существует Федеральный классификатор отходов, в котором каждому виду отходов в зависимости от источника его происхождения присваивается идентификационный код.

Промышленные отходы – это отходы производства, полученные в результате химических, термических, механических и других преобразований материалов природного и антропогенного происхождения. Бытовые отходы – это твердые отходы, образованные в результате бытовой деятельности человека.

Только в РФ ежегодное образование отходов оценивается в 7 млрд тонн, из них 2 млрд тонн используется вторично, в т.ч. 80% отвальных пород и горной массы, 2% – в качестве топлива и удобрений, 18% – как вторичное сырье.

В России на поверхности земли ежегодно складывается до 5 млрд тонн отвальных пород, 700 млн тонн отвалов обогатительных фабрик, до 1 млрд тонн накоплено золы и шлаков энергетики и металлургии, свыше 2 млрд тонн токсичных отходов [1].

Источниками промышленных отходов являются следующие отрасли хозяйства:

1. Открытая добыча полезных ископаемых с образованием отвальных пород и горной массы с низким содержанием полезных ископаемых, а также отвалы обогатительных фабрик.

2. Сжигание органических видов топлива, в результате чего образуются зола и шлаки (в РФ до 50-60 млн тонн в год), из них используется около 6%, что в 10 раз меньше, чем в Западной Европе.

3. Древесные отходы – лесорубочные отходы и отходы переработки леса (корни, ветки деревьев и т.д.). Они составляют до 40% от биомассы осваиваемой лесосеки. Объем образования древесных отходов в РФ составляет 55–60 млн м³ в год.

4. Добыча и использование нефтепродуктов (нефтедобывающие и перерабатывающие предприятия, шинные заводы, отработанные смазочно-охлаждающие жидкости в машиностроении и т.д.). Объем образования нефтяных отходов в РФ достигает около 500 тыс. тонн в год с использованием до 50%, в то время как в развитых странах утилизируется до 90% отработанных масел.

5. Производство и использование стройматериалов. Результатом данного вида деятельности является образование около 50 млн тонн отходов, из числа которых используется лишь 20%.

Основными категориями отходов, образующихся в РФ в быту, являются:

- твердые бытовые отходы – ТБО (образуется до 140 млн тонн в год, используется 4%);

- осадки сточных вод (образуется 80 млн тонн в год, используется около 1,5%);

- осадки водоподготовки (образуется 150 млн тонн, используется лишь 1%).

На данный момент проблема сбора и утилизации мусора в Воронежской области стоит достаточно остро, т.к. на полигонах скапливаются тонны строительного, промышленного и бытового мусора в результате несовершенства системы вывоза и переработки отходов. Как следствие, избыток отходов негативно сказывается на состоянии окружающей среды и здоровье населения [4, 5].

На территории Воронежской области за последние годы увеличивается количество отходов сельского хозяйства (жом свекловичный, жмых и лузга подсолнечные и т.д.) и отходов производства пищевых продуктов.

Среди твердых бытовых отходов в Воронежской области растет доля ртутьсодержащих отходов, отработанных химических источников электропитания, аккумуляторных батарей, отработанных моторных масел, автопокрышек, бытовой химии. Низкий уровень их переработки обусловлен отсутствием развитого рынка вторичных ресурсов и экономических стимулов по вовлечению отходов в хозяйственный оборот, а также недостаточностью мощностей по сортировке отходов.

Анализ структуры отходов, образующихся во всех отраслях промышленности и в сельском хозяйстве, показал, что на территории Воронежской области в организациях используются и обезвреживаются отходы кислот и щелочей; отходы черных и цветных металлов; отработанные шпалы; стеклянный бой; отработанные масла; отходы растительных и животных жиров; биологические отходы; древесные отходы; отходы бумаги, керамики, кирпича, извести, бетона; сельскохозяйственные отходы; отходы производства молочных продуктов и др.

Существующее состояние в сфере обращения с отходами на территории Воронежской области по-прежнему характеризуется большими объемами образования и захоронения отходов производства и потребления на полигонах, в значительной степени не отвечающих требованиям санитарных и экологических норм, незначительным уровнем вовлечения в хозяйственный оборот [2, 3]. В сложившихся условиях необходимо кардинально изменить соотношение объема отходов, поступающих на полигоны, и объема отходов, поступающих на переработку и обезвреживание.

Литература.

1. Васильева М.В., Натарова А.А. Проблема обращения с отходами производства и потребления в Воронежской области // Всемирный день охраны окружающей среды (Экологические чтения – 2014). Материалы научно-практической конференции. 2014. С. 110-116.
2. Васильева М.В., Натарова А.А., Мелихова Е.П. Эколого-гигиенические проблемы окружающей среды на примере Воронежской области // Современная наука: основные подходы к исследованию социально-экологических аспектов развития общества. Сборник материалов всероссийской открытой научно-практической конференции. 2014. С. 50-55.
3. Васильева М.В., Натарова А.А., Мелихова Е.П., Хатуаев Р.О. Эколого-гигиенические проблемы крупных промышленных центров на примере Воронежской области // Всемирный день охраны окружающей среды (экологические чтения – 2015). Материалы Международной научно-практической конференции. Под редакцией О.Ю. Мельниковой. 2015. С. 1-13.
4. Васильева М.В., Натарова А.А., Хатуаев Р.О. Влияние токсико-химических компонентов окружающей среды на здоровье человека // Биоэкологическое краеведение: мировые, российские и региональные проблемы. Материалы 4-й международной научно-практической конференции, посвящённой 115-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора И.С. Сидорука и доктора сельскохозяйственных наук, профессора П.А. Положенцева, ответственный редактор С.И. Павлов. 2015. С. 261-266.
5. Васильева М.В., Натарова А.А., Хатуаев Р.О. Факторы химической природы, ответственные за развитие экологически обусловленных заболеваний // ШАГ В БУДУЩЕЕ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ. Материалы IX молодёжной международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Научно-издательский центр «Открытие». 2015. С. 156-160.

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ УТИЛИЗАЦИИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ И НЕКОТОРЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИХ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Звягинцева А.В.¹, Аношенков А.А.²

¹*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет,
г. Воронеж, Россия*

²*ФГКВ ОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия*

Аннотация.

В данной работе произведена систематизация имеющихся технических предложений и знаний, оценка научно-технического потенциала решения проблемы утилизации взрывчатых веществ. Боеприпасы после их изготовления на предприятиях промышленности и проведения различных испытаний закладываются на хранение на складах, базах и арсеналах МО РФ. При этом назначается гарантийный срок хранения (ГСХ), в течение которого обеспечивается сохранность их технических характеристик и боевых свойств. Опыт хранения боеприпасов показывает, что их чувствительность к внешним воздействиям со временем повышается, что связано с изменением свойств взрывчатых веществ (ВВ), которыми снаряжены боеприпасы [1].

Ключевые слова.

Утилизация взрывчатых веществ, срок хранения, боеприпасы, ухудшение качества природной среды, переработка, физические свойства и характеристики боеприпасов.

PROBLEMATIC ISSUES OF DISPOSAL OF EXPLOSIVES AND SOME AREAS OF THEIR APPLICATION IN THE NATIONAL ECONOMY

Zvyagintsev A. B1, Anashenkov.A. 2

*1fgbou VO "Voronezh state technical University,
Voronezh, Russia*

*2FGKVOU VPO "Military training and research center of the Air force" air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky
and Y. A. Gagarin", Voronezh, Russia*

Annotation.

In this paper, the systematization of existing technical proposals and knowledge, assessment of scientific and technical potential of solving the problem of disposal of explosives. Ammunition after their manufacture at the enterprises of the industry and carrying out various tests are put on storage in warehouses, bases and arsenals of the Ministry of defense of the Russian Federation. In this case, a warranty period of storage (GSH) is assigned, during which the safety of their technical characteristics and combat properties is ensured. The experience of ammunition storage shows that their sensitivity to external influences increases over time, which is associated with changes in the properties of explosives (EXPLOSIVES), which are equipped with ammunition [1].

Keyword.

Disposal of explosives, shelf life, ammunition, environmental degradation, recycling, physical properties and characteristics of ammunition.

Уничтожение списанных боеприпасов расценивается как ущерб, по крайней мере, по двум причинам. Во-первых, результаты овеществленного труда различных слоев общества, материалы, зачастую достаточно ценные, затраченные электроэнергия, другие виды энергий, а также затраты на амортизацию оборудования. Во-вторых, есть негативная сторона уничтожения списанных боеприпасов связана с нарушением (ухудшением) качества

окружающей природной среды, загрязнением почвы (грунта), поверхностных (в источниках, реках, озерах) и подземных (грунтовых) вод, растительности и воздушной среды [2].

В процессе хранения боеприпасов, осуществляется контроль качественного состояния и регламентные работы, в том числе ремонт боеприпасов, связанный с удалением коррозии с металлических деталей корпусов, заменой смазки, а также ремонт деревянной укупорки.

Комплексность переработки боеприпасов и их компонентов:

1. Процесс утилизации должен предусматривать переработку всех элементов изделий, включая боевые части, метательные заряды и двигатели, средства инициирования, системы управления, тару.

2. Безопасность ведения процессов утилизации.

3. Процессы утилизации должны быть экологически чистыми.

4. Применяемые процессы утилизации должны осуществляться с минимальными экономическими потерями

Таким образом, уменьшение запасов боеприпасов за счет списания их части, отслужившей гарантийные сроки хранения, не только не сокращает, а, наоборот, увеличивает затраты на хранение. Это относится как к отдельному складу боеприпасов, так и к системе их хранения в целом.

