РАСШИРЕННАЯ ПРОГРАММА

XII Всероссийской научно-практической конференции по прикладной океанографии «Разлив мазута в Керченском проливе. Вызовы прикладной науке»

10:00 **Торжественное открытие конференции**

10:10 **ГОИН и морские разливы нефти.40 лет научного поиска.** Зацепа С.Н., Землянов И.В. (ГОИН, Москва)

Аннотация доклада

ГОИН имеет долгую историю исследований по созданию моделей и методов прогнозирования распространения в море разливов нефти и нефтепродуктов.

В 1984 г. после катастрофы «Глобе Асими» была создана Государственная морская специализированная служба Минморфлота СССР. Госкомитету по гидрометеорологии поручено обеспечить прогнозирование разливов. Так в отделе гидрохимии ГОИН была создана лаборатория математического моделирования, одной из задач которой была разработка методов прогноза распространения разливов.

В 1989-1991 гг. проводилась – работа вместе с институтом морских исследований Финляндии в рамках проекта по разработке средств и методов ликвидации морских разливов нефти, в том числе, в ледовых условиях.

В 1995 г. специалисты ГОИН создали для компании Transas Marine Ltd. модуль расчета (программное обеспечение) распространения нефтяного разлива. Впервые модель нефтяного разлива включала возможность оценки эффективности различных стратегий реагирования для создания тренажера по реагированию на разливы нефти. Первые версии тренажера были переданы Береговой охране США.

В 1998 г. сотрудники ГОИН впервые в России создали полностью автономное решение – модель нефтяного разлива SPILLMOD, сопряженную с геоинформационной системой Мапинфо.

В 2007 г. были выполнены расчеты распространения разлива мазута при крушении танкера Волгонефть-139 в Керченском проливе. Результаты вошли в коллективную монографию (2011), посвященную оценке последствий разлива мазута 11 ноября 2007 г.

В первые два десятилетия нового века специалисты ГОИНа занимались разработкой моделей разлива нефти и нефтепродуктов и методов прогнозирования для информационного обеспечения планов ЛАРН для всех морских нефтегазовых проектов от Балтики до Дальнего востока, от Черного моря до Арктической зоны.

В 2018 г. в ГОИНе подготовлено первое национальное пособие по прогнозированию разливов нефти и нефтепродуктов на морских акваториях

В 2019-2021 гг. сотрудники ГОИН участвовали в международных семинарах по моделированию разливов и совместных командно-штабных учения Морской спасательной службы России и Береговой охраны США

В 2025 г. вышла в печать коллективная монография в издательстве Springer, освещающая российский опыт моделирования разливов нефти и нефтепродуктов.

Однако Разлив Мазута, произошедший Керченском Проливе в 2024 г. (РМКП-2024), убедительно показал, что остаются нерешенные проблемы в прогнозировании распространения тяжелых видов топлива в морской среде. Для описания поведения таких

типов нефтепродуктов в морской среде требуется использовать существенно больше информации по сравнению с другими типами нефти. Каждый морской разлив нефти или нефтепродуктов уникален, так как происходит в конкретных гидрометеорологических и природно-климатических условиях. И каждый раз с новым типом разлитой субстанции. Крупные разливы случаются не часто. И это хорошо для экологии, но плохо для апробации методов оценки поведения разлива, расчета его распространения на разных временных масштабах. Редкие морские разливы нефти затрудняют отладку взаимодействия всех элементов цепочки информационной поддержки принятия решения по ликвидации разлива, выбору стратегии реагирования.

Опыт разработки оперативных моделей расчета распространения разливов, имеющийся в ГОИН, подсказывает, что в этой деятельности необходим системный подход. Региональные прогнозы гидрометеорологических полей для морских акваторий, где производится разведка, добыча или транспортировка нефти, должны быть отлажены и выпускаться регулярно и быть доступны на ресурсах ЕСИМО, регламент информационного взаимодействия между участниками кампании по ликвидации разлива должен быть определен в деталях, включая информирование об обстоятельствах авариной ситуации, информации аэрокосмического мониторинга. Для безледных условий следует создавать отдельные модели распространения нефти по поверхности моря, в водной толще, в прибрежной зоне. В 2012 г. в Росгидромете в рамках подготовки технологической линии прогнозирования распространения разливов нефти были определены требования к подготовке данных ДЗЗ, чтобы использовать их при прогнозировании распространения разливов с помощью программного комплекса SPILLMOD. Благодаря установленному в 2012 г. регламенту в ходе этого инцидента НИЦ «Планета» включился в обеспечение ГОИНа спутниковой информацией буквально на следующий день после принятия решения об организации комплексного мониторинга.

