

А.Г. Костяной

*Проф., д.ф.-м.н., главный научный сотрудник Института океанологии
им. П.П. Ширишова РАН, г. Москва, Россия*

A.G. Kostianoy

*Prof., Dr., Chief Scientist, P.P. Shirshov Institute of Oceanology,
Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

О НЕОБХОДИМОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА КАСПИЙСКОГО МОРЯ

ON THE NEED FOR THE ORGANIZATION OF INTEGRATED MONITORING OF THE CASPIAN SEA

Резюме. В статье рассматриваются вопросы организации комплексного мониторинга Каспийского моря. Обсуждаются цели и задачи фонового мониторинга окружающей природной среды, а также функции федеральных служб и агентств по организации и осуществлению мониторинга. Приводятся основные характеристики морской наблюдательной сети в морях России. Обсуждаются современные спутниковые методы мониторинга экологического состояния морей, а также конкретные области применения спутниковой информации для изучения и мониторинга региона Каспийского моря. Особое внимание уделено спутниковому мониторингу нефтяного загрязнения моря.

Ключевые слова: Каспийское море, комплексный мониторинг, спутниковые наблюдения, экологическое состояние, нефтяное загрязнение, региональное изменение климата

Abstract. The article deals with the organization of comprehensive monitoring of the Caspian Sea. We discuss the goals and objectives of the environmental monitoring, as well as the functions of federal services and agencies in the organization and implementation of the monitoring. The basic characteristics of the marine observation network in the seas of Russia are shown. We discuss modern satellite environmental monitoring methods, as well as specific applications of satellite data for the study and monitoring of the Caspian Sea region. Particular attention is given to satellite monitoring of oil pollution of the sea.

Keywords: the Caspian Sea, integrated monitoring, satellite observations, ecological state, oil pollution, regional climate change

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время всеми прикаспийскими странами большое внимание уделяется комплексному изучению Каспийского моря. Возрастающий интерес связан с несколькими основными факторами. Во-первых, это резкие колебания уровня Каспия, которые плохо прогнозируются [1], во-вторых, интенсивное развитие добычи нефти и газа [2], в-третьих, катастрофическое изменение экосистемы моря в результате вселения гребневика мнемнопсиса (*Mnemiopsis leidyi*) и других естественных и антропогенных факторов [3], в-четвертых, региональное изменение климата, которое приводит к повышению температуры воздуха и температуры приповерхностного слоя моря [4], и, наконец, в-пятых, это важное геополитическое значение, которое, по-прежнему, имеет регион Каспийского моря [5, 6].

Современное состояние окружающей среды Каспийского моря по оценкам Министерства природных ресурсов РФ, КаспНИРХ, ГОИН, Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН и ряда международных организаций является катастрофическим [3, 7-11]. Важнейшей задачей предстоящих исследований является разграничение эффектов антропогенного воздействия (зарегулирование стока рек, загрязнение и эвтрофикация вод) и естественной изменчивости регионального климата. Наиболее продуктивным способом ее решения является совместный анализ длительных рядов различных гидрофизических, гидрохимических, гидробиологических и метеорологических параметров Каспийского моря. Современный подход к решению этой проблемы заключается в использовании спутниковой информации и данных реанализа о поле температуры моря, об уровне моря, о содержании хлорофилла, взвеси и нефтяном загрязнении, об атмосферном давлении, ветре, температуре воздуха, осадках, влажности и других параметрах [4].

Однако за последние 25 лет значительно уменьшился объем регулярных гидрологических работ в море, а также объем информации с метеостанций и постов Гидрометеослужбы России [12]. Кардинально изменилась геополитическая обстановка в регионе

- Каспий теперь омывает берега 5 независимых государств. После распада СССР затруднен и обмен данными между государствами каспийского региона. Сеть станций и уровенных постов на Каспии стремительно сокращается: в 1960 г. их было 79, в 1972 г. – 51, в 1992 г. - 36, а их техническое оснащение морально устарело. Кроме того, уровенные посты прикаспийских государств производят измерения вблизи береговой линии, с разной точностью, временным разрешением и в отсутствии единой высотной привязки, которая не проводилась уже несколько десятилетий. В большинстве случаев существенное влияние на данные измерений оказывают особенности рельефа суши, так и очертания берега. Согласно последним GPS (Глобальная система позиционирования) измерениям многие уровенные посты на Каспии имеют вертикальное смещение, причем разнонаправленное на разных его берегах. Это связано с движением земной коры и вносит значительную ошибку в межгодовую изменчивость уровня моря [13].

Составной частью любой программы современного мониторинга экологического состояния суши или морей является спутниковый мониторинг, который обладает большими дополнительными возможностями и преимуществами по сравнению с наземными средствами. Организация постоянно действующего комплексного спутникового мониторинга Каспийского моря и прилегающих регионов давно стала актуальной задачей.

За последние 20 лет в ходе выполнения ряда российских и международных проектов накоплен уникальный опыт работы с базовой термогидродинамической и гидрометеорологической информацией о состоянии моря и отработаны новые методики исследования, которые могут применяться для изучения состояния окружающей среды и регионального климата Каспийского моря. Наряду с анализом гидрологических и гидрометеорологических данных важную роль здесь играют спутниковые методы, позволяющие с высоким пространственно-временным разрешением регулярно получать необходимые термогидродинамические, оптические и метеорологические параметры одновременно на всей акватории моря, а не только в его российском секторе, что чрезвычайно важно в отсутствии обмена данными между прикаспийскими странами.

Спутниковый мониторинг прибрежных районов океана и внутренних морей является важнейшим методом контроля их экологического состояния. Он основан на приеме цифровых данных с различных радиометров, сканеров, спектрометров, радаров, альтиметров, скаттерометров, установленных на зарубежных спутниках (NOAA, Terra, Aqua, TOPEX/Poseidon, Jason-1, Jason-2, GFO, ENVISAT, Radarsat-1, Radarsat-2, ERS-2, QuikSCAT, Landsat, IRS, KOMPSAT-2, EROS A, IKONOS, SPOT, QuickBird, FORMOSAT-2 и многих других) и позволяющих получать информацию о поле температуры поверхности моря, взвеси, концентрации хлорофилла, других оптических характеристиках водной поверхности и суши, нефтяном загрязнении, а также об аномалиях уровня моря, изменчивости течений и скорости ветра с высоким пространственным и временным разрешением [14].

Например, радары с синтезированной апертурой, установленные на спутниках ENVISAT, Radarsat-1, Radarsat-2 и ERS-2 являются незаменимым средством для мониторинга нефтяных загрязнений океанов и морей, в частности, Каспийского моря. Анализ получаемой информации позволяет оперативно отслеживать экологическую обстановку акватории, подверженной воздействию стоков различной природы, оценивать площадь и степень ее загрязненности и исследовать физические процессы, определяющие перенос загрязнений по изучаемым акваториям, а иногда и определять виновников нефтяного загрязнения. Возможность обзора в короткие сроки огромных акваторий, а также возможность повторных наблюдений одного и того же региона с небольшим интервалом времени (сутки) делают использование космической информации наиболее дешевым, оперативным и объективным методом экологического мониторинга морей и океанов [14].