Предварительные оценки показывают, что затраты на хранение списанных боеприпасов могут увеличиться на 10-20 % по сравнению с затратами на хранение боеприпасов, у которых ГСХ не истек. Предполагается, что инженерные боеприпасы будут в среднем уничтожаться в следующих размерах (до 2000 г.):

- инженерные мины (главным образом, противотанковые) — по 1 млн. шт. в год;

- заряды разминирования - примерно по 1,5-2,0 тыс. комплексов в год;

- артиллерийские боеприпасы примерно по 20 тыс. вагонов (400 тыс. т) и пороха по 3 тыс. вагонов (60 тыс. т).

Максимальное сокращение сроков хранения списанных боеприпасов путем их утилизации может существенно уменьшить затраты и снизить взрывопожароопасность хранения.

По физическому состоянию ВВ могут быть твердыми (монолитными или сыпучими), пластичными и жидкими. Монолитные твердые ВВ, примером которых могут служить литой тротил, смеси тротила с гексогеном и алюминием (ТГА), тротила с аммиачной селитрой и алюминием (ТСА), применяются в основном в военном деле. В качестве промышленных ВВ они используются в небольших количествах.

Твердые ВВ используют, как правило, в сыпучем состоянии в виде порошков и гранул. Сыпучими твердыми ВВ являются гранулированный тротил (гранулотол), сплав тротила с алюминиевым порошком (алюмотол), аммониты, пороха, смеси гранулированной аммиачной селитры с нефтепродуктами, дисперсным алюминием или тротилом.

Пластичные ВВ обычно состоят из смеси твердых компонентов с жидкой желатинированной массой и по консистенции напоминают крутое, а в некоторых случаях и жидкое тесто или сметану. К наиболее типичным пластичным ВВ принадлежат ПВВ-4, ПВВ-5А, ПВВ-7 и другие.

В горной промышленности применяют пластичные ВВ разной консистенции на водной основе - водосодержащие ВВ. Твердые компоненты таких ВВ в большинстве случаев представлены чешуирированным или гранулированным тротилом и аммиачной селитрой. Жидкая часть смеси состоит из насыщенного водного раствора кальциевой, натриевой и аммиачной селитры с добавкой растворимого в воде загустителя. К этой группе ВВ относятся так называемые льющисея ВВ - акватолы, а также эмульсионные ВВ.

В зависимости от областей применения ВВ разделяют на: инициирующие, бризантные, пороха и пиротехнические составы.

По химическому составу различают две группы ВВ: индивидуальные химические соединения и механические смеси.

Боеприпасы также разделяются на следующие классы:

1. Боеприпасы раздельно-шашечного снаряжения: в том числе осколочно-фугасные снаряды калибров 57-130 мм, шнуровые заряды ШЗ-1, ШЗ-2 и др., авиационные НУРСы типа С-5, С-8, дистанционные средства разминирования и др..

2. Боеприпасы с разрывным зарядом из тротила, допускающие простое вышлавление: осколочно-фугасные снаряды и мины калибров 76-240 мм.

3. Боеприпасы со смесевым разрывным зарядом из составов ВВ с плавкой составляющей в виде тротила (не менее 20 %) типа ТГ, ТГА, ТА, ТД, МС.

4. Боеприпасы со смесевым разрывным зарядом из составов ВВ без плавкой основы типа А-1Х-1, А-1Х-П, окфол и другие или с содержанием плавкой основы менее 20 %.

5. Боеприпасы с жидкими, пластичными эластичными взрывчатыми веществами, в том числе различные системы разминирования, боевые части объемно-детонирующих систем, ВИЗы.

6. Кассетные и кумулятивные боеприпасы.

В военных руководящих документах рекомендуется взрывчатые вещества и средства взрывания, непригодные для взрывных работ (ВР), уничтожать взрыванием, сжиганием, потоплением в водах морей и океанов или растворением в воде. Для уничтожения ВВ путем возбуждения в них детонационной волны (взрыванием) выбирают территорию (полигон) достаточной площади, удовлетворяющей следующим основным требованиям:

- воздействие взрывов, проводящихся на полигоне, не должно превышать допустимых норм (как и при любом производственном процессе) на окружающие объекты;
- при проведении работ необходимо гарантировать отсутствие на территории полигона людей, непосредственно не занятых в процессе уничтожения;
- расстояние от мест складирования ВВ до полигона должно обеспечивать как безопасность складских помещений, так и минимум транспортных операций.

Вскрытие боеприпаса для обеспечения доступа к взрывчатому веществу может выполняться следующими средствами и способами: гидрорезкой; взрывной резкой кумулятивными струями; ультразвуковой резкой; прожиганием корпусов продуктами сгорания пиротехнических составов (термитных резаков); разламыванием корпусов в химически активных средах; резанием (фрезерованием, сверлением) лезвием (резцом) на металлообрабатывающих станках; изламыванием после предварительного резания; химическим растворением корпусов или их частей; электрохимическим растворением (травлением); воздействием лазером.

Извлечение взрывчатого вещества из корпусов боеприпасов или их элементов может осуществляться следующими способами: выплавлением; вымыванием струёй жидкости; выбиванием с помощью механических средств; импульсным способом (нагруженным импульсом ударной волны); вытачиванием; магнитодинамическим воздействием на корпус; растворением; воздействием сверхнизких температур (рисунок 1).



Рис. 1 Пример работы по утилизации боеприпасов

Сейчас в качестве общего подхода к проблеме ликвидации запасов непригодных боеприпасов выбраны методы их утилизации и расснаряжения. В связи с этим весьма актуальна задача создания на территории России экологически чистых производств по демонтажу, расснаряжению и переработке элементов боеприпасов. *Решения, примененные в разработках:*

1. Во всех созданных производствах было категорически исключено применение пара или горячей воды для непосредственного воздействия на заряд. Прогрев заряда допускается в пароводяном варианте только через корпус изделия или через обогреваемый оплавник.

2. В разработанных процессах до 90-100 % высвобождаемых взрывчатых материалов может использоваться в народнохозяйственных целях; имеются рецептурные и технологические решения этой задачи. Исключение составляют кассетные изделия, мелкий выстрел, экзотические взрывчатые материалы.

3. Схемы технологических и сточных вод от установок вымывания и гидрорезки струей воды высокого и сверхвысокого давления, а также от промывки оборудования, загрязненные взвесями частиц ВВ, алюминия, красок, растворимыми нитросоединениями, закольцованы для многократного использования. Для цели водооборота, а также для очистки вод от ВВ при обеспечении ПДК в водоеме разработана автоматизированная установка модульного типа.

Утилизация боеприпасов является работой повышенной опасности, требует наличия высококвалифицированных специалистов, оригинального технологического оборудования, производственных и складских помещений, отвечающих условиям взрывопожаробезопасности.

Литература.

1. Северов А.Н. Опыт производства взрывных работ. - М.: Наука, 1995. - 120 с.
2. Звягинцева А.В., Федянин В.И., Чекашов К.В. Анализ техногенного загрязнения природной среды / Технология гражданской безопасности. Научно-технический вестник МЧС России. - Москва, 2006. - № 2(8). - С. 96-98.
3. Щукин Ю.Г., Кутузов Б.Н., Татищев Ю.А. Промышленные взрывчатые вещества на основе утилизированных боеприпасов. - М.: Недра, 1998. - 319 с.

УДК 613.1

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ОБЪЕКТОВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Звягинцева А.В.¹, Горбенко И.Н.², Вербицкая М.Н.¹

*¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет,
г. Воронеж, Россия*

²ФГКВООУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Аннотация.

Испытательные полигоны специализированного назначения оказывают влияние на окружающую природную среду в качестве площадных источников загрязнения природной среды.

Ключевые слова.

Влияние на окружающую природную среду, атмосферный воздух выбросы

FEATURES OF ENSURING TECHNOGENIC SAFETY OF EMISSIONS INTO THE ATMOSPHERE OF OBJECTS OF SPECIALIZED PURPOSE

Zvyagintseva A.V. 1, Gorbenko I. N. 2, Verbitskaya M. N. 1
1 Voronezh state technical University,
Voronezh, Russia

2 FGOU HPE "Military training and research center of the Air force" air Force Academy
named after Professor N.E. Zhukovsky
and Y. A. Gagarin", Voronezh, Russia

Annotation.

Specialized test sites have an impact on the environment as areal sources of environmental pollution.

Keyword.

Impact on the environment, atmospheric air emissions

Повседневная деятельность как Вооружённых Сил в целом, так и воинской части, военного объекта в частности оказывает на окружающую среду негативное воздействие различными антропогенными экологическими факторами.

Цель работы: выявление и учёт источников выбросов вредных веществ в атмосферу и определение количественных объемов выбросов этих веществ на данном предприятии. Анализ и расчет произведен по методикам [1-3].

В качестве объекта специализированного назначения рассмотрим Летно-испытательный комплекс №3 Летно-испытательного центра им. А.В.Федотова, который находится в городе Ахтубинске Астраханской области. Расположен в 4 км северо-восточнее гор. Ахтубинска, координаты 48°18'29,6" северной широты и 46°14'10" восточной долготы. Абсолютная высота аэродрома + 25 м, магнитное склонение +7,3°. Имеется два летных поля и вертолетная площадка с искусственным покрытием ВПП, мест стоянок и РД. На предприятии выявлено 11 источников загрязнения, дающих наибольшие вклады в уровень загрязнения атмосферы, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Количество загрязняющих веществ выделяющихся в атмосферу

Загрязняющее вещество	Количество загрязняющих веществ, отходящих от источников выделения т/год	Выбрасывается без очистки	Всего выброшено в атмосферу
Наименование загрязняющего вещества		Всего	
Всего:	1,647	1,647	1,647
из них			
Твердые:	0,05	0,05	0,05
Оксид железа (III) Fe ₂ O ₃	0,02126	0,02126	0,02126
Углерод черный (Сажа)	0,0152478	0,015248	0,015248
Пыль абразивная	0,01388	0,01388	0,01388
Жидкие и газообразные:	1,597	1,597	1,597
Оксид азота (IV) NO ₂	0,249669	0,249669	0,249669
Оксид азота (II) NO	0,0406009	0,040601	0,040601
Серная кислота (H ₂ SO ₄)	0,0000287	2.87E-05	2.87E-05
Оксид серы (IV) SO ₂	0,046527	0,046527	0,046527

Оксид углерода (II)	1,051396	1,051396	1,051396
Бензин	0,089868	0,089868	0,089868
Керосин	0,116045	0,116045	0,116045
Формальдегид	0,0033	0,0033	0,0033

С производственных площадок выделяются вредные вещества загрязняющие атмосферу. При работе дизель-генератора в атмосферу выделяются: оксид углерода, керосин, оксид азота, оксид серы (IV), сажа, формальдегид, бензапирен. Дизель-генератор используется для запуска авиационных двигателей.

