

Инновационные методы экологического мониторинга водных ресурсов



В. А. Румянцев,
*академик РАН,
Институт озераедения РАН*



В. А. Яковлев,
*д. ф.-м. н.,
ОАО «Государственный
оптический институт
им. С. И. Вавилова»
e-mail: vicyac@yandex.ru*



А. Г. Журенков,
к. ф.-м. н.



С. В. Максин,
*к. э. н., ОАО «Швабе»
e-mail: moscow@shvabe.com*



И. А. Новиков,
*к. т. н., ОАО «Швабе»
e-mail: moscow@shvabe.com*

Рассмотрены вопросы, связанные с использованием оптико-акустических и оптических комплексов для экологического мониторинга на поверхности земли и в воде.

Ключевые слова: лазерный комплекс, авиационный сканирующий лазерный лидар, сканирующие ИК-радиометр, дистанционное обнаружение экологически загрязненных участков местности.

В начале XXI века в связи с ускорением научно-технического прогресса, быстрым ростом производства, повышением интенсивности освоения невозобновляемых природных ресурсов нашей планеты, быстрым увеличением ее народонаселения — масштабы антропогенного воздействия на окружающую природную среду резко возросли и человечество столкнулось с реальной угрозой возникновения глобального экологического кризиса. В особенно тяжелом положении оказались экосистемы Мирового океана и внутренних водоемов, которые в силу ряда причин природного и техногенного характера во многих случаях становятся конечным пунктом накопления

антропогенных загрязняющих веществ различного происхождения.

В Российской Федерации, как и за рубежом, осуществляются многочисленные программы разведки новых месторождений углеводородов, расширения существующих морских нефтегазовых комплексах, обеспечивающих добычу, промежуточное хранение, перегрузку и транспортировку ископаемого углеводородного сырья, добываемого на континентальном шельфе Мирового океана. Для экологически безопасной эксплуатации перечисленных систем, необходимо осуществление мониторинга, который включает: наблюдение за районами добычи и трассами

трубопроводов с целью предотвращения загрязнения окружающей среды и сокращения времени поиска мест повреждений [1–4].

В представленной статье анализируются современные инновационные подходы к решению этой и связанных с ней задач. Актуальность их решения подтверждается выходом нескольких постановлений правительства Российской Федерации, посвященных развитию морских объектов добычи и транспортировки углеводородного сырья.

Своевременное обнаружение и локализация малых (и, следовательно, не вызывающих заметного падения давления в трубопроводе) утечек нефти или газа из трубопроводов является важной проблемой, поскольку развитие небольших повреждений может повлечь крупный прорыв трубопровода с катастрофическими последствиями. В связи с этим, значительный интерес представляет разработка инновационных методов решения задачи дистанционного обнаружения аварийных разрывов в подводных трубопроводах, в том числе, использование малогабаритных узконаправленных оптико-акустических приемников, размещаемых на специализированных судах экологического мониторинга и пригодных для оборудования автоматических погружаемых (в том числе глубоководных) аппаратов, используемых для поиска и ремонта поврежденных участков трубопроводов.

Предлагаемый ОАО «ГОИ им. С. И. Вавилова» к внедрению комплекс обеспечит мониторинг акваторий в районах добычи и транспортировки углеводородного сырья, контроль состояния трубопроводов, дистанционное обнаружение мест утечки (в том числе, малых утечек, без заметного падения давления в трубопроводе), автоматическое наведение подводного аппарата на место утечки (рис. 1), экологический контроль акватории, дистанционный экспресс-анализ компонентов биосферы, разведку месторождений углеводородов в шельфовой зоне.

Состав комплекса:

- система обнаружения места утечки нефтепродуктов из трубопровода;

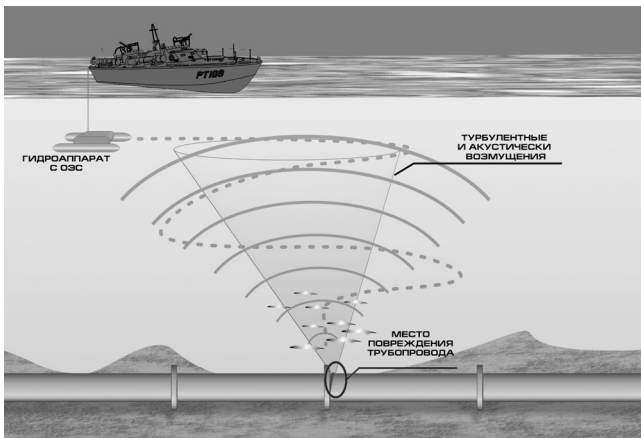


Рис. 1. Оптико-акустический комплекс для дистанционного мониторинга подводных трубопроводов

- система управления для автоматического наведения гидроаппарата на место утечки;
- система подводного видения с лазерной подсветкой для получения изображений поврежденных участков;
- оптический регистратор нефтяных пленок;
- ультраспектральный авиационный сканирующий лазерный лидар;
- авиационный и корабельный сканирующие ИК-радиометры;
- гиперспектральный Фурье-спектровизор.