Отметим также, что в начале 90-х годов регулярный авиационный контроль нефтяных загрязнений ряда морей России практически полностью прекратился. Так, например, с 1993 года в российском секторе юго-восточной Балтики и в Финском заливе не выполняются регулярные авиационные наблюдения нефтяных пятен. Регулярный мониторинг нефтяных загрязнений в

Баренцевом, Черном, Азовском и Каспийском морях в настоящее время также не проводится.

В последние годы с появлением доступных банков глобальной регулярной спутниковой информации и данных реанализа о поле температуры поверхности моря, уровне моря, концентрации хлорофилла, ледовом покрытии, атмосферном давлении, ветре, осадках, влажности, потоках тепла и других гидрометеорологических характеристиках (PODAAC JPL, UT/CSR, NCEP, GSFC NASA, DAAC GSFC, и др.), появилась возможность изучения не только сезонной, но и межгодовой изменчивости состояния акваторий морей России [4]. А это особенно важно как для изучения изменчивости регионального климата, так и эволюции термического и экологического состояния морей, в частности, Каспийского моря.

Организация постоянно действующего комплексного спутникового мониторинга Каспийского моря полностью соответствует основным положениям «Экологической доктрины Российской Федерации», одобренной распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 августа 2002 г. № 1225-р, Морской доктрины Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденной Президентом Российской Федерации 27 июля 2001 г. № Пр-1387, и протокола совещания в Правительстве Российской Федерации от 21 октября 2008 года № ВП-П7-26пр по вопросу «О ходе реализации приоритетных задач отечественной космической деятельности и расширении сферы использования возможностей космических средств в интересах социально-экономической деятельности регионов страны», предусматривающих, в том числе, проведение комплексных морских научных исследований в интересах Российской Федерации, развитие систем мониторинга за состоянием морской природной среды и прибрежных территорий. В частности, вышеуказанным протоколом обращено внимание Роскосмоса, Минэкономразвития России, Минрегиона России, Минтранса России и других заинтересованных федеральных органов исполнительной власти на необходимость более эффективного внедрения результатов космической деятельности в различные отрасли экономики Рос-

сийской Федерации и обеспечения доступности этих результатов широкому кругу потребителей.

ПОНЯТИЕ И ЗАДАЧИ МОНИТОРИНГА

Понятие мониторинга в настоящее время широко используется в различных областях деятельности, поэтому смысл, вкладываемый в него, широко варьирует. Обычно под мониторингом подразумевается регулярная система наблюдений, имеющая целью получение информации, необходимой для осуществления и планирования тех или иных видов деятельности. Основой мониторинга, как правило, является программа, определяющая перечень наблюдаемых показателей, порядок производства наблюдений, содержание создаваемой информационной продукции. Опыт, накопленный в различных областях деятельности, показывает, что при формировании программы мониторинга в обязательном порядке должны учитываться несколько обстоятельств. Во-первых, это правовые основы мониторинга, как общественно значимой информационной системы. Во-вторых, это цели и задачи мониторинга, в которых отражено предназначение информации, являющейся основной продукцией этой системы. В третьих, это специфические особенности, присущие явлениям и процессам, выступающим в качестве объекта наблюдений.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ № 219 от 10.04.2007 “Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов” (в ред. Постановлений Правительства РФ от 22.04.2009 N351, от 17.10.2009 N830), организация и осуществление мониторинга проводятся Федеральным агентством водных ресурсов, Федеральным агентством по недропользованию, Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с участием уполномоченных органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Согласно этому Постановлению, Федеральное агентство водных ресурсов в целях организации и осуществления мониторинга:

- обеспечивает разработку автоматизированных информационных систем мониторинга;

- ведет регулярные наблюдения за состоянием дна, берегов, состоянием и режимом использования водоохранных зон и изменениями морфометрических особенностей водоемов, которые полностью расположены на территориях соответствующих субъектов Российской Федерации и использование водных ресурсов которых осуществляется для обеспечения питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения двух и более субъектов Российской Федерации, наблюдения за находящимися в федеральной собственности водохозяйственными системами, в том числе за гидротехническими сооружениями, эксплуатируемыми организациями, подведомственными Федеральному агентству водных ресурсов, а также наблюдения за объемом вод при водопотреблении и водоотведении на всех водных объектах;

(в ред. Постановления Правительства РФ от 17.10.2009 N 830)

- обеспечивает развитие сети пунктов наблюдений за водохозяйственными системами, эксплуатируемыми организациями, подведомственными Федеральному агентству водных ресурсов, а также за состоянием дна, берегов, водоохранных зон и изменениями морфометрических особенностей водоемов, которые полностью расположены на территориях соответствующих субъектов Российской Федерации и использование водных ресурсов которых осуществляется для обеспечения питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения двух и более субъектов Российской Федерации;

(в ред. Постановления Правительства РФ от 17.10.2009 N 830)

- координирует ведение мониторинга поверхностных водных объектов, находящихся в федеральной собственности, мониторинга состояния дна, берегов таких водных объектов, ведение наблюдений за водохозяйственными системами, в том числе за гидротехническими сооружениями, находящимися в федеральной собственности, участниками ведения мониторинга, а также иными федеральными органами исполнительной власти;

- координирует ведение иными собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и

(или) дренажных вод, их качества, ведение регулярных наблюдений за водными объектами и их водоохранными зонами, а также осуществляет обобщение и оценку результатов такого учета и таких регулярных наблюдений;

- осуществляет сбор, обработку, хранение, обобщение и анализ сведений, полученных в результате наблюдений как Федеральным агентством водных ресурсов и организациями, находящимися в его ведении, так и иными участниками ведения мониторинга, а также сведений, представленных заинтересованными федеральными органами исполнительной власти, собственниками водных объектов и водопользователями;

- проводит общую оценку и прогнозирование изменений состояния водных объектов, дна, берегов водных объектов, их морфометрических особенностей, водоохраных зон водных объектов, количественных и качественных показателей состояния водных ресурсов, состояния водохозяйственных систем, в том числе гидротехнических сооружений;

- формирует банк данных мониторинга по бассейновым округам, речным бассейнам, водохозяйственным участкам, территориям субъектов Российской Федерации и в целом по Российской Федерации;

- обеспечивает включение сведений, полученных в результате наблюдений при осуществлении мониторинга, в государственный водный реестр;

- обеспечивает предоставление федеральным органам исполнительной власти, органам государственной власти субъектов Российской Федерации, органам местного самоуправления, а также юридическим и физическим лицам данных мониторинга в соответствии с водным законодательством и Федеральным законом “Об информации, информационных технологиях и о защите информации”.