При гоночных испытаниях авиационных двигателей в атмосферу выделяются: оксид углерода, керосин, оксид азота, оксид серы (II), сажа.

Для подзарядки аккумуляторов используется зарядное устройство, при работе зарядного устройства от электролита в атмосферу выделяются пары серной кислоты.

От работы двигателя при швартовке теплохода «Каскад» в атмосферу выбрасываются: оксид углерода, керосин, оксид азота, оксид серы, сажа.

На распределение и концентрацию выделяемых вредных веществ в атмосферу влияют климатические факторы, табл. 2. Проведён анализ влияния следующих факторов: скорость

Таблица 2

Среднее атмосферное давление, приведенное к уровню моря

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ГОД
Ахтубинск	102 3,5	102 3,0	102 0,6	101 8,0	101 5,8	101 1,4	101 0,1	101 2,3	101 7,8	102 1,9	102 3,4	102 3,8	101 8,5

ветра, темп воздуха, влажность воздуха и влияния осадков. Средняя годовая скорость ветра равна 4.8 м/сек. Ближайший населённый пункт находится на Ю, а преобладает ветер Восточного горизонта, вероятность перемещения загрязняющих веществ в сторону населённого пункта будет минимальна, рис. 3

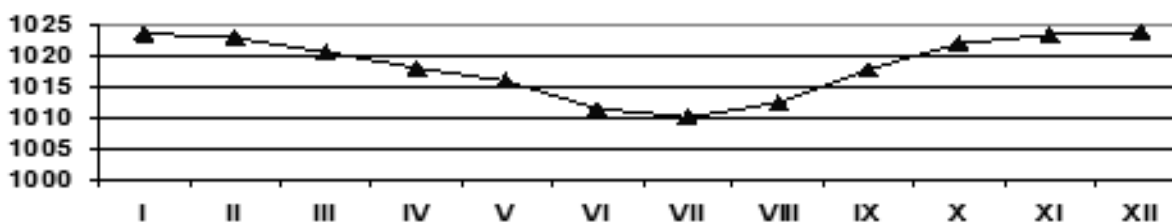


Рис. 2 - Годовой ход атмосферного давления приведенного к уровню моря на аэродроме Ахтубинск



Рис. 3 -Распределение средней и максимальной скорости ветра по месяцам

Таким образом, на процесс распространения примесей в атмосфере оказывает влияние как минимум 4 рассмотренных нами климатических фактора, которые более подробно исследованы в работе [4]. Для математического расчёта суммарного выброса загрязняющих веществ в атмосферу с учетом влияния 4-х взаимосвязанных факторов (часто разнонаправленных) применяли информационно-аналитические методы. Использовали пакет программы УПРЗА ЭКОЛОГ (версия 3.0) (Унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы). Для каждого источника загрязнения рассчитываем максимальный выброс вредных веществ выделяемых в атмосферу. Например, расчёт для передвижной дизельной установки на машине для запуска двигателей самолёта.

Для расчета использована «Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных дизельных установок», анализ по данной методике показан в работе [5]. Результаты расчёта приведены на табл. 3.

Результаты показали, что наибольшее содержание имеет оксид азота из всех выбрасываемых вредных веществ на данной установке, на втором месте – СО.

Таблица 3

Суммарные нормативы выбросов загрязняющих веществ в целом по предприятию
(Расчёты проведены с использованием программы УПРЗА ЭКОЛОГ 3.0)

№ п/п	Наименование вещества	ПДВ т/г	ПДВ г/с
1	Оксид азота (IV) NO ₂	0,0198	1,8066
2	Оксид азота (II) NO	0,0032	0,29356
3	Углерод черный (Сажа)	0,0011	0,0124
4	Оксид серы (IV) SO ₂	0,0024	0,46874
5	Оксид углерода (II)	0,7468	4,18336
6	Бензин	0,0899	0,0341
7	Керосин	0,0084	0,76479
8	Пыль абразивная	0,01388	0,00315
9	Оксид железа (III) Fe ₂ O ₃	0,02126	0,00494
10	Формальдегид	0,0033	0,002

Мероприятия для снижения риска загрязнения природной среды предлагаемые нами:

- следить за выполнением правил эксплуатации и поддерживать в исправном состоянии технические устройства, обеспечивающие очистку, обезвреживание и обеззараживание вредных веществ, попадающих в атмосферный воздух;
- не допускать утечки нефтепродуктов на складах ГСМ, в автопарках, при заправке боевых машин и другой военной техники, работе на ней и при ее обслуживании;
- следить за соблюдением мер безопасности и предотвращать утечку агрессивных жидкостей, моющих растворов, лаков и красителей на пунктах обслуживания аккумуляторных батарей, технического обслуживания и ремонта техники;
- не допускать длительной работы автомобильного транспорта и другой техники на холостом ходу в расположении автопарков, жилого и казарменного фонда;
- своевременно докладывать в ЭС обо всех случаях нанесения вреда природной среде, принимать меры по предотвращению нанесения ей ущерба и по ликвидации последствий загрязнения окружающей природной среды;
- создание и бесперебойную эксплуатацию установок для улавливания и обезвреживания вредных веществ, содержащихся в отходящих газах технологических и вентиляционных систем.

Литература.

1. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом). М. 1998. НИИАТ и Доп. к методике. - М. 1999. НИИАТ.

2. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, для баз дорожной техники (расчетным методом). М. 1998. НИИАТ и Доп. к методике. - М. 1999. НИИАТ.

3. Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных дизельных установок. - СПб. 2001.

4. Звягинцева А.В., Дорохина М.В. Исследование влияния климатических факторов на распределение и концентрацию загрязняющих веществ в атмосфере информационно-аналитическими методами / Гелиогеофизические исследования / Heliogeophysical Research. Электронный научный журнал. 2015. Результаты исследований геофизических рисков. - Институт прикладной геофизики имени академика Е.К.Федорова. - Режим доступа: vestnik@ipg.geospace.ru

5. Звягинцева А.В., Дорохина М.В. Анализ источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Proceedings of the Fifth International Environmental Congress (Seventh International Scientific-Technical Conference) «Ecology and Life Protection of Industrial-Transport Complexes» ELPIT 2015 16-20 September, 2015 Samara-Togliatti, Russia: Publishing House of Samara Scientific Centre, 2015. V. 4, Scientific symposium «Ecological Monitoring of Industrial –Transport Complexes» – 276 p. С. 146- 150.

УДК 621.039.58

ПРИНЦИПЫ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ В РАМКАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НОВОВОРОНЕЖСКОЙ АТОМНОЙ СТАНЦИИ

Звягинцева А.В.¹, Добрынин Р.С.², Вербицкая М.В.¹

*¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет,
г. Воронеж, Россия*

²ФГКВ ОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Аннотация.

На территории Воронежской области находится «Нововоронежская атомная электрическая станция» (НВ АЭС), которая является ядерно- и радиационно-опасным объектом, основной миссией которой является выработка электрической энергии для потребителей. НВАЭС является филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Российский государственный концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях «Росэнергоатом» Министерства РФ по атомной энергии. На рис. 1 представлены строящиеся и действующие АЭС РФ.

Ключевые слова.

Нововоронежская атомная станция, радиационная защита, опасные объекты, мониторинг, проблемные вопросы, предлагаемые пути решения.

PRINCIPLES OF RADIATION PROTECTION IN THE FRAMEWORK OF THE NOVOVORONEZH NUCLEAR POWER PLANT

Zvyagintsev.V. 1, Dobrynin R. S. 2, Verbitskaya M. V. 1

1fgbou VO "Voronezh state technical University,
Voronezh, Russia

2FGKVOU VPO "Military training and research center of the Air force" air Force Academy
named after Professor N.E. Zhukovsky
and Y. A. Gagarin", Voronezh, Russia

Annotation.

On the territory of the Voronezh region is "Novovoronezh nuclear power plant" (NV NPP), which is a nuclear and radiation-hazardous facility, the main mission of which is to generate electricity for consumers. NWPP is a branch of the Federal state unitary enterprise "Russian state concern for the production of electric and thermal energy at nuclear power plants "Rosenergoatom" of the Ministry of atomic energy of the Russian Federation. For rice. 1 presents under construction and operating nuclear power plants of the Russian Federation.

Keyword.

Novovoronezh nuclear power plant, radiation protection, hazardous facilities, monitoring, problematic issues, proposed solutions.

Всего на НВАЭС построено 5 энергоблоков с ядерными паропроизводящими установками с корпусными энергетическими реакторами типов: ВВЭР-210 (проект В-1), ВВЭР-365 (проект В-3М), ВВЭР-440 (проект В-179), ВВЭР-1000 (проект В-187), работающий на тепловых нейтронах [1]. Расстояние до города - спутника Новovoroneж – 3,5 км, показан на рис. 1. НВАЭС по состоянию на 2018 год вырабатывает электроэнергию на 85 % для удовлетворения спроса г. Воронежа и Воронежской области в энергии, рис. 2.