Произошедший в Керченском проливе 15 декабря 2024 г. разлив мазута, с одной стороны – это колоссальный ущерб окружающей среде, с другой – событие, наблюдение и анализ которого может быть крайне полезен. Полученный опыт будет использован для будущих оценок возможных последствий разливов тяжелых видов топлива в других регионах РФ.

10:30 **Распространение мазутного загрязнения в Черном море после аварии на судах «Волгонефть» в декабре 2024 г. по результатам расчетов системы FOTS МГИ**. Кубряков А.А., Георга-Копулос А.А., Станичный С.В., Холод А.Л., Мизюк А.И. (МГИ РАН, Севастополь)

Аннотация доклада

На основе разработанных в Морском Гидрофизическом Институте моделей переноса нефтяных загрязнений в толще вод FOTS в оперативном режиме проведены расчеты, позволяющие спрогнозировать переноса мазута и воспроизвести полную хронологию распространения загрязнений в акватории Азово-Черноморского бассейна после аварий на судах Волгонефть. Результаты верификации со спутниковыми данными, отчетами МЧС и МорСпасСлужбы показывали высокую точность воспроизведения распространения загрязнений, в том числе районы и сроки попадания мазута на берег. Система успешно предсказала сроки и места попадания загрязнений на побережье городов Анапа, Керчь, Севастополь и Евпатория в течение 25-дневного периода наблюдений. Результаты моделирования получили высокие оценки от МЧС и Морской Спасательной Службы, и были доложены Председателю правительства и Президента. Своевременная передача прогнозных данных аварийно-спасательным службам позволила заблаговременно сосредоточить силы в прогнозируемых районах загрязнения и минимизировать экологический ущерб.

11:00 **Динамика донных отложений, загрязненных мазутом, под влиянием ветровых условий в Прикерченском районе по данным численного моделирования.** Харитонова Л.В. (МГИ), Фомин В.В. (МГИ, СО ГОИН, Севастополь)

Аннотация доклада

Разработаны методические подходы и общий численный алгоритм расчета динамических характеристик донных отложений, загрязнённых мазутом. Алгоритм включает блоки гидродинамического моделирования, расчёта придонных сдвиговых напряжений, определения критических напряжений для песчано-нефтяных агломератов (ПНА) различных размеров и степени заглубления, вычисления индексов подвижности, потоков донных наносов и решения уравнения баланса массы для выявления зон накопления загрязнённых отложений. На примере Прикерченского района Черного моря для песка и пяти классов ПНА выполнены расчеты потенциальных потоков наносов и индексов подвижности в период возникновения и развития аварийной ситуации в декабре 2024 г. и для различных сценариев (8 румбов ветра, скорости 7,5–15 м/с). Установлены пороги подвижности для ПНА разного размера и степени заглубления. Показано, что мелкие ПНА (≤ 1 см) мобильны на обширных акваториях до глубин 5–10 м, в то время как перемещение крупных агломератов (≥ 5 см) возможно лишь в прибойной зоне при экстремальных штормах. По результатам моделирования для ветро-волновых ситуаций выделены наиболее уязвимые участки побережья и зоны потенциального накопления загрязнённых наносов. Результаты позволяют прогнозировать зоны повторных выбросов мазута со дна. Предложенный комплексный подход позволяет оценить реакцию загрязненных донных отложений на гидродинамические воздействия и прогнозировать зоны побережья, наиболее подверженные риску выбросов загрязненных мазутом донных наносов. Полученные результаты могут быть использованы для принятия управленческих решений при мониторинге и ликвидации последствий разливов нефти в шельфовых зонах.

