

Задачей проекта является оценка изменения экологического состояния Каспийского моря на протяжении текущего столетия под воздействием природных и антропогенных факторов. Для решения этой задачи требуется детальный анализ больших массивов данных спутникового зондирования Каспийского моря за период с 1999 по 2022 г. совместно с многолетними гидрометеорологическими данными.

Решение поставленной в проекте задачи стало возможным исключительно благодаря созданию в ИКИ РАН информационного сервиса «See the Sea» (STS), который является составной частью ОИ ЦКП «ИКИ-Мониторинг». STS предоставляет исследователям, занимающихся изучением морей и океанов, постоянно расширяющийся инструментарий для работы с данными дистанционных наблюдений, обеспечивая тем самым возможность комплексного анализа спутниковых данных, различных по своей физической природе, пространственному разрешению, размерности и времени получения.

Работы, проведенные в 2022 году, и основные полученные результаты описаны ниже.

В ходе четвертого этапа выполнения проекта проводились работы по непрерывному получению в автоматическом режиме оперативных данных спутникового дистанционного зондирования акватории Каспийского моря за 2022 г., их систематизации, аннотации и интегрированию в геопортал «See the Sea» (STS), который является частью ОИ ЦКП «ИКИ-Мониторинг».

На основе спутниковых данных были решены следующие задачи.

На основе спутниковых данных за 2022г. проведено картографирование нефтяного загрязнения морской поверхности в ранее выявленных нами районах устойчивого загрязнения морской поверхности нефтесодержащими пленками. Карты составлены с помощью, интегрированного в систему STS, картографического интерфейса, который обеспечивает возможность получения карт нефтяного загрязнения в районе интереса за любой промежуток времени.

На основе построенных карт определены площади акватории, потенциально подверженные загрязнению нефтяными плёнками в различных районах: 4037 кв. км в районе нефтедобычи Нефтяные Камни, 445 на иранском шельфе вблизи мыса Сефид Руд и 503 кв. км на туркменском шельфе вблизи полуострова Челекен.

Рассчитаны распределения площадей индивидуальных нефтяных загрязнений морской поверхности в различных тестовых районах и подтверждено, что объемы поступления сырой нефти на поверхность из сипов на морском дне выше в туркменских водах в районе п-ва Челекен, чем на иранском шельфе вблизи мыса Сефид Руд.

Подтвержден факт наличия значительной сезонной изменчивости количества естественных нефтяных проявлений на поверхности моря, выявляемых на спутниковых изображениях. Особенно ярко выражена эта изменчивость для данных, полученных в видимом диапазоне.

Определены характеристики частоты и интенсивности проявлений грязевого вулканизма и естественного просачивания углеводородов с морского дна на поверхность моря в районе Южно-Каспийской впадины. Показано, что интегральная площадь загрязнения морской поверхности нефтесодержащими пленками в результате подводного грязевого вулканизма в юго-западной части Каспийского моря, выявленная за 2022 г. на спутниковых изображениях, превышает тысячу кв. км.

Выявлена изменчивость площади акватории, потенциально подверженной загрязнению нефтяными плёнками в различных районах за весь период наблюдений в 2002-2022 гг. Установлено, что скачкообразное увеличение площади, потенциально подверженной загрязнению плёнками естественных нефтепроявлений в некоторые годы обусловлены интенсификацией вихревой активности в этом районе моря.

Отдельное внимание было уделено выявлению антропогенных загрязнений, связанных со сбросом с судов вод, содержащих нефтепродукты. В системе STS построена карта проявлений на РЛИ судовых сбросов вод, содержащих нефтепродукты, идентифицированных в 2022 г. Большая часть судовых сбросов выявлена на границе между Средним и Южным Каспием, между Апшеронским п-ом и п-ом Челекен, что обусловлено наличием судоходных трасс связывающих нефтедобывающий район «Нефтяные Камни» с нефтеперерабатывающими установками вблизи залива Туркменбаши и в Юго-западной части Каспийского моря вдоль транспортного коридора, осуществляющего перевозку нефтепродуктов в иранские порты Нека и Амирабад.

На основе проведенного анализа оперативной информации о пространственном распределении концентрации хлорофилла-а в различных районах Каспийского моря проведено картирование областей интенсивного цветения фитопланктона, оценены среднемесячные значения этого параметра для Среднего и Южного Каспия и получены оценки сезонной и пространственной изменчивости концентрации хлорофилла-а в 2022 г.

В 2022 г. проводился оперативный многосенсорный спутниковый мониторинг ледяного покрытия Каспийского моря. Установлено, что в 2022 г. продолжительность ледяного покрова составила 134 дня, годовая максимальная площадь ледяного покрова составила около 59,5 тыс. кв. км. Сумма отрицательных температур за зимний период по данным реанализа составила – 4430С, что соответствует мягкой зиме.

Были уточнены основные параметры, характеризующие ледяной покров в Северном Каспии начиная с 1999/2000 г. по 2021/2022 г. Карты-схемы ледяного покрова в Каспийском море были дополнены информацией о максимальной площади ледяного покрова в зимний период 2021/2022 гг.

На основе анализа спутниковых радиолокационных и оптических данных продолжено изучение следующих гидродинамических процессов: вихревые структуры, внутренние волны, сгонно-нагонные явления, выносы рек Терек и Сулак.

Подтверждено, что основными районами вихреобразования являются прибрежные шельфовые районы и граница материкового склона за исключением Южного Каспия, где обильное вихреобразование отмечается над всей восточной частью, а также граница Среднего и Южного Каспия на линии Нефтяные Камни – Кара-Богаз-Гол.

Проведено картирование поверхностных проявлений внутренних волн (ППВВ) в Каспийском море. Большинство ППВВ на спутниковых изображениях наблюдались у восточного побережья Среднего Каспия у его восточного берега, и были приурочены к изобатам – 50-100 м. В весенний период (конец апреля – май) ППВВ наблюдались у западного побережья Южного Каспия.

Изучению выносов рек Терек и Сулак были посвящены экспедиционные исследования, проведенные квазисинхронно со спутниковой съемкой в приустьевых зонах этих рек в июне 2022 г. Проведена валидация алгоритмов определения мутности и концентрации взвешенного вещества для плумов этих рек на основе измерений in-situ.

Сгонно-нагонные явления изучались для мелководных районов Северного Каспия, восточнее дельты р. Урал и в районе самой дельты. Выявлено 9 случаев нагонов и 11 случаев сгонов.

Для составления прогнозов возможного трансграничного переноса загрязнений рассматривалось экологическое районирование Каспийского моря и выявлялись присущие различным районам характеристики, обусловленные присутствием тех или иных источников загрязнения и особенностями циркуляции вод, выявлялись факторы, влияющие на водообмен между различными частями Каспийского моря и определялись как факторы, способствующие усилению водообмена, так и тормозящие его.

Проводилась разработка новых программных инструментов в рамках информационной системы See the Sea. Была разработана система обработки, хранения, управления и визуализации данных натурных измерений, полученных во время экспедиций.

Результаты работ по проекту представлены в 5 публикациях, индексируемых в базах данных SCOPUS, Web of Science, Две статьи опубликованы в журналах, относящихся к Q1. Сделаны 7 докладов на 2 международных конференциях.

По результатам работ по проекту подготовлена монография Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Костяной А.Г. Спутниковые методы исследования изменчивости Каспийского моря.

С материалами, посвященными данному проекту, можно ознакомиться на сайте http://www.iki.rssi.ru/asp/dep_proj/proj_20060.htm.