Рис. 1- Карта действующих, строящихся и перспективных атомных станций

27 февраля 2017 г. энергоблок №1 Новovoronezhской АЭС-2 (блок №6 НВ АЭС) был введен в промышленную эксплуатацию, рис. 2. Проект однотипных энергоблоков № 6 и № 7 НВАЭС относится к так называемому «поколению 3+». Хотя сооружение новых энергоблоков началось в 2007 году, их системы безопасности полностью соответствуют требованиям Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), разработанным после японской аварии и призванным предотвратить подобные инциденты.



Рис. 2 - Нововоронежская атомная электрическая станция

По данным Воронежского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды радиационный фон в Воронежской области в январе 2017 год держался в пределах от 8 до 13 мкР/час. Руководящие и нормативные документы МЧС РФ обязывают проверять участки особенно тщательно, где изменения гамма-фона выявили превышение значения 20 мкР/час более чем в полтора раза. В итоге - радиационный фон на объектах Нововоронежской АЭС не превышает значений естественного природного фона.

Непрерывный радиационный мониторинг 30-ти километровой санитарно-защитной зоны и зоне наблюдения вокруг Нововоронежской АЭС проводится в 20-ти точках датчиками автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО), рис. 3, установленных в 13-ти населенных пунктах, которые являются местами расположения стационарных дозиметрических постов [2, 3]. Собственный сервер лаборатории внешнего радиационного контроля собирает и обрабатывает информацию с трех десятков постов дозиметрического контроля, расположенных в Нововоронеже, и его окрестностях. Если данные АСКРО вдруг выйдут за пределы нормативных значений, то вводится протокол действий. Он аналогичен военной инструкции: доложить непосредственному начальнику, уведомить руководство станции и ситуационно-кризисный центр «Росатома», а в дальнейшем действовать в строгом соответствии с полученными распоряжениями.

Контроль в радиусе до 30 км содержания радионуклидов в осадках, почве и растительности, в сельскохозяйственной продукции: мясе, пшенице, картофеле, сахарной свеклы осуществляется на 33 стационарных дозиметрических постах. В рамках системы контроля окружающей среды по сбросам веществ общепромышленной классификации контролируются выбросы среды, как на АЭС, так и во вспомогательных производствах, регламентированных документами [3].

Мониторинг стихийных бедствий конвективного происхождения по данным дистанционного зондирования с метеорологических космических аппаратов рассмотрен в монографии [4], а прогнозирование опасных метеорологических явлений в определении характера и масштабов стихийных бедствий показано в монографии. Измерениями радиационного фона работа лаборатории не ограничивается. В год ее специалисты делают более 50 тыс. проб: вентиляционные выбросы, вода из пруда-охладителя пятого энергоблока, воздух и атмосферные осадки, артезианская вода, почва, продукты питания. С помощью этих исследования специалисты НВАЭС могут обнаружить даже следы инцидентов, никак не связанных с работой самой станции.

Согласно нормативным и руководящим документам, классификация радиоактивных отходов, относит все элементы и вещества, содержащие радионуклиды, независимо от агрегатного состояния. Предупреждение негативного воздействия на ОПС потенциально-опасного объекта экономики Нововоронежской АЭС является основой приоритетных действий, направленных на предупреждение опасных экологических факторов, оказывающих негативное воздействие на население и окружающую среду. Увеличение массы сброса сухого остатка можно объяснить испарением охлаждающей воды, происходит концентрирование солей и увеличение их концентрации в сточной воде. Увеличение

сульфатов можно объяснить производством химобессоленной воды, необходимой для подпитки блоков Нововоронежской АЭС.

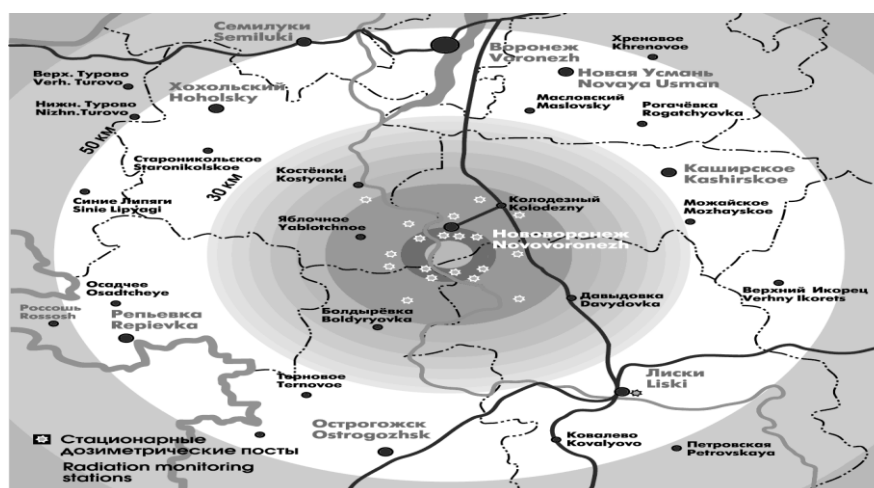


Рис. 3 - Санитарно-защитная 30-километровая зона Нововоронежской АЭС и места расположения стационарных дозиметрических постов

Увеличение фосфатов можно объяснить тем, что для уменьшения образования карбонатных отложений и коррозии материалов оборудования применяется реагент «Активфос», в результате в сточной воде образуются фосфаты. Увеличение содержания нитратов можно объяснить тем, что для регенерации ионитов в БОУ (блочной обессоливающей установке) используется раствор азотной кислоты, в результате в сточной воде образуются нитраты.

Важным и открытым вопросом является разработка мероприятий, связанных с обеспечением безопасности населения при возможной аварии на радиационно-опасном объекте Нововоронежская АЭС. Высокая степень безопасности АЭС России обеспечена рядом факторов. Основные из них – это принцип самозащитности реакторной установки, наличие нескольких барьеров безопасности и многократное дублирование каналов безопасности. Основные мероприятия по улучшению ОПС, показаны в таблице.

Основные мероприятия по улучшению ОПС, осуществляемые на радиационно-опасном объекте Нововоронежская АЭС

Рассмотрим принципы радиационной защиты населения при возможной аварии на Нововоронежской АЭС:

1. Проведение эвакуации персонала и членов их семей из г. Нововоронежа. Мероприятия на эвакуацию персонала НВ АЭС и членов их семей включают:

- приведение в готовность эвакуационной комиссии.
- выдача СИЗ, всему персоналу НВ АЭС и населению г. Нововоронежа;
- организация эвакуации персонала АЭС и членов их семей в район эвакуации;
- выезд оперативной группы по размещению в район эвакуации;
- уточнение основных данных о видах эвакуации и количестве подлежащего эвакуации персонала и членов их семей с НВ АЭС в г. Нововоронеж и далее в район эвакуации;
- распределение на ППЭ персонала НВ АЭС для расселения в населенных пунктах района эвакуации АС по цехам, отделам, санитарная обработка и пересадка на «чистый» транспорт. С НВ АЭС и других организаций, расположенных в СЗЗ эвакуировать.
- размещение персонала АС и членов их семей в районе эвакуации, учет и регистрация в районе эвакуации.

2. Проведение йодной профилактики персонала НВ АЭС и формирований ГО.

3. Вывод из аварийной зоны и укрытие в защитных и приспособленных производственных и служебных зданиях персонала, не участвующего в ликвидации

последствий аварии;

4. Выдача средств индивидуальной защиты населению и персоналу АЭС.

В настоящее время происходит этап реализации реабилитационных мероприятий на радиационно-дестабилизированных территориях. Постановлением Правительства РФ от 29 июня 2011 г. №523 утверждена представленная МЧС России Федеральная целевая программа (ФЦП) «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2018 года».

Для обеспечения контроля за охраной окружающей среды в районе размещения АЭС и предупреждения негативного воздействия на окружающую среду на Нововоронежской АЭС организован производственный экологический контроль (ПЭК) и производственный экологический мониторинг (ПЭМ). ПЭМ — система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием хозяйственной (производственной) деятельности. Объектами ПЭК и ПЭМ: являются природные поверхностные воды; природные подземные воды; сточные возвратные, ливневые (дождевые, талые) воды; хозяйственно-бытовые сточные воды, сбрасываемые через централизованную систему водоотведения; атмосферный воздух; промышленные выбросы вредных загрязняющих веществ в атмосферный воздух; почвенный покров (почва); недра; отходы производства и потребления.

Литература.

1. Безопасность атомных станций под руководством РОСЭНЕРГОАТОМ и ВНИИАЭС, 2005.

2. Звягинцева А.В. Мониторинг стихийных бедствий конвективного происхождения по данным дистанционного зондирования с метеорологических космических аппаратов: монография / А.В. Звягинцева, А.Н. Неижмак, И.П. Расторгуев. Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2013. 162 с.

3. Безопасность атомных станций под руководством РОСЭНЕРГОАТОМ и ВНИИАЭС, 2005.

4. Звягинцева А.В. Мониторинг стихийных бедствий конвективного происхождения по данным дистанционного зондирования с метеорологических космических аппаратов: монография / А.В. Звягинцева, А.Н. Неижмак, И.П. Расторгуев. Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2013. 162 с.

УДК 542.76; 662.769.2

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ - ВОДОРОДНОЕ ТОПЛИВО – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ РЕШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ БУДУЩЕЙ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Звягинцева А.В.¹, Петрыкин А.А.², Шеина Н.А.¹

*¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет,
г. Воронеж, Россия*

²ФГКВ ОУ ВПО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Россия

Аннотация.