11:30 **Предварительные оценки загрязнения Керченского пролива по данным ДЗЗ.** Иванов А.Ю., Клименко С.К. (ИО РАН, Москва)

Аннотация доклада

В докладе анализируются результаты спутникового наблюдения и мониторинга мазутного загрязнения, произошедшего 15 декабря 2024 г. в результате крушения танкеров «Волгонефть-212» и «Волгонефть-239» в Керченском предпроливье. Для анализа загрязнений акватории использовались практически все доступные данные ДЗЗ, как космической радиолокации, так и оптические снимки, на место катастрофы. Получены оценки общего загрязнения поверхности моря северо-восточной части Черного моря, которые можно использовать для дальнейшего анализа. Показаны возможности методов ДЗЗ для получения актуальных данных о крупных техногенных авариях с разливами нефтепродуктов, а также и то, что наблюдение аварийных нефтяных разливов в море дистанционного методами и оценки, полученные на их основе, позволяют получить достаточно полный набор информации, а в случае дополнительного использования результатов моделирования практически полностью количественно охарактеризовать.

11:50 **Проблемы и уроки спутникового мониторинга разлива мазута в Керченском проливе.** Кучейко А.А., Купавцев И.Т. (МАИ, Москва)

Аннотация доклада

В докладе анализируются результаты спутникового наблюдения мазутного разлива в Керченском проливе. Проведен анализ частоты съёмки места аварии, доступности данных и их достаточности для принятия решений в течение года после аварии. Приведена оценка вклада данных спутниковой съёмки из различных источников для получения информационно значимых результатов. Сформулированы предложения по использованию средств ДЗЗ космического и воздушного базирования при реагировании на аварийные разливы нефти на море в первые сутки после аварии и в последующий период ликвидации последствий аварии.

12:10-12:30 Перерыв (кофе-брейк)

12:30 **Экологические проблемы разлива мазута. Опыт трех инцидентов.**
Коршенко А.Н. (ГОИН, Москва)

Аннотация доклада

В штормовую погоду 21.11.1981 г. 95-метровый танкер «Глобе Асими» (MV Globe Asimi 1960-1981) был выброшен на волнолом мола Клайпедского порта. Около 16600 т мазута было вынесено в прибрежье восточной Балтики. За последние 20 лет двадцатого столетия это стало самой крупной катастрофой на Балтийском море. Большая часть мазута очень сильным ветром и волнами была выброшена на побережье и пляжи Паланги и севернее. С поверхности моря было собрано около 50% попавшего в море мазута, испарилось и растворилось примерно 9%, затонуло более 1% и выброшено на пляжи 39%. Собрано на берегу и вывезено 600 тыс.т песчано-мазутной смеси. Силами научных сотрудников более десяти различных организаций и НИИ было выполнено более 10 комплексных морских экспедиций. Полученные результаты показали возврат концентрации нефтяных углеводородов (НУ) в морской воде загрязненного района к фоновому уровню за 6 месяцев. К этому времени донные отложения оказались практически не загрязненными, хотя по оценкам сразу после разлива погибло примерно 30% мидий и 50% донной водоросли фурцеллярии, а в мейобентосе было отмечено снижение численности в местах загрязнения. В следующий год, возможно из-за аварийного разлива, на 8% сократился вылов проходных рыб. В бактерио-, фито- и зоопланктоне, показателях первичной продукции и биологической активности (АТФ) очевидного отклика планктонных сообществ на разлив не отмечено. Выполненные исследования свидетельствуют о локальном характере влияния разлива на биоту из-за низкой температуры воды и выброса на берег значительного количества мазута штормовым ветром. Позднее были зафиксированы катастрофические повреждения пляжей района январскими штормами 1983 г., когда с пляжей и дюн было смыто около 1 млн. т песка. Вероятно, изъятие большого объема песчаного материала во время ликвидации разлива уменьшило способность этого участка побережья к восстановлению после штормового воздействия.

Сильный штормовой ветер до 35 м/с разогнал волны до четырехметровой высоты 10-11 ноября 2007 г. в северо-