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды при осуществлении мониторинга поверхностных водных объектов:

- осуществляет регулярные наблюдения за состоянием поверхностных водных объектов в части количественных и каче-

ственных показателей состояния водных ресурсов, внутренних морских вод и территориального моря Российской Федерации, континентального шельфа и исключительной экономической зоны Российской Федерации на базе государственной наблюдательной сети;

(в ред. Постановления Правительства РФ от 22.04.2009 N 351)

- проводит оценку и прогнозирование изменений состояния поверхностных водных объектов в части количественных и качественных показателей состояния водных ресурсов;

- обеспечивает сбор, обработку, обобщение и хранение сведений, полученных в результате наблюдений за водными объектами, и представление в Федеральное агентство водных ресурсов данных мониторинга поверхностных водных объектов с учетом данных мониторинга, осуществляемого при проведении работ в области гидрометеорологии и смежных с ней областях, в соответствии с установленными формами и порядком представления данных, а также порядком информационного обмена;

- обеспечивает предоставление федеральным органам исполнительной власти, органам государственной власти субъектов Российской Федерации, органам местного самоуправления, а также юридическим и физическим лицам данных мониторинга поверхностных водных объектов в порядке, установленном Федеральным законом "Об информации, информационных технологиях и о защите информации".

Федеральное агентство по недропользованию при осуществлении мониторинга подземных вод:

- обеспечивает развитие опорной наблюдательной сети, предназначенной, в частности, для ведения мониторинга подземных вод с учетом государственного мониторинга состояния недр;

- организует регулярные наблюдения за состоянием подземных водных объектов, в том числе наблюдения за качеством подземных вод по физическим, химическим, радиационным и микробиологическим показателям, координирует ведение недропользователями наблюдений за состоянием недр, связанных с использованием подземных вод;

- осуществляет сбор, обработку, обобщение и хранение сведений, полученных в результате наблюдений, обобщает сведения, полученные в результате наблюдений недропользователями, проводит оценку и прогнозирование изменений состояния подземных водных объектов;

- представляет данные мониторинга подземных вод в Федеральное агентство водных ресурсов в соответствии с установленными формами и порядком представления данных, а также порядком информационного обмена;

- обеспечивает предоставление федеральным органам исполнительной власти, органам государственной власти субъектов Российской Федерации, органам местного самоуправления, а также юридическим и физическим лицам данных мониторинга подземных вод в порядке, установленном Федеральным законом "Об информации, информационных технологиях и о защите информации".

Федеральное агентство водных ресурсов, Федеральное агентство по недропользованию, Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды взаимодействуют при осуществлении мониторинга со следующими заинтересованными федеральными органами исполнительной власти:

(в ред. Постановления Правительства РФ от 17.10.2009 N 830)

- с Федеральной службой по надзору в сфере природопользования - в части использования сведений, получаемых при осуществлении государственного контроля в области охраны окружающей среды (федерального государственного экологического контроля), в том числе контроля и надзора за использованием и охраной водных объектов (федерального государственного контроля и надзора за использованием и охраной водных объектов);

(абзац введен Постановлением Правительства РФ от 17.10.2009 N 830)

- с Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору - в части использования сведений, получаемых при осуществлении контроля и надзора за безопасностью поднадзорных гидротехнических сооружений;

(в ред. Постановления Правительства РФ от 22.04.2009 N 351)

- с Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека - в части использования сведений, получаемых при ведении социально-гигиенического мониторинга, об оценке качества воды источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также об оценке состояния водных объектов, используемых для рекреационных целей и содержащих природные лечебные ресурсы;

- с Федеральным агентством по рыболовству - в части использования сведений, получаемых при ведении мониторинга состояния водных биологических ресурсов в части оценки состояния водных объектов как среды обитания водных биологических ресурсов;

- с Федеральной службой по надзору в сфере транспорта - в части использования сведений, получаемых при осуществлении контроля и надзора в сфере морского (включая морские торговые, специализированные и рыбные порты, кроме портов рыбопромысловых колхозов) и внутреннего водного транспорта.

Заинтересованные федеральные органы исполнительной власти обеспечивают сбор, обработку, хранение и представление в установленном порядке в Федеральное агентство водных ресурсов сведений, указанных в настоящем пункте, необходимых для ведения мониторинга.

Основные функции в области фонового мониторинга окружающей природной (в том числе морской) среды традиционно были сосредоточены исключительно у специально уполномоченных на то государственных органов. Это нашло отражение во введенном в действие в 2002 году Законе РФ “Об охране окружающей среды”: “Государственный мониторинг окружающей среды (государственный экологический мониторинг) осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации в целях наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе за состоянием окружающей среды в районах расположения источников антропогенного воздействия и воздействием этих источников на окружающую среду, а также в целях обеспечения потребностей

государства, юридических и физических лиц в достоверной информации, необходимой для предотвращения и (или) уменьшения неблагоприятных последствий изменения состояния окружающей среды”.

В последующем развитии законодательства в этой сфере было связано с конкретизацией различных видов экологического мониторинга, а также с расширением прав и обязанностей хозяйствующих субъектов по его проведению. Наряду с осуществлением мониторинга источников антропогенного воздействия предприятия стали привлекаться к выполнению других видов экологического мониторинга.

В частности, следует отметить конкретизацию понятия мониторинга водных объектов в Водном кодексе РФ (2006 г.), в соответствии с которым он включает в себя:

1) регулярные наблюдения за состоянием водных объектов, количественными и качественными показателями состояния водных ресурсов, а также за режимом использования водоохраных зон;

2) сбор, обработку и хранение сведений, полученных в результате наблюдений;

3) внесение сведений, полученных в результате наблюдений, в государственный водный реестр;

4) оценку и прогнозирование изменений состояния водных объектов, количественных и качественных показателей состояния водных ресурсов.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ № 219 от 10.04.2007 “Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов” (в ред. Постановлений Правительства РФ от 22.04.2009 N351, от 17.10.2009 N830), мониторинг включает в себя:

1) регулярные наблюдения за состоянием водных объектов, количественными и качественными показателями состояния водных ресурсов, а также за режимом использования водоохраных зон;

2) сбор, обработку и хранение сведений, полученных в результате наблюдений;

3) внесение сведений, полученных в результате наблюдений, в государственный водный реестр;

4) оценку и прогнозирование изменений состояния водных объектов, количественных и качественных показателей состояния водных ресурсов.

Мониторинг состоит из:

1) мониторинга поверхностных водных объектов с учетом данных мониторинга, осуществляемого при проведении работ в области гидрометеорологии и смежных с ней областях;

2) мониторинга состояния дна и берегов водных объектов, а также состояния водоохраных зон;

3) мониторинга подземных вод с учетом данных государственного мониторинга состояния недр;

4) наблюдений за водохозяйственными системами, в том числе за гидротехническими сооружениями, а также за объемом вод при водопотреблении и водоотведении.

В соответствии с этими документами существенно расширились понятия о целях, задачах и субъектах реализации фонового мониторинга морской природной среды. Список нормативно-законодательных актов, регламентирующих деятельность по организации и проведению такого мониторинга, составляет более 70 документов.