В конце XX века стало очевидно, что экономика, базирующаяся на ископаемом органическом топливе, учитывая истощение его запасов, а также негативное воздействие сжигаемого топлива на окружающую среду, должна уступить место другой экономике, на базе возобновляемых энергоресурсов, более эффективных и экологически чистых. Перед

подробным рассмотрением темы альтернативных источников энергии следует определить, относительно какого источника энергии будут ответвляться альтернативные варианты [1].

В качестве основных источников энергии примем самые распространенные источники химической энергии – нефть и уголь. В качестве основного направления использования энергии – автомобильный транспорт.

Ключевые слова.

Экологические источники энергии, углеводороды, проблемы мировой энергетики.

ENVIRONMENTAL ENERGY SOURCES-HYDROGEN FUEL – ONE OF THE WAYS TO SOLVE THE ENERGY PROBLEMS OF THE FUTURE WORLD ENERGY

Zvyagintseva A.V. 1, Petrukhin A. A. 2, Seinen.A. 1

1fgbou VO "Voronezh state technical University,

Voronezh, Russia

2FGKVOU VPO "Military training and research center of the Air force" air Force Academy

named after Professor N.E. Zhukovsky

and Y. A. Gagarin", Voronezh, Russia

Annotation.

At the end of the XX century it became obvious that the economy based on fossil organic fuel, given the depletion of its reserves, as well as the negative impact of burned fuel on the environment, should give way to another economy based on renewable energy resources, more efficient and environmentally friendly. Before considering the topic of alternative energy sources in detail, it is necessary to determine which energy source the alternatives will branch off [1].

As the main sources of energy, we will take the most common sources of chemical energy – oil and coal. As the main direction of energy use – road transport.

Keyword.

Environmental energy sources, hydrocarbons, problems of world energy.

В результате химической реакции, происходящей при сгорании нефтепродуктов, выделяется огромное количество вредных веществ. Например, при сгорании бензина в атмосферу выделяются помимо углекислого газа (до 0,16 %), токсичные вещества: угарный газ (до 5 %), оксиды азота (до 0,8 %), углеводороды (до 3 %), альдегиды (до 0,2 %); и канцерогены: сажа (до 0,04 г/м³), бензпирен (до 0,02 мг/м³)

Проблема массового использования нефти заключается не столько в исчерпаемости данного ресурса, сколько в ущербе, который наносится окружающей среде за счет использования. Добыча нефти разрушает экосистему. При горении нефтепродуктов выделяются CO₂, CO, сернистые соединения, тяжелые металлы, бензапирен, оксиды азота, углеводороды, альдегиды, сажа. Аварии, связанные с утечкой, горением нефтепродуктов влекут катастрофические последствия.

По Воронежской области - В 2014 году выброс загрязняющих веществ автотранспортом составил чуть более 250 тыс.т. На его долю приходится 78% от валового выброса загрязняющих веществ.

Уголь составляет 23,5 % первичных источников энергии. Сферы использования: теплоснабжение; электроэнергетика; металлургия.

Загрязнение воздуха (CO, CO₂, сажа, метан), почвы, водных объектов (пыль, сажа). Изменение водного режима (подтопление, иссушение), появление отвалов, терриконов. За последнее десятилетие площадь нарушенных земель, созданных в результате деятельности угледобывающих предприятий, составила примерно 23 млрд. г. А по Воронежской области вред угольной промышленности выразался в следующем - В 2014 году наибольшее

загрязнение атмосферного воздуха пылью, диоксидом азота, оксидом углерода, формальдегидом наблюдалось рядом с ТЭЦ-1. Валовой выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками в 2014 году составил около 68 тыс.т.

Газ. Самым распространенным и доступным в нашей стране альтернативным источником энергии является природный газ (метан), а также пропан и бутан. При сгорании газа в атмосферу выделяется меньше вредных веществ, что наносит меньше ущерба окружающей среде. Газовые электростанции выделяют в два раза меньше углекислого газа по сравнению с электростанциями, работающими на угле. Газ не требует значительных химических преобразований между добычей и распределением потребителю, в отличие от жидких видов топлива. Газовое топливо дешевле жидкого. Добыча природного газа в России организована. Российский парк автомобилей, работающих на природном газе, оценивается примерно в 86 тысяч единиц.

Спирт. Этиловый и метиловый спирт еще с начала XX века рассматривался в качестве горючего для ДВС, однако терял актуальность при падении цен на бензин. На сегодняшний день во многих зарубежных странах спирт используют в качестве добавки к бензину для снижения вредных выбросов в атмосферу. Использование биоэтанола в качестве топлива позволяет снизить выбросы диоксида углерода, являющегося парниковым газом. Содержащийся в этаноле кислород, позволяет более полно сжигать углеводороды топлива. 10 % содержание этанола в бензине позволяет сократить выхлопы аэрозольных частиц до 50 %, выбросы CO — на 30 %.

Очевидно, что дальнейшее бесконтрольное потребление энергии приведет к ужасающим последствиям глобального масштаба, наиболее реальное из которых в ближайшее время – таяние ледников от глобального потепления и, впоследствии, затопление огромных территорий суши. Несмотря на то, что на решение этой проблемы у человечества остается все меньше времени, а потребление энергии по всей планете растет. Технологический процесс не стоит на месте, и на сегодняшний день ученые и многие производители могут предложить альтернативные источники энергии, которые не только снижают вредное влияние на окружающую среду, но даже способны свести этот показатель к нулю.

В итоге сделаем вывод о глобальных проблемах экологии:

- Исчерпаемость традиционных источников энергии;
- Нанесение вреда экологии путем загрязнения атмосферы, гидросферы, литосферы при хранении и использовании источников энергии;
- Низкая эффективность использования.

Стремительное сокращение запасов ископаемого топлива принуждает развитые страны принимать серьезные усилия по поиску возобновляемых экологически чистых альтернативных источников энергии. Цель проводимых исследований – создать состав, который будет обладать высокой сорбцией водорода [1]. Водородная энергетика сформировалась как одно из направлений развития научно-технического прогресса более 30 лет назад. Ведется активный поиск путей перевода большинства энергоемких отраслей промышленности, включая транспорт, на водородное топливо и электрохимические генераторы на основе использования водородных топливных элементов (ТЭ) [2].

Рассматривая электрическую энергию в качестве экологичного источника, необходимо учесть способ ее хранения. Традиционное использование аккумуляторов не является экологичным, так как требует использования лития, никеля, свинца, кислот и других веществ, добыча, использование или утилизация которых наносит вред окружающей среде. Преимущества использования металлгидридных аккумуляторов водорода для топливных элементов:

- дополнительная очистка водорода
- заправка электролизным и техническим водородом
- многократность использования
- отсутствие систем нагрева и охлаждения

- обеспечение требуемого интервала рабочих давлений и температур
- регулируемость давления и скорости выделяющегося водорода
- компактность, безопасность и надежность при эксплуатации

Для эффективного использования возобновляемых источников энергии необходимы промежуточные средства аккумулирования энергии. Один из перспективных вариантов – использование в качестве энергоносителя водорода, который производится электролизом, обратимо хранится в виде металлгидридов и преобразуется в электрическую энергию с помощью топливного элемента (рис. 1).

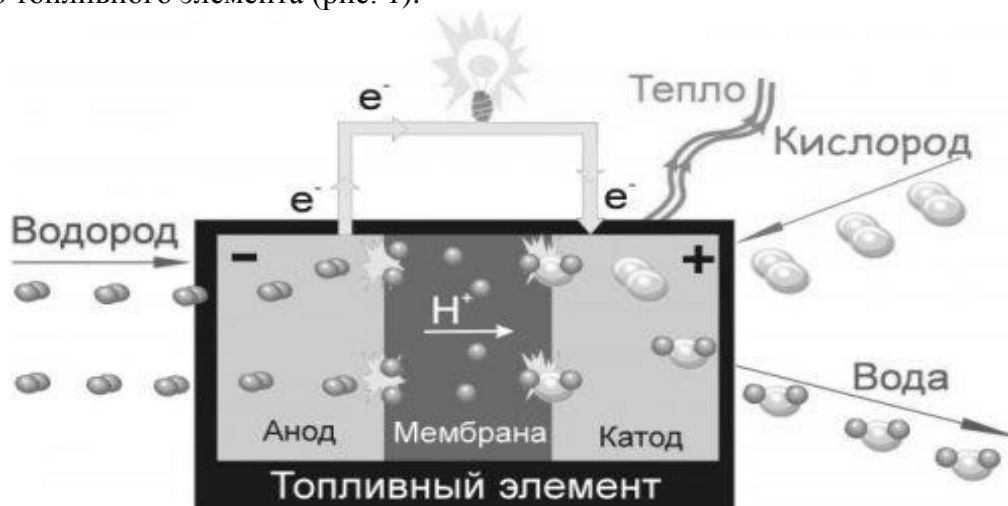


Рис. 1. Пример использование водородного способа получения энергии в сегменте автотранспорта.

Водород может быть использован в качестве горючего топлива, однако в этом случае КПД процесса преобразования энергии будет ниже и риск неконтролируемого воспламенения может привести к негативным последствиям. Недостатки:

- Возможность быстрой дозаправки в пути из канистры или от другого автомобиля ограничена.

- Для заправки водородом требуется построить сеть заправочных станций. Для заправочных станций, заправляющих автомобили жидким водородом стоимость оборудования выше, чем для заправочных станций, заправляющих автомобили жидким топливом

- Цена 8 евро за литр (500 руб).
- Летучесть водорода самая высокая среди газов.

В настоящий момент пока водород производится путём расхода значительного количества электроэнергии

Отметим основные характеристики и свойства водорода, делающие его перспективным топливом будущего. Охлажденный до жидкого состояния водород занимает 1/700 объема газообразного состояния. Высшая теплотворная способность жидкого водорода составляет 141,7 ГДж/кг, что, почти, в 3 раза превышает удельное энергосодержание нефтяных топлив. Табл. 1 дает отличное представление о максимально возможном уровне той энергии, которую часто называют удельной теплотой сгорания для сухих топлив. Приведённые в табл. 1 данные наглядно демонстрируют высокий энергетический потенциал водорода.