Состав может изменяться в зависимости от характера решаемой задачи.

Ниже приведено несколько примеров использования входящей в комплекс оптико-электронной аппаратуры.

1. Для обнаружения нефтяных загрязнений на водной поверхности предложен оптический регистратор нефтяных пленок, который может устанавливаться на мостах и судах. На основе таких датчиков создана [2] и успешно функционирует система контроля экологического состояния акватории Невы в городской черте Санкт-Петербурга. Аппаратура установлена на мостах: Володарском, Александра Невского, Малоохтинском, Литейном. Планируется установка на Большом Обуховском и Кантемировском мостах (рис. 2).

С учетом значимости решаемых задач экологического контроля, специалистами ОАО «ГОИ им. С. И. Вавилова» выполнен цикл работ по внедрению оптико-электронных комплексов для предупреждения чрезвычайных ситуаций, связанных с аварийными разливами нефтепродуктов в акватории Невы.

В Ленинградской области на Кузьминском железнодорожном мосту через Неву размещен, созданный при непосредственном участии ОАО «ГОИ им. С. И. Вавилова», комплекс оптико-электронной аппаратуры для обнаружения нефтяных загрязнений в акватории реки Нева с целью оперативного реагирования и предотвращения попадания выбросов нефтепродуктов в городские водозаборы и для обеспечения бес-

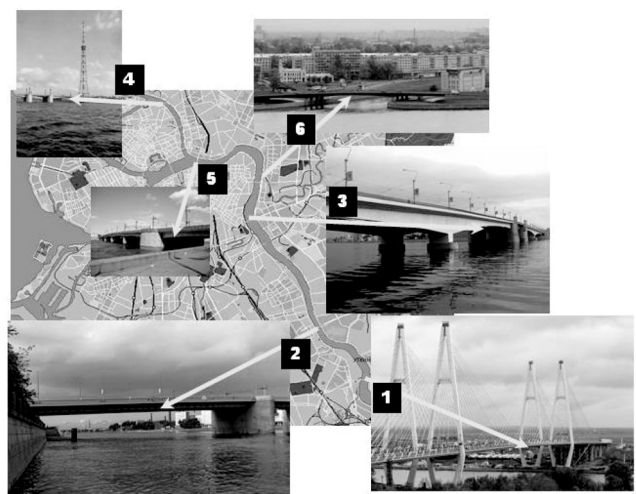


Рис. 2. Схема расположения оптических комплексов системы регистрации разливов нефтепродуктов в акватории реки Невы

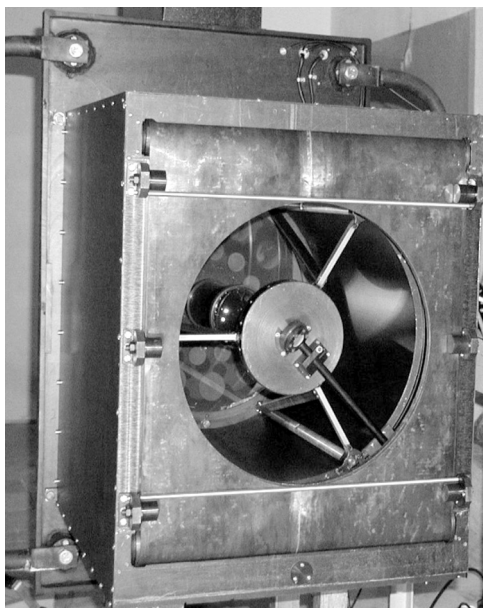


Рис. 3. Ультраспектральный авиационный сканирующий лазерный лидар

перебойного водоснабжения города Санкт-Петербурга и его пригородов [4].

Кузьминский железнодорожный мост в системе «Ладога – р. Нева – Невская губа – восточная часть Финского залива» находится примерно посередине между истоком реки Невы – Ладожским озером – и той частью реки, где начинается территория Колпинского района Санкт-Петербурга. При обнаружении аварийного разлива нефтепродуктов, при принятой средней скорости течения воды в реке Нева равной 2,9 км/ч, имеется достаточно времени (порядка 4 ч) для принятия соответствующих мер по предотвращению попадания нефтепродуктов в водозаборные сооружения водопроводной станции г. Колпино.