МОРСКАЯ НАБЛЮДАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА РОСГИДРОМЕТА

Функциональной основой комплексного фонового (климатического) мониторинга природной среды морей России является морская наблюдательная система Росгидромета, предназначенная для определения характеристик состояния природной среды морей России и являющаяся составной частью государственной наблюдательной сети.

Морская наблюдательная система – комплекс наблюдений, проводимых с различных наблюдательных платформ унифицированными средствами измерений на основе единой нормативно-методической и правовой баз.

Морская наблюдательная система в морях России включает наземную и космическую подсистемы. В состав наземной подсистемы входят ряд наблюдательных сетей: морских береговых и устьевых гидрометеорологических наблюдений, сеть добровольных и штатных судовых наблюдений, сеть океанографических наблюдений и работ, сеть автоматических буйковых станций – заякоренных и дрейфующих, сеть общегосударственной службы наблюдений за загрязнением морей. В состав космической подсистемы входит группа российских и зарубежных метеорологических и специализированных спутников, позволяющих делать снимки земной поверхности из космоса, определять уровенную поверхность под маршрутами пролета, температуру воды, содержание взвеси и хлорофилла в поверхностном слое, ряд других гидрометеорологических параметров, а также центры по приему и обработке космической информации.

Основу морской наблюдательной сети морей России составляют стационарные и подвижные пункты наблюдений за состоянием морской природной среды, размещенные на морском побережье, морских островах, в устьях рек и в открытом море. Эта сеть пунктов наблюдений предназначена для получения информации о явлениях и процессах, протекающих в прибрежной зоне моря, на поверхности и в глубинных слоях, о взаимодействии морских процессов с атмосферными процессами, а также для оценки степени загрязнения морской среды.

Морская наблюдательная сеть морей России является составной частью государственной наблюдательной сети и делится на две категории: основную сеть и дополнительную сеть.

Основная (федерального назначения) сеть морских наблюдений представляет собой минимально необходимую с точки зрения научной, практической и экономической целесообразности систему, предназначенную для выполнения комплексного фонового мониторинга состояния морской среды морей России и степени ее загрязнения, изучения многолетней и сезонной изменчивости метеорологических, океанографических и гидрохимических элементов (включая параметры загрязненности моря), обеспечения потребностей в информации о фактическом и прогнозируемом со-

стоянии морской среды в зоне ответственности и интересов России.

Дополнительная (специального назначения) сеть морских наблюдений предназначена для решения специализированных задач в области гидрометеорологии и океанографии, тематических исследований режима и состояния морской среды в интересах специальных потребителей информации.

Из основной морской наблюдательной сети выделяется реперная сеть, предназначенная для изучения многолетних, вековых изменений гидрометеорологических и гидрохимических элементов, а также параметров загрязнения морей России и устьевых областей впадающих в них рек. В реперную (вековую) сеть морских наблюдений входят сеть морских береговых и устьевых станций и постов, а также сеть океанографических станций и разрезов, в т.ч.:

1) сеть океанографических судовых наблюдений (работ), производимых в открытом море на стандартных горизонтах с целью получения информации о состоянии морской среды и атмосферы над морем, а также о протекающих в этих средах физических и химических процессах;

2) морская гидрометеорологическая береговая и устьевая сеть, представляющая совокупность стационарных пунктов стандартных морских наблюдений, размещенных на морском побережье, морских островах, искусственных морских сооружениях – эстакадах, платформах, маяках;

3) сеть пунктов наблюдений за загрязнением морских вод для получения данных о химическом составе и загрязнении вод морей и океанов по химическим и биологическим показателям (ОГСН);

4) сеть морских автоматических буйковых станций, а также подводных автономных и управляемых аппаратов, представляющая совокупность стационарных и подвижных пунктов морских наблюдений (измерений), установленных на закоренных, подвижных, управляемых и дрейфующих буйках и аппаратах.

Основными задачами функционирования морской наблюдательной сети Росгидромета являются:

1) проведение регулярных морских метеорологических, морских гидрометеорологических, устьевых, океанографических и специальных гидрометеорологических наблюдений и наблюдений за загрязнением морской среды на основе принципов непрерывности (с учетом заданной дискретности), единства и сопоставимости методов наблюдений, сбора, обработки, хранения и распространения полученной в результате наблюдений информации;

2) выполнение наблюдений за опасными и стихийными гидрометеорологическими явлениями в морях России;

3) проведение первичной обработки результатов всех наблюдений (в том числе и анализа проб воды), передачи в установленном порядке текущей, оперативной и экстренной информации в определенном формате в заданные адреса в соответствии с планом и схемой информационной работы,

4) обеспечение информацией о состоянии морской природной среды морей России органов государственной власти, Вооруженных Сил Российской Федерации, а также населения;

5) обеспечения государственных органов экстренной информацией о возникновении и развитии опасных и стихийных морских гидрометеорологических явлений, об экстремальных уровнях загрязнения морской среды морей России, в том числе обеспечение специальной информацией при проведении аварийно-спасательных работ и мероприятий по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного или техногенного характера на морском побережье и в устьях рек.

Полученная в результате функционирования морской наблюдательной сети информация о состоянии природной среды морей России в виде гидрометеорологических, ледовых, океанографических и других данных используется в обслуживании информационных потребностей различных областей экономики, военно-морского флота, морского транспорта, рыбного промысла, разведки и эксплуатации морских месторождений нефти и газа, проектирования и строительства морских гидротехнических сооружений.

Морская наблюдательная сеть является также базой экспериментальных наблюдений, опытной эксплуатации новых техниче-

ских средств измерений, апробации новых методик наблюдений, подготовки специалистов по морской гидрометеорологии и океанографии.

Кроме того, для мониторинга морей России применяются летательные и космические аппараты. Летательные аппараты применяются для океанографических наблюдений и работ при необходимости быстрого получения данных о распределении на больших акваториях температуры поверхности моря с помощью радиометров, морских льдов с помощью РЛСБО, для аэрофото-съемок волнения, исследования циркуляции и переносов вод, профилей водной поверхности в прибрежной зоне моря (с применением лазерного профилографа), признаков загрязнения вод. Космические аппараты находят широкое применение в практической океанографии для получения информации о распределении температуры поверхности моря, морских льдов, циркуляционных структур, взвесей, фитопланктона, нефтяного загрязнения и др. Спутниковая альтиметрия позволяет получать продольные профили уровенной поверхности моря и осуществлять мониторинг изменений уровня моря [1, 13-15]. Использование метода спутниковой геодезии на основе глобальной системы позиционирования GPS позволяет при наблюдениях уровня моря учитывать вертикальные движения земной коры и обеспечивать привязку уровенных наблюдений к единой высотной основе.

Однако в настоящее время приходится констатировать, что комплексные фоновые мониторинговые наблюдения природной среды морей России и, в частности, Каспийского моря в значительной степени сократились или прекратились полностью в условиях резкого сокращения государственного финансирования. Авиационные и космические средства практически не используются из-за отсутствия современных специально оборудованных самолетов и отечественных природно-ресурсных спутников, предназначенных для изучения Земли.

НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Каспийская программа по защите окружающей среды отмечает, что Каспийское море подвержено возрастающему антропогенному воздействию. В результате, наблюдается рост эвтрофикации вод, загрязнение вод нефтепродуктами, тяжелыми металлами, химическими продуктами, а также катастрофическое уменьшение биологических ресурсов Каспийского моря [3, 10, 11]. Среди задач, требующих немедленного решения, выделяется борьба с нефтяными загрязнениями. Основными источниками нефтяного загрязнения моря являются: речной сток; промышленные и муниципальные стоки; добыча нефти в море и на берегу; транспортировка нефтепродуктов; затопление береговой зоны в результате подъема уровня Каспия [11].

Каспийское море является первым крупным водоемом в мире, который начал подвергаться масштабному нефтяному загрязнению. По расчетам специалистов, с эпохи открытия Бакинской нефти в Южный Каспий поступило (при добыче и транспортировке) 2,5 млн. т сырой нефти, что в корне изменило условия среды. Изношенность оборудования на старейших морских буровых платформах только ухудшает ситуацию, приводя практически к ежедневным выбросам нефтепродуктов в море. Согласно Каспinfo (www.casinfo.net), интенсивная добыча нефти и газа в Каспийском регионе привела к серьезному загрязнению воды, суши и воздуха, деградации флоры и фауны, истощению природных ресурсов, выводу из равновесия экосистем, опустыниванию и значительным потерям в биологическом разнообразии. Отрицательные изменения в окружающей среде вызвали рост заболеваемости и смертности населения, продолжительность жизни которого на 15-20 лет меньше, чем в развитых странах [11].

Оценки подтвержденных запасов сырой нефти в Каспийском регионе варьируются в значительных пределах. Администрация по энергетической информации (www.eia.doe.gov) оценивает эти запасы в диапазоне от 17 до 33 миллиардов баррелей, что сравнимо с членом ОПЕК - Катаром (минимальная оценка) и Соединенными Штатами (максимальная оценка). В 2008 г. добыча нефти

в регионе достигла примерно 2.65 миллиона баррелей в день, что сравнимо с годовой добычей Бразилии, второй страной в Южной Америке по добыче нефти [11]. К 2015 году планируется, что страны Каспийского региона будут производить от 3 до 4.7 миллиона баррелей в день, что превышает годовую добычу крупнейшего производителя нефти в Южной Америке – Венесуэлы. В результате значительно увеличится риск загрязнения и даже экологической катастрофы не только в Каспийском, но и в Черном и Средиземном море в результате возрастающего экспорта каспийской нефти через российские и грузинские порты Черного моря.

Уникальность экосистемы и биоресурсов Каспийского моря на фоне активизации хозяйственной деятельности, особенно разворачивающейся морской нефтедобычи, остро ставит вопрос мониторинга его экологического состояния. Важнейшей задачей для мониторинга экологического состояния Каспийского моря является контроль за загрязнением водной поверхности нефтепродуктами в условиях нарастающего развития нефтегазодобывающей отрасли во всем Каспийском регионе. Однако, в начале 90-х годов регулярный авиационный контроль нефтяных загрязнений Каспийского, Черного, Азовского, Балтийского и ряда других морей России практически полностью прекратился и в настоящее время такой мониторинг не проводится. Коллапс наблюдательной сети на Каспии делает использование спутниковой информации для оперативного контроля экологического состояния, нефтяного загрязнения и колебаний уровня Каспийского моря безальтернативным.

В ноябре 1995 года в рамках Государственной программы по изучению Каспийского шельфа ЛУКОЙЛ начал геолого-геофизические работы на Северном и Среднем Каспии. В 1999 году ЛУКОЙЛ начал разведочное бурение с помощью самоподъемной плавающей буровой установки (СПБУ) «Астра», которая была модернизирована на астраханском судостроительном заводе «Красные баррикады». СПБУ представляет собой 3-х опорную платформу с высотой опорных колонн 66 м. Установка позволяет проводить буровые работы на глубине моря до 45 м и глубиной скважин до 5 тыс. м.

К настоящему времени на лицензионных участках ЛУКОЙЛа в Каспийском море открыто 8 крупных месторождений нефти и газа, а также выявлено 16 перспективных структур. Среди них особенно выделяется газонефтяное месторождение имени Владимира Филановского – самое крупное по запасам нефти месторождение, открытое за последние 20 лет в Российской Федерации. На текущем этапе изученности извлекаемые запасы этих месторождений превышают 1 млрд т условного топлива. Таким образом, Каспий является для ЛУКОЙЛа одним из ключевых регионов роста добычи нефти и газа в среднесрочной перспективе.

Промышленная добыча нефти на первом северо-каспийском месторождении имени Юрия Корчагина началась в конце апреля 2010 года. Месторождение расположено в 180 км от Астрахани и 240 км от Махачкалы. Запасы месторождения по категориям ЗР (возможные, вероятные и доказанные) оцениваются в 570 млн барр. нефтяного эквивалента. Максимальный уровень добычи нефти и газового конденсата составляет 2,3 млн т в год и 1,2 млрд куб. м газа в год.

Нефть с месторождения имени Ю. Корчагина поступает на морской перегрузочный комплекс (МПК) по подводному трубопроводу протяженностью 58 км. МПК включает в себя плавучее нефтехранилище (ПНХ) и точечный причал (ТП). Комплекс предназначен для загрузки нефтью танкеров-челноков дедевейтом 10-12 тыс. т, обеспечивающих доставку сырья с месторождения имени Юрия Корчагина.

22 сентября 2009 г. на встрече с премьером Владимиром Путиным глава компании ЛУКОЙЛ Вагит Алекперов объявил, что собирается инвестировать в каспийский проект 12 млрд долл. за шесть с половиной лет. В каспийский проект ЛУКОЙЛ-Ла входит несколько крупных месторождений. Помимо месторождения Юрия Корчагина, добыча на котором началась в апреле 2010 г., ЛУКОЙЛ вместе с “Газпромом” ведет разведку структуры “Центральная”. С казахстанским “КазМунайГазом” компания разрабатывает месторождение “Хвалынское”. В 2015 году должна начаться добыча на месторождении им. Владимира Филановского.

Ежедневный оперативный спутниковый мониторинг нефтяного загрязнения Каспийского моря не проводится. Отдельные работы, по мере необходимости или в рамках научных проектов, ведутся нефтедобывающими компаниями, а также рядом научных и коммерческих организаций [16-21]. Анализ имеющейся спутниковой информации показал, что практически на всех радиолокационных изображениях района Баку – «Нефтяные камни» присутствуют нефтяные пятна вокруг буровых платформ, что соответствует регулярному ежедневному загрязнению морской поверхности значительными количествами нефти (от десятков до сотен км²). Если исходить из оценки средней поверхностной плотности сырой нефти 62 т/км² [19], то общий объем нефти вылитой на морскую поверхность площадью порядка 100 км² составит порядка 6 тыс. т. В данном случае можно говорить уже о катастрофическом разливе, однако анализ спутниковых изображений за разные периоды времени показывает, что такая ситуация в этом районе Каспийского моря наблюдается постоянно.