Таблица 1

Энергетическое содержание водорода и ряда альтернативных топлив

Топлива, массовая характеристика:	Высшая теплотворная способность	
	кДж/кг	ккал/кг
Бензин, Gasoline, Petrol	47 300	11 250
Бутан, Butane C ₄ H ₁₀	49 500	11 800

Водород, Hydrogen	141 800	33 800
Дизтопливо, дизельное топливо, Diesel	44 800	10 700
Керосин, Kerosene	35,000	8,350
Метан, Methane	55 550	13 250
Пропан, Propane	50 350	12 000
Эфир, Ether	43 000	10 250
Газы, объемная характеристика:	кДж/м ³	ккал/м ³
Ацетилен, Acetylene	56 000	13 350
Бутан, Butane C ₄ H ₁₀	133 000	31 750
Водород, Hydrogen	13 000	3 100
Метан, Methane CH ₄	39 800	9 500
Природный газ, Naturalgas	35 000- 43 000	8 350-10 250
Пропан, Propane C ₃ H ₈	101 000	24 100

Водород может храниться в газообразном или жидком состоянии, а также в виде химического соединения. Хранение водорода в жидком состоянии требует значительно меньших объемов хранилищ. В настоящее время используются системы хранения водорода в гидридной форме. Некоторые металлические сплавы типа Mg-Ni, Mg-Cu и Fe-Ti хорошо поглощают водород, и десорбируют его при нагреве, их характеристики приведены в табл. 2. Гидриды, однако, хранят водород с относительно небольшой плотностью энергии на единицу веса, но широкого промышленного потребления не получили [2, 3].

В процессе проведенных нами исследований синтезирована электрохимическая система Ni_xIn_yN_z, композит с фазовым составом Ni₇₀In₃₀, имеющий структуру, способную удерживать допированный водород и затем его термодесорбировать. Для исследования использовался метод ионной имплантации водорода в металлическую никелевую матрицу.

Таблица 2

Энергетические показатели гидридных систем для хранения водорода

Среда	Содержание водорода, кг/кг	Способность аккумуляции водорода, кг/л	Весовая плотность энергии, кДж/кг	Объемная плотность энергии, кДж/л
MgH ₂	0,070	0,101	9,933	14,330
Mg ₂ NiH ₄	0,0316	0,081	4,484	11,494
VH ₂	0,0207	-	3,831	-
FeTiH _{1,95}	0,0175	0,096	2,483	13,620
TiFe _{0,7} Mn _{0,2} H _{1,9}	0,0172	0,090	2,440	12,770
LaNi ₅ H _{7,0}	0,0137	0,089	1,944	12,630
R.E.Ni ₅ H _{6,5}	0,0135	0,090	1,915	12,770

Таким образом, наиболее перспективным решением проблемы использования энергии является сооружение солнечных, ветровых, гидро- и атомных электростанций, подключенных как к общей сети электроснабжения, так и к станциям, вырабатывающим водород. Этот водород будет распределяться между заправочными станциями для автомобилей, использующих водород в качестве топлива. Причем такая безуглеродная энергетика должна использовать возобновляемые виды энергии, такие как солнечная, ветровая, частично атомная. Водород же по такой схеме является вторичным энергоносителем и накопителем энергии, пригодным для хранения и передачи на расстояние [4].

Литература.

1. Водородная энергетика. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.o8ode.ru/article/energy/energy.htm>

2. Звягинцева А.В. Температурные интервалы десорбции дейтерия из Ni-In композитов /А.В. Звягинцева, А.Н. Морозов, И.М. Кирьян //Взаимодействие изотопов водорода с конструкционными материалами. ИИISM'14. Сборник докладов Пятой Международной конференции и Девятой Международной школы молодых ученых и специалистов им. А.А. Курдюмова /Под ред. Д-ра техн. наук А.А. Юхимчука. - Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2015. - С. 106-119.

3. Интерметаллиды индия - структурная ловушка для атомов водорода в электрохимических композитах Ni-In [Текст] / А.В. Звягинцева, А.О. Артемьева, Шеина Н.А. //Взаимодействие изотопов водорода с конструкционными материалами //сборник аннотаций 6-ой международной школы молодых ученых и специалистов имени А.А. Курдюмова в г. Протвино 10-15 июля 2017 г. – Москва: Изд-во НИЦ «Курчатовский институт», 2017. – 170 с. – С. 96-97.

4. Первая водородная электростанция в мире. [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://tehstudent.net/publ/novye_tekhnologii/pervaja_vodorodnaja_ehlektrostantsija_v_mire/2-1-0-299

УДК 504.064.2:502.52

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ВОДОЕМОВ МЕТОДОМ КОРРЕКЦИИ АЛЬГОЦЕНОЗА КАК СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Кульнев В.В.,

kulnev@36.rpn.gov.ru

*Управление Федеральной службы по надзору
в сфере природопользования по Воронежской области*

Аннотация.

Рассмотрен способ обеспечения экологической безопасности водопользования, основанный на интенсификации процессов естественного самоочищения водных объектов питьевого назначения.

Ключевые слова:

загрязнение водоемов, поллютанты, самоочищение, ассоциативный симбиоз, альгофлора.

BIOLOGICAL REHABILITATION OF WATER BODIES BY ALGOCENOSIS CORRECTION METHOD AS A WAY TO ENSURE ENVIRONMENTAL SAFETY

Kulnev V. V.,

kulnev@36.rpn.gov.ru

*Office of the Federal service for supervision
in the field of environmental management in the Voronezh region*

Abstract.

The method of ensuring environmental safety of water use, based on the intensification of the processes of natural self-purification of water bodies for drinking purposes.

Key words:

pollution of water bodies, pollutants, self-purification, associative symbiosis, algaeflora.

Стержневой проблемой рационального водопользования считается загрязнение водных объектов питьевого назначения вследствие детериорационных процессов. При этом ведущим фактором негативного техногенного влияния на водоемы является недостаточная степень очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. Например, для очистки сточных вод сахарных заводов используются аэротенки с активным илом, который представляет собой совокупность штаммов сухих бактерий.

Известно, что по своим биологическим особенностям бактерии в процессе своей жизнедеятельности в аэротенках потребляют растворенный в воде кислород и загрязняют воду углекислым газом. Вместе с тем, биологическая особенность бактерий заключается в том, что не существует универсального вида бактерий, который бы позволил осветлять сточные воды до нормативных показателей при сбросе в водные объекты [2]. Перечень поллютантов, поступающих в водоемы со сточными водами, включает органические, неорганические и металлоорганические соединения.

Качество воды в значительной степени зависит от активности вегетации синезеленых водорослей. «Цветение» воды синезелеными водорослями приобретает характер глобальной мировой проблемы, происходит независимо от природно-климатических факторов и степени техногенного влияния на водоемы. Вместе с тем, в работе [7] показано влияние температурного режима города Воронежа на развитие процесса вегетации цианобактерий в акватории Воронежского водохранилища.

«Цветение» воды приводит к вторичному загрязнению водоемов продуктами распада цианобактерий, значительно ухудшая санитарно-гигиенические показатели воды, что в первую очередь весьма отрицательно сказывается на здоровье населения, использующего водоемы в рекреационных целях или потребляющего недоброкачественную питьевую воду. «Цветение» воды представляет собой последствие экологических нарушений в функционировании водных экосистем [4].

Периоды массового развития цианобактерий заканчиваются отмиранием клеток с последующим выбросом внутриклеточных токсинов в воду. Названные поллютанты представляют собой цианотоксины, которые являются экзометаболитами синезеленых водорослей и с химической точки зрения представляют собой высокомолекулярные гетероциклические органические соединения. Как показывает практика, основными типами цианотоксинов, генерируемыми синезелеными водорослями из водоемов Европейской части России являются нейротоксины и гепатотоксины.

Нейротоксины представляют собой низкомолекулярные алкалоиды, действующие на нервную систему. К этому классу токсинов относятся анатоксин-а, гомоанатоксин и анатоксин-а (s). К гепатотоксинам относят более восьмидесяти циклических соединений, содержащих редкие аминокислоты гепта- (микроцистины) или пентапептидов (нодуларины) [10].

Для пресноводных водоёмов наиболее опасны высокотоксичные нейротоксины (анатоксин-а, анатоксин-а(s) и сакситоксины) и широко распространённые микроцистины, которые продуцируются видами цианобактерий из родов *Anabaena*, *Aphanizomenon* и *Microcystis*.

Цианотоксины образуются в водоемах в результате быстрой утилизации синезелеными водорослями неорганического азота (катионы аммония, нитрит- и нитрат-анионы) [8]. Антидотов к токсинам цианобактерий не существует.

В широком смысле экологическая безопасность представляет собой комплекс мер по обеспечению допустимого уровня негативного воздействия природных и антропогенных факторов экологической опасности на окружающую среду и человека. В данной работе рассмотрен один из способов обеспечения экологической безопасности водных объектов.

Известно, что между зелеными и синезелеными водорослями в фитопланктонном сообществе складываются антагонистические отношения, что учитывается при биологической реабилитации водоёмов методом коррекции альгоценоза. Этот метод основан на искусственном увеличении обилия зеленых водорослей, приводящем к подавлению развития цианобактерий. Наиболее подходящим для альголизации родом зеленых водорослей является хлорелла. Это обусловлено относительной простотой ее культивирования, а также рядом свойств к которым относится планктонность, равномерное распределение клеток в культуральной среде, бактериальная чистота суспензии и другие. При этом хлорелла борется с синезелеными водорослями не за счет аллелопатии, а за счет прямой конкуренции [9].