2. Разработанный в ОАО «ГОИ им. С.И. Вавилова» ультраспектральный авиационный сканирующий лазерный лидар (рис. 3) обнаруживает малые концентрации различных веществ (в том числе углеводородов) на поверхности земли и в воде [4]. Позволяет дистанционно проводить:

- поиск мест утечки углеводородов из трубопроводов (в том числе подземных и подводных);
 - разведку месторождений нефти и газа;
 - обнаружение экологически загрязненных объектов, предвестников техногенных катастроф, очагов пожаров (в том числе скрытых).
3. Авиационный и корабельный сканирующие ИК-радиометры (рис. 4), обеспечивают круглосуточное наблюдение за окружающей наземной и водной обстановкой. Позволяют осуществлять, в частности:
- выявление утечек в магистральных газо- нефте- и продуктопроводах, тепловых трассах (в том числе подземных);
 - экологический мониторинг водных и наземных поверхностей на предмет выявления разливов нефти и нефтепродуктов, сбросов сточных вод канализационных систем и промышленных предприятий;

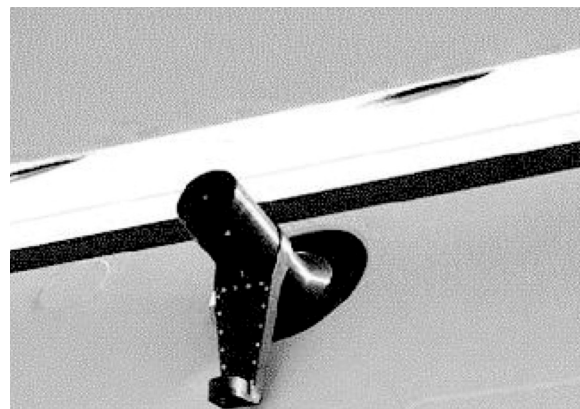


Рис. 4. Фотография ИК-радиометра «Акваметр», установленного на месте иллюминатора в самолете-лаборатории

- обнаружение малых и скрытых очагов возгорания, например скрытого (подземного) горения торфяников и лесов, местных перегревов, в том числе на движущихся объектах (например, саморазогрев груза в трюме);
 - определение ослабленного льда, наличия в нем трещин при плавании в условиях севера.
4. Нашими специалистами также разработана и проходит апробацию в Институте озераведения РАН дистанционная и контактная оптико-электронная аппаратура для обнаружения, идентификации и контроля за популяциями потенциально опасных сине-зеленых водорослей (цианобактерий) на водных объектах Российской Федерации исходя из особенностей их спектральных характеристик на основе гиперспектральной, флуориметрической и фототермической техники.

В ОАО «ГОИ им. С. И. Вавилова» имеются экспериментальные образцы представленной аппаратуры. При необходимости, серийное производство оптико-акустических и оптических средств контроля может быть организовано на заводах ОАО «Швабе».

Список использованных источников

1. В. А. Яковлев. Прямые и обратные задачи в гидрооптике. Теоретические аспекты. СПб.: Изд. РГМУ, 2004.
2. А. Г. Журенков, А. З. Зубарян, В. А. Румянцев, В. А. Яковлев. Оптические методы и средства контроля разливов нефтепродуктов на водной поверхности/Под ред. акад. РАН Г. В. Смирнова. СПб.: Изд. ЛЕМА, 2007.
3. А. Г. Журенков, А. А. Зайчук, Е. Д. Нефедова, В. А. Румянцев, В. А. Яковлев. Комплекс оборудования по обнаружению аварийных разливов нефтепродуктов в акватории реки Невы//Водоснабжение и санитарная техника, № 6, 2012.
4. С. В. Алимов, О. Б. Данилов, А. П. Желваков, С. В. Кашцев, Д. В. Косачев, А. А. Мак, С. Б. Петров, В. И. Устюгов. Авиационный рамановский лидар с ультраспектральным разрешением//Оптический журнал, т. 76, вып. 4, 2009.

Innovative methods for environmental monitoring of water resources

V. A. Rumyantsev, academician of RAS, Institute of Limnology of RAS.

V. A. Yakovlev, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Federal State Unitary Enterprise Scientific and Industrial Corporation «Vavilov State Optical Institute».

A. G. Zhurenkov, PhD in Physics and Mathematical Sciences.

S. V. Maksin, JSC «Schwabe».

I. A. Novikov, PhD, JSC «Schwabe».

The problems associated with the use of opto-acoustic and optical systems for environmental monitoring on the ground and in the water.

Keywords: laser system, aviation scanning laser lidar scanning infrared radiometer remote detection polluted terrain.