С мая по декабрь 2007 г. по заказу нефтяной компании «Лукойл-Нижневожскнефть» Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН осуществлял спутниковый мониторинг Северного Каспия в связи с работами на буровой платформе «Астра». В ходе мониторинга было получено и проанализировано 88 РЛИ, на которых было обнаружено 250 нефтяных пятен размером 1-2 км². Нефтяные пятна обнаруживались в районе портов Махачкала и Каспийск (Россия), Актау, Форт-Шевченко и Баутино (Казахстан), дельт Волги, Терека и Сулака, вдоль судоходных трасс и вокруг нефтяных платформ, и являлись, главным образом, результатом нелегального сброса нефтепродуктов с судов. Самое большое загрязнение размером 28 км² было обнаружено 23 июля 2007 г. южнее платформы «Астра», которое произошло в результате технологической аварии на платформе. Объем вытекшей нефти оценивался в 280 м³.

Периодически нефтяные пятна обнаруживаются вдоль побережья Туркменистана [20]. Нефтяное загрязнение поверхности Каспийского моря происходит и в результате естественных причин – выходом нефти из грифонов на дне моря. Большое коли-

чество мелких грифонных пятен в Северном, Среднем и Южном Каспии периодически появляется в результате землетрясений, происходящих в Каспийском регионе [22].

СОВРЕМЕННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МОРЕЙ

Спутниковые методы давно, широко и активно используются для мониторинга Мирового океана и в настоящее время играют важную роль в создаваемой Глобальной системе наблюдения за океаном (ГСНО) [23]. Наиболее информативным методом для решения задач дистанционного исследования поверхности Земли из космоса является использование и тематический анализ изображений, полученных приборными комплексами различных частотных диапазонов, установленных на космических аппаратах. Целый ряд спутников [http://www.rfbr.ru/default.asp?doc_id=5167], оснащенных приборами дистанционного зондирования (радиолокаторами, скаттерометрами, радиометрами и оптической техникой), выведены на орбиту специально для получения разносторонней геофизической информации, необходимой для оценки состояния окружающей среды и для природо-ресурсных исследований [14].

Различные активные и пассивные сенсоры способны детектировать видимую, инфракрасную и микроволновую области электромагнитного спектра, которые используются для измерения четырех основных параметров океанов и морей: цвет, температура, высота и шероховатость морской поверхности. Измерения этих параметров позволяют извлечь следующую информацию:

- Цветовые сканеры определяют спектральные свойства радиации, восходящей с водной поверхности, которая несет информацию о различных оптических характеристиках поверхностного слоя океана – прозрачности вод, концентрации взвешенного вещества, содержании хлорофилла, цветении вод и пр. Оптический диапазон также позволяет наблюдать скопле-

ния и кромку льда, айсберги, и при определенных условиях – нефтяные загрязнения.

- Инфракрасные и микроволновые сенсоры используются для измерения температуры поверхности океана/моря (ТПО/ТПМ). В отличие от инфракрасных радиометров и оптических сканеров, пассивные микроволновые сенсоры могут измерять поле ТПО в условиях сплошной облачности, правда с меньшей точностью и пространственным разрешением. Инфракрасные радиометры позволяют также наблюдать скопления и кромку льда.

- Микроволновые сенсоры (альтиметры, скаттерометры, радары с синтезированной апертурой) используются для определения высоты морской поверхности, уровня океанов и морей, высоты волн, скорости приводного ветра, льда и нефтяных загрязнений. Микроволновая радиометрия позволяет определять соленость поверхностных вод, однако, пока еще с точностью, недостаточной для большинства задач в океанографии.

Таким образом, область применения данных дистанционного зондирования применительно к Каспийскому морю и окружающим территориям, получаемых с различных спутников, чрезвычайно широка:

- Широкий круг задач в области охраны окружающей среды.
- Мониторинг уровня различных частей морей.
- Мониторинг экологического состояния территорий и акваторий в районах добычи, переработки, транспортировки нефти и газа, других полезных ископаемых.
- Контроль береговых зон, наблюдение за судами, выявление и отслеживание нефтяных загрязнений.
- Текущий контроль строительства объектов инфраструктуры транспортировки и добычи нефти и газа и оперативный мониторинг их состояния.
- Изучение облачного покрова, концентрации взвешенных частиц (аэрозолей), распределения водяного пара в атмосфере, мониторинг опасных атмосферных явлений.
- Оперативное картографирование и изучение температурного режима моря.

- Оперативное картографирование и изучение ареалов распространения взвешенного вещества.
- Анализ распространения и динамики размещения фитопланктона в целях определения биопродуктивности моря и цветения вод.
- Мониторинг уровня, стока и дельт крупных рек.
- Оперативное автоматизированное выявление очагов лесных пожаров размером вплоть до десятков квадратных метров.
- Выявление мест сжигания попутного газа и мониторинг функционирования факелов.
- Определение и мелкомасштабное картографирование биопродуктивности лесных массивов и сельскохозяйственных угодий.
- Мониторинг природных и антропогенно-спровоцированных катастроф на региональном уровне.
- Наблюдение за стихийными бедствиями (разливами рек, наводнениями, нагонами, подвижками ледников и т.д.) вне зависимости от погоды и времени суток.
- Изучение волновых процессов в море, скорости и направления ветров.
- Отслеживание ледовой и снеговой обстановки на суше и на море.
- Оценка сейсмической опасности, прогнозирование землетрясений, выявление сантиметровых подвижек земной поверхности с применением интерферометрических методов.
- Создание и обновление топографических и специальных карт и планов вплоть до масштаба 1:2 000.
- Обновление топографической подосновы для разработки проектов генеральных планов перспективного развития городов, схем территориального планирования муниципальных районов.
- Создание цифровых моделей рельефа с точностью до 1 метра по высоте.
- Автоматизированное создание карт растительности, ландшафтов и природопользования.

- Инвентаризация и контроль строительства объектов инфраструктуры транспортировки и добычи нефти и газа.
- Инвентаризация и мониторинг состояния транспортных, энергетических, информационных коммуникаций.
- Выполнение лесоустроительных работ, инвентаризация и оценка состояния лесов.
- Инвентаризация сельскохозяйственных угодий, создание планов землепользования, точное земледелие.
- Сельскохозяйственное картографирование на уровне регионов, мониторинг состояния посевов, прогнозирование урожайности.
- Мониторинг и прогнозирование процессов заболачивания и опустынивания, засоления, карста, эрозии, степных пожаров половодий, паводков и т.п.
- Обоснование перспективных площадей под поисковые работы на нефть и газ, прогнозирование и выявление ловушек нефти и газа, потенциальная оценка их нефтегазоносности.
- Поиск и обоснование перспективных площадей под поисковые работы на рудные и нерудные полезные ископаемые.