Проведение альголизации способствует доминированию зеленых водорослей в фитопланктонном сообществе, следствием чего является интенсификация процессов самоочищения. Например, в работе [3] доказано влияние биологической реабилитации

Матырского водохранилища методом коррекции альгоценоза на снижение содержания железа, меди и марганца в приплотинной части данного искусственного водоема.

В работе авторов из Института клеточного и внутриклеточного симбиоза Уральского отделения Российской академии наук показано, что основополагающую, структурообразующую роль в водорослевых сообществах лентических водоемов играют представители отдела *Clorophyta* – зеленые водоросли, положение доминантного партнера занимают представители отделов *Bacillariophyta*, *Euglenophyta* и *Dinophyta*, а к ассоциативным компонентам симбиоза отнесены представители отделов *Xantophyta* и *Cyanophyta*, и даже отсутствие последних не меняет общую схему структуры фитопланктонного сообщества.

Также в данной статье альголизация признается перспективным направлением улучшения экологического состояния водоемов и лежит в основе использования симбиотического подхода в экологической практике [6].

Применение биологической реабилитации методом коррекции альгоценоза на Матырском водохранилище (2009 – 2011 гг.) показало, что вегетативные формы и споры синезеленых водорослей уменьшаются за первый год в среднем до уровня 57% от исходного, за два года до уровня 33%, а за пять лет их остается порядка 6% от начального количества, что уже не дает им доминантных преимуществ.

График уменьшения количества синезеленых водорослей приведен на рисунке, и характеризуется экспоненциальной зависимостью:

$$C=C_0 e^{-t/\tau} \quad (1)$$

где C_0 – первоначальное количество водорослей, выраженное в процентах, τ – постоянная очистки, определяемая временем в течение, которого количество синезеленых водорослей уменьшается в e раз [5].

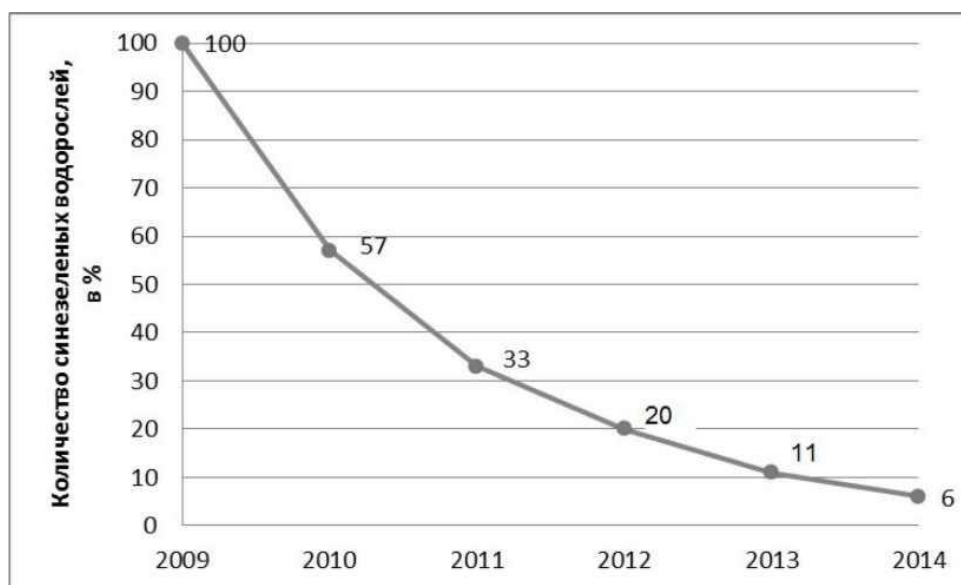


Рис. 1 Динамика очистки Матырского водохранилища

По результатам измерений $\tau=1,79$ года. Цикл технологических работ составляет четыре года, за который водный объект, практически не подвержен «цветению». Следует отметить, что отсутствие «цветения» водоема после проведенной альголизации не является признаком полного освобождения водоема от синезеленых водорослей. Это невозможно совершить в силу биологических особенностей цианобактерий. Для предотвращения массового развития синезеленых водорослей альголизацию следует проводить четыре года подряд [1, 3, 5].

В последующие четыре года проводится альголизация водоёма однократно в год и только в феврале-марте для наращивания биомассы хлореллы планктонных штаммов, которая была снижена за счет выедания зоопланктоном и личинками рыб [1].

Российская Федерация богата водными объектами, как природного, так и искусственного происхождения, и большинство из них находится в неблагоприятном экологическом состоянии. Описанный в работе метод направлен на реабилитацию водоемов в гидробиологическом отношении, и, безусловно, является одним из способов обеспечения экологической безопасности водопользования.

Литература.

1. Биломар Е.Е., Кульнев В.В. Биологическая реабилитация Белоярского водохранилища методом коррекции альгоценоза / Е.Е. Биломар, В.В. Кульнев // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. Тольятти. 2014. Т. 23. № 2. С. 22-32.
2. Кульнев В.В., Ступин В.И., Борзенков А.А. Биологическая реабилитация сточных вод сахарных заводов методом коррекции альгоценоза / В.В. Кульнев, В.И. Ступин, А.А. Борзенков // Экология и промышленность России. Москва. 2017. Т.21. №3. С. 16-20.
3. Кульнев В.В., Базарский О.В. Об определении влияния биологической реабилитации Матырского водохранилища методом коррекции альгоценоза на изменение железа, меди и марганца в воде приплотинной части данного водного объекта / В.В. Кульнев, О.В. Базарский // Материалы второго молодежного инновационного проекта "Школа экологических перспектив" Посвящается 95-летию Воронежского государственного университета Под ред. проф. И.И. Косиновой. Изд-во ВГУ. Воронеж. 2013. С. 28-31.
4. Марченко Е.Е., Кульнев В.В., Анциферова Г.А., Тарасова Н.Г., Еремкина Т.В., Михайлов Б.В. К вопросу о таксономическом составе фитопланктона и качестве воды Леновского водохранилища и Нижнетагильского городского пруда (Свердловская область) / Е.Е. Марченко, В.В. Кульнев, Г.А. Анциферова, Н.Г. Тарасова, Т.В. Еремкина, Б.В. Михайлов // Экологическая безопасность промышленных регионов III-й Уральский международный экологический конгресс. Редакционная коллегия: Семячков А.И., Игнатъева М.Н. Екатеринбург – Пермь.2015. С. 73-82.
5. Насонов А.Н. и др. Фрактальный анализ биологической реабилитации водных объектов методом коррекции альгоценоза/ А.Н. Насонов, И.В. Цветков, В.В. Кульнев, О.В. Базарский, И.М. Жогин // Проблемы управления водными и земельными ресурсами. Материалы международного научного форума: в 3 частях. Москва.2015. С. 165-180.
6. Немцева Н. В., Яценко-Степанова Т. Н., Бухарин О. В. Структурно-функциональная характеристика водорослевого сообщества и ее использование для определения экологического состояния пойменных водоемов /Н.В. Немцева, Т.Н. Яценко-Степанова, О.В. Бухарин// [Электронный ресурс]. Путь доступа: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2011-2/Articles/139.pdf>
7. Петросян В.С., Анциферова Г.А., Акимов Л.М., Кульнев В.В., Шевырев С.Л., Акимов Е.Л. Оценка и прогноз эколого-санитарного состояния Воронежского водохранилища на 2018-2019 гг / В.С. Петросян, Г.А. Анциферова, Л.М. Акимов, В.В. Кульнев, С.Л. Шевырев, Е.Л. Акимов // Экология и промышленность России. Москва.2019. Т23. №7. С.52-56.
8. Петросян В.С., Шувалова Е.А., Лухтанов В.Т., Кульнев В.В. Предотвращение загрязнения природных водоемов цианотоксинами с помощью микроводоросли *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 / В.С. Петросян, Е.А. Шувалова, В.Т. Лухтанов, В.В. Кульнев // Экология и промышленность России. Москва. 2015. Т19. №4. С 36-41.
9. Попов А.Н., Бутакова Е.А., Павлюк Т.Е. Об изучении механизма взаимодействия штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С–111 с сообществами синезеленых водорослей поверхностных водоемов в окрестностях Екатеринбурга/ А.Н. Попов, Е.А. Бутакова, Т.Е. Павлюк// Приоритетные направления экологической реабилитации Воронежского водохранилища. Воронеж. 2012. С.328-333.
10. Русских Я.В., Чернова Е.Н., Воякина Е.Ю., Никифоров В.А., Жаковская З.А. Определение цианотоксинов в водной матрице методом высокоэффективной жидкостной хроматографии - масс-спектрометрии высокого разрешения / Я.В. Русских, Е.Н. Чернова, Е.Ю. Воякина, В.А. Никифоров, Жаковская З.А. // Известия Санкт-Петербургского государственного

УДК 553:504.5.53(597)

ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИИ ПРИ НАЛИЧИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ СВИНЦОМ

Нгуен Тхань Хунг¹, . Косинова И.И.²

¹*Вьетнамский национальный Лесной университет, г. Ханой, Вьетнам*

²*Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия*

Аннотация.

Злоупотребление удобрениями и пестицидами в сельскохозяйственном производстве приводит к катастрофическому нарастанию загрязнения почв. Pb является одним из основных микроэлементов, но также может быть токсичным для растений. $Pb^{2+} \leq 10ppm$ способствует росту растений, повышает их продуктивность (стимулирует очень высокий разветвленный рис, увеличивает длину корня). Более высокие концентрации приводят к формированию экологической опасности, связанной с токсичностью получаемых продуктов.

Ключевые слова.

металлы, токсины, отравления, свинец, микроэлементы, системная безопасность..