Европейские страны проводят регулярный мониторинг нефтяных загрязнений в Средиземном, Северном и Балтийском морях с помощью специально оборудованных самолетов, кораблей и спутников. Морские и авиационные средства наблюдений малочисленны и достаточно дорогостоящи, кроме того, они обычно ограничены световым днем и требуют хороших погодных условий. Вследствие больших размеров акватории Каспийского моря, над которой должен осуществляться постоянный мониторинг, данная задача может быть решена только на основе спутниковых систем дистанционного зондирования. Радиолокационные спутниковые изображения (РЛИ) водной поверхности могут существенно помочь в обнаружении нефтяных пятен на большой акватории и нацелить воздушные или морские средства на конкретные районы для детальных исследований.

Кроме нефтяного загрязнения, взвешенные вещества поступают в море в результате производственной деятельности на акватории моря и на берегу – смыв, сброс, прокладка трубопрово-

дов, кабелей, дампинг, взрывы на дне и пр. Большое количество взвешенного вещества поступает со стоком рек и образуется в результате вертикального перемешивания при сильном волнении на мелководье. Они приводят к вторичному загрязнению, увеличению мутности, снижению фотоактивной радиации, биопродуктивности, изменению структуры популяций, гибели бентоса [24].

Эвтрофикация поверхностных вод европейских и российских морей, объясняемая главным образом излишком питательных веществ (фосфора и азота), является важной проблемой, которая с каждым годом становится все острее. Следствием эвтрофикации вод является бурное цветение сине-зеленых водорослей (многие из которых токсичны), которое с каждым годом охватывает все большие площади. В августе и сентябре 2005 г. площадь цветения вод в Южном Каспии достигла 20 тыс. км² [25].

Благодаря прогрессу в технологиях дистанционного зондирования океана из космоса стало возможным исследовать различные типы мезомасштабных вихрей и струй, представляющие собой эффективный механизм “самоочищения” прибрежных вод от загрязнений различной природы, механизм переноса вод, нитратов и планктона из прибрежных зон в сторону открытого океана (моря), значительно влияющий на продуктивность удаленных от берега районов [14].

Региональное изменение климата морей России, и, в частности, Каспийского моря исследуется на основе гидрометеорологических и спутниковых данных [4, 26, 27]. Для решения этой задачи также требуется постоянно действующий комплексный спутниковый мониторинг региона Каспийского моря.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экологическими службами портов, терминалов и оперирующими компаниями делается все возможное для исключения попадания нефтепродуктов в морскую среду, однако это касается только акватории соответствующих портов и буровых платформ. Постоянный и оперативный мониторинг нефтяного загрязнения вод за пределами этих акваторий в морях России не проводится

(за исключением Калининградской области). Имеющиеся данные показывают, что именно там и происходит нелегальный сброс нефтепродуктов в море с танкеров и других типов судов (сухогрузы, контейнеровозы, химовозы, рыболовецкие, пассажирские и военные корабли), который никем не контролируется, поскольку регулярный авиационный контроль морей России давно не проводится.

Кроме того, в настоящее время никак не учитывается загрязнение вод морей России в результате трансграничного переноса течениями с акваторий сопредельных государств, и наоборот - вод сопредельных государств с акваторий России. Такая проблема в явном виде существует как в Финском заливе Балтийского моря, так и в Черном, Азовском, Каспийском, Баренцевом, Японском и Охотском морях.

Предлагаемый подход к комплексному мониторингу морских и океанских акваторий на протяжении последних лет успешно применяется в мировой практике. В Институте океанологии им. П.П. Ширшова РАН имеется уникальный разносторонний опыт проведения комплексного спутникового мониторинга Балтийского, Черного, Каспийского, Аральского, Средиземного, Баренцева и Касрского морей, а также Северного Ледовитого, Атлантического, Тихого и Индийского океанов для решения различных научных задач.

Кроме того, в рамках ряда российских и международных научных и коммерческих проектов объединенный коллектив специалистов в различных областях дистанционного зондирования океанов и морей из космоса Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Института космических исследований РАН, Геофизического центра РАН, Российского НИИ космического приборостроения, а также специалистов из Морского гидрофизического института (г. Севастополь) разработали эффективный комплексный (мультисенсорный и междисциплинарный) подход к оперативному спутниковому мониторингу нефтяного загрязнения морей России [14, 28, 29]. Впервые такой подход был реализован нами на практике для района юго-восточной Балтики, где в 2004-2005 гг. по контракту с ООО «Лукойл-Калининградмор-

нефть» была фактически создана служба мониторинга нефтяного загрязнения, которая работала в оперативном режиме круглосуточно в течение 18 месяцев [14, 28]. Впоследствии аналогичный комплексный подход был применен к Азово-Черноморскому бассейну и Каспийскому морю, однако эти работы проводились уже не в оперативном режиме [14, 29]. Комплексный спутниковый мониторинг использовался во время строительства и эксплуатации морского газопровода «Nord Stream» в российских водах Балтийского моря в 2010-2013 гг. [30]. Результаты, полученные в 2004-2013 гг., показали эффективность комплексного спутникового мониторинга экологического состояния Балтийского, Черного, Азовского и Каспийского морей. Разработанная технология оперативного комплексного спутникового мониторинга и приобретенный опыт могут быть легко перенесены на другие моря Российской Федерации, так же как и районы Мирового океана.

Только спутниковый компонент в системе комплексного мониторинга районов разработки и транспортировки углеводородных ресурсов на шельфе морей России обладает наивысшей оперативностью, широким и мгновенным охватом больших акваторий, возможностью ежедневного повтора наблюдений, комплексным и мультисенсорным подходом, а также существенно низкой стоимостью его проведения по сравнению с морскими средствами.

Кроме того, использование высокоточных спутниковых геодезических GPS-приемников, размещаемых непосредственно на объектах обустройства морских нефтяных месторождений и объединенных в локальную геодезическую сеть, позволяет прогнозировать деформационные процессы морского дна в районе месторождения на ранней стадии, что даст возможность контролировать техногенную и природную сейсмичность и избежать серьезных аварий.

При проведении экологического мониторинга только комплексный подход в использовании различных методик и данных позволяет минимизировать естественные ограничения, имеющиеся у каждого подхода, метода и типа используемых данных. А перспектива улучшения спутникового мониторинга связана с вводом в эксплуатацию все новых зарубежных спутниковых си-

стем, а также с открытием к свободному доступу новых глобальных баз спутниковых, океанографических и метеорологических данных.

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-17-00555).

Литература

1. Лебедев С.А., Костяной А.Г. Спутниковая альтиметрия Каспийского моря. Москва: «Море», 2005, 366 с.
2. Zhiltsov S.S., Zonn I.S., Kostianoy A.G. (Eds.) Oil and gas pipelines in the Black-Caspian Seas Region. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2015 (в печати).
3. Kostianoy A.G., Kosarev A.N. (Eds.). The Caspian Sea Environment. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 2005. 271 pp.
4. Костяной А.Г., Гинзбург А.И., Лебедев С.П. Климатические изменения гидрометеорологических параметров морей России в 1979-2011 гг. – Труды ГГО, 2014, N 570, С. 50-87.
5. Zonn I.S., Kostianoy A.G., Kosarev A.N., Glantz M. “The Caspian Sea Encyclopedia”. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 2010. 527 pp.
6. Зонн И.С., Костяной А.Г., Косарев А.Н., Жильцов С.С. Каспийское море. Энциклопедия. Москва: «Восточная книга», 2013, 558 с.
7. Глузов И.Ф. Современное состояние экосистем и хозяйственное освоение природных ресурсов Каспийского моря. - Вестник Каспия. 2001. N 5. С.70-77.
8. Гюль А.К. Экологическое районирование Каспия. - Вестник Каспия. 2001. N 5. С.116-119.
9. Тарасов А.Г. Вселение мнемоники в Каспий: основные итоги 2001 г. - Вестник Каспия. 2001. N 5. С.120-126.
10. Kostianoy A.G. Environmental problems of the Caspian Sea. – Izvestiya National Acad. Sci. of Azerbaijan (Proc. Azerbaijan Acad. Sci, Earth Sciences), 2011, N2, P. 42-55.
11. Ручевская И., Митрофанов И., Гучгельдиев О., Емелин В., Крутов А. Каспийское море. Состояние окружающей среды. 2011. Доклад временного Секретариата Рамочной конвенции по защите морской среды Каспийского моря и бюро управления и координации проекта «КАСПЭКО». 2011. 110 с.
12. Бедрицкий А.И., Ходкин С.С., Максимов А.А. Основные принципы обеспечения хозяйственной и природоохранной деятельности в Каспийском регионе данными и информацией о погодно-климатических и гидрометеорологических условиях и загрязнении природной среды Каспийского моря. – Вестник Каспия. 2001. N 5. С.96-115.
13. Лебедев С.А. Спутниковая альтиметрия Каспийского моря. Автореферат дисс. соиск. доктора физ.-мат. наук, Москва, ГЦ РАН, 2014, 45 с.

14. Лаврова О.Ю., Костяной А.Г., Лебедев С.А., Митягина М.И., Гинзбург А.И., Шеремет Н.А. Комплексный спутниковый мониторинг морей России. Москва: ИКИ РАН, 2011, 470 с.
15. Vignudelli S., Kostianoy A.G., Cipollini P., Benveniste J. (Eds.) Coastal Altimetry. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2011. 578 pp. DOI:10.1007/978-3-642-12796-0.
16. Литовченко К.Ц., Костяной А.Г., Иванов А.Ю. Космическая радиолокация нефтяных загрязнений в Каспийском море. – Вестник Каспия, 2004, № 1, С.96-106.
17. Иванов А.Ю., Востоков С.В., Ермошкин И.С. Картографирование плёночных загрязнений морской поверхности по данным космической радиолокации (на примере Каспийского моря). – Исследование Земли из космоса. 2004, № 4. С.82-92.
18. Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Костяной А.Г., Литовченко К.Ц. Радиолокационный спутниковый мониторинг нефтяных загрязнений в прибрежной зоне российских морей. - В сб.: Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Сборник научных статей под ред. Лупяна Е.А., Лавровой О.Ю. М.: GRANP Polygraph. 2005. Т. 2. С. 124-130.
19. Боев А.Г., Матвеев А.Я. Оценка количества разлитой нефти на акватории каспийского промысла “Нефтяные камни” по данным многочастотного радиолокационного зондирования. – Радиофизика и Радиоастрономия. 2005, Т.11. № 2. С. 178- 188.
20. Kostianoy A.G., Lebedev S.A., Zonn I.S., Lavrova O.Yu., Solovyov D.M. Satellite Monitoring of Turkmenistan. Moscow, Signal, 2011, 16 pp. (in Russian and English).
21. Иванов А.Ю., Достовалов М.Ю., Синева А.А. Определение параметров нефтяных загрязнений по данным космической поляризационной радиолокационной съемки в районе нефтепромыслов «Нефтяные Камни» в Каспийском море. – Исследование Земли из космоса, 2011, N5, С.31-44.
22. Голубов Б.Н., Иванов А.Ю. Активизация выбросов нефти из недр Северного и Среднего Каспия в апреле-июне 2012 г. по спутниковым и геолого-геофизическим данным. – Исследование Земли из космоса, 2014, N2, С.67-81.
23. UNESCO. 2003. The integrated, strategic design plan for the coastal ocean observations module of the Global Ocean Observing System. GOOS Report N 125, IOC information Documents Series N 1183, 190 p.
24. Романкевич Е.А., Айбулатов Н.А. Геохимическое состояние морей России и здоровье человека. – Вестник Отделения наук о Земле РАН, 2004, N 1(22).
25. Kostianoy A.G., Lebedev S.A., Solovyov D.M. Satellite monitoring of the Caspian Sea, Kara-Bogaz-Gol Bay, Sarykamysh and Altyn Asyr Lakes, and Amu Darya River. – In: The Turkmen Lake Altyn Asyr and Water Resources in Turkmenistan, (Eds.) Zonn I.S., A.G. Kostianoy, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 2013. V28. P.197-232.
26. Костяной А.Г., Терзиев Ф.С.,

- Гинзбург А.И., Заклинский Г.В., Филиппов Ю.Г., Лебедев С.А., Незлин Н.П., Шеремет Н.А.. Южные моря. – В кн.: Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. т. II. Последствия изменений климата. Москва, “ГУ “НИЦ Планета”, 2008, С.149-167.
27. Костяной А.Г., Гинзбург А.И., Лебедев С.А., Шеремет Н.А.. Южные моря России. – В кн.: Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации, (Ред.) С.М. Семенов и В.М. Катцов, Москва: «Планета», 2014 (в печати).
28. Kostianoy A.G., Litovchenko K.Ts., Lavrova O.Yu., Mityagina M.I., Bocharova T.Yu., Lebedev S.A., Stanichny S.V., Soloviev D.M., Sirota A.M., Pichuzhkina O.E. Operational satellite monitoring of oil spill pollution in the southeastern Baltic Sea: 18 months experience. – Environmental Research, Engineering and Management, 2006, N4 (38), P.70-77.
29. Костяной А.Г., Лаврова О.Ю., Митягина М.И. Комплексный спутниковый мониторинг нефтяного загрязнения морей России. – В кн.: “Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем”, Ю.А. Израэль (Ред.), 2009, Т. 22, С.235-266.
30. Гришин Н.Н., Костяной А.Г. О спутниковом мониторинге переноса взвешенного вещества во время строительства морского газопровода Nord Stream в российских водах Балтийского моря в 2010 г. – Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2012, Т.9, N 1, С. 167-175.