ECOLOGICAL SAFETY OF AGRICULTURAL UGDIA IN THE DISTRICT OF LONG KHANH (VIETNAM)

NguyenThanhHung¹, I.Kosinova²

¹*Vietnam National University of Forestry*

²*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University.*

Abstract.

The abuse of fertilizers and pesticides in agricultural production leads to a catastrophic increase in soil contamination. Pb is one of the basic microelements, but can also be toxic to plants. $Pb^{2+} + \leq 10ppm$ promotes the growth of plants, increases their productivity (stimulates very high branched rice, increases the length of the root). Higher concentrations lead to the formation of an environmental hazard associated with the toxicity of the products obtained.

Keywords.

Metals, toxins, poisoning, lead, microelements.

Развитие науки и техники резко изменило способ производства в области сельскохозяйственного производства [2]. С применением новых технологий использование машин, удобрений и пестицидов значительно увеличило урожайность сельскохозяйственных культур [1,6]. При этом формируется повышенный уровень концентрации тяжелых металлов [4,5]. Несомненно, что металлы, находящиеся выше определенных уровней в почве, могут повлиять на сельскохозяйственное производство. Pb является одним из самых распространённых тяжелых металлов, имеющих значительное количество источников поступления в окружающую среду: горнодобывающая промышленность, переработка свинца, производство батарей, использование пестицидов, транспортные воздействия и др [3,7]. Для обеспечения чистого и устойчивого сельскохозяйственного производства

необходимо выявить особенности накопления Рb в почвах и растениях, что проделано нами в ряде экспериментальных исследований.

При концентрации $Pb^{2+} \leq 10 \text{ppm}$ происходила стимуляция развития высоты растения во все время исследования. Концентрация Pb^{2+} от 10-100ppm препятствует развитию высоты риса, а также росту истинных листьев.

При концентрациях свинца 10ppm наблюдается стимулирование высоты ветви. Время кушения было аналогично контрольной выборке, а длина корня больше чем у контрольного образца. Это показывает, что низкая концентрация Pb^{2+} способствует росту растений, увеличивая урожайность. Однако при более высоких концентрациях тенденция кушения, как правило, уменьшается.

Как показано в таблице 1, можно видеть обратную зависимость между изменением концентрации и изменением высоты куста на относительно высоких уровнях ($-0.75 < r < -0.60$). Это означает, что по мере увеличения концентрации высота рисового растения постепенно уменьшается. Поэтому, если почва сильно загрязнена Pb^{2+} , рост растения значительно уменьшается.

Таблица 1.

Влияние концентрации Pb^{2+} на высоту риса (см)

Концентрация Pb^{2+} (ppm)	Возраст риса (дни)					
	7	14	21	28	35	75
Контрольный образец [КО]	6.00	14.05	24.67	46.88	67.55	81.98
0.01	6.85	15.71	26.50	51.31	71.38	86.58
0.1	6.99	18.42	27.76	54.27	73.26	87.06
1	7.30	19.91	28.79	55.02	73.93	87.63
10	7.32	19.96	28.80	55.05	73.97	87.69
30	5.50	12.55	22.17	43.38	63.05	75.48
100	5.25	12.30	21.92	43.13	62.80	75.76
Корреляция r	-.733	-.609	-.714	-.686	-.732	-.755*

*. Корреляция значима на уровне $\alpha \leq 0,05$

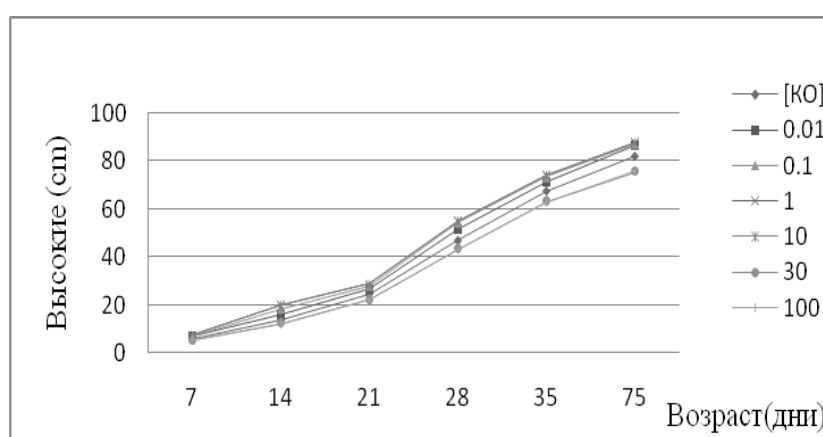


Рис.1 Влияние концентрации Pb^{2+} на высоту риса (см)

В таблице 2 уровень корреляции между концентрацией Рb и числом стеблей был незначительным ($r = 0,229$), но корреляция между концентрацией и временем кушения и длиной корня была высокой. Повышенный уровень Рb продлит время кушения и заставит корни расти медленнее.

Таблица 2.

Влияние концентраций Pb^{2+} на кущению риса и развитие длины корня

Концентрация Pb^{2+} (ppm)	Среднее количество стебля (стеблей)	Среднее время кущения (дни)	Средняя длина корня (см)
[КО]	5.8	10.80	25.68
0.01	6.7	11.30	27.36
0.1	7.8	11.50	28.20
1	8.1	11.50	26.46
10	7.3	11.70	25.30
30	7.1	11.90	24.97
100	7.6	12.00	21.82
Корреляция r	.229	.673	-.903*

*. Корреляция значима на уровне $\alpha \leq 0,05$

Таблица 3 и рис.3 показывают, что накопление Pb^{2+} во всех частях риса выше, чем у контрольного риса. Чем выше концентрация Pb^{2+} в почве, тем выше уровень накопления в растении. Стебель и листья являются наиболее загрязненными частями, которые превышают уровни загрязнения в 2-10 раз по сравнению с контролем.

Коэффициент корреляции довольно высок ($r > 0,76$). Это говорит о том, что изменения в концентрациях Pb почвы оказывают большое влияние на накопление Pb в частях растений. По мере увеличения концентрации вероятность накопления также возрастает.

Таблица 3.

Содержание Pb^{2+} (ppm) накопленное в частях риса

Концентрация Pb^{2+} в почве (ppm)	Pb^{2+} в сухих семенах(ppm)	Pb^{2+} в высушенных стеблях и листьях (ppm)	Pb^{2+} в сухих корнях (ppm)
[КО]	2.84	24.33	21.88
0.01	6.37	38.67	34.22
0.1	6.18	39.59	35.67
1	3.15	46.27	41.73
10	9.50	59.30	54.42
30	13.06	136.97	84.62
100	13.37	216.03	125.11
Корреляция r	.762*	.966**	.953**



Рис.3.Содержание Pb²⁺ (ppm) накопленное в частях риса

Из приведенного выше анализа можно заключить, что при различных концентрациях Pb в почве степень его влияния на рост риса весьма различна. На низких уровнях это выгодно для роста, но на более высоких уровнях будет препятствовать развитию. Отсюда можно определить уровень и дозировку содержания свинца для стимулирования роста риса (Pb²⁺ ≤ 10 ppm). С другой стороны, анализ также показал, что при увеличении концентрации Pb²⁺, уровень накопления Pb²⁺ в корневище и листьях растения также увеличивается. В особенности следует отметить, что загрязнении почв свинцом в концентрациях 30-100 ppm приводит к его значительному накоплению в сухих зернах. Выявлено, что экологическая безопасность территорий может быть обеспечена при уровнях загрязнения приповерхностных отложений свинцом в концентрациях, не превышающих 10 ppm.

Литература.

1. Le Н.В. Экологическая токсикология. Издатель Национального университета. Хошимин, 2000, с. 268.
2. Le Н.В. Экология окружающей среды на землю, Хошиминский сельскохозяйственный издатель, 2000, стр.173.
3. Le Н.В, Nguyen V.D. Влияние токсинов тяжелых металлов на растения, животных (дождевых червей, мидий, раков) и накопление в их телах. Национальный центр научных технологий, 1998, 23-28.
4. Масил Хан. Использование микробного дыхания, углерод углерода и метаболический фактор для оценки загрязнения почвы. Обзор A-Review. Пакистанский журнал биологических наук 3 (7). 2000, 1113-1118.
5. Nguyen N.Q, Le Н.В. Обзор некоторых тяжелых металлов в районах выращивания риса, пораженных промышленными и городскими сточными водами Хо Ши Мина, Journal of Science and Technology, 2002, 311-315.
6. Косинова И.И. Теория и методология геоэкологических рисков. Бюллетень Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2008. № 2. С.189-197.
7. Середа Л.О., Яблонских Л.А., Куролап С.А. Мониторинг эколого-геохимического состояния почвенного покрова города Воронеж. Экология и природопользование. 2015. № 2. С. 66-72. <http://dx.doi.org/10.15688/jvolsu11.2015.2.8>



ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА СЕРИИ «ЭКОЛОГ»

Специальное предложение для вузов по поставке программных продуктов для использования в учебном процессе
integral.ru/vuz

Разработка и внедрение информационно-аналитических систем экологического менеджмента для крупных компаний
integral.ru/ias

Фирма «Интеграл»

Многоканальный телефон (812) 740-11-00
Прямой московский номер (495) 221-08-56
191036, Санкт-Петербург,
4-я Советская ул., 15 Б
eco@integral.ru
www.integral.ru
Skype для голосовых вызовов: Integral.ru

Представительство в Москве

Телефон/факс: (499) 644-03-38
115280, Москва, Автозаводская ул., д. 23А,
корпус 2, офис 203
msk@integral.ru

Контактная информация
региональных представителей —
на нашем сайте (integral.ru/dealers)



Актуальный
каталог программ
всегда на
integral.ru/price

МАТЕРИАЛЫ
V школы-семинара молодых ученых
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
СИСТЕМНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»

Научная редакция И.И. Косинова
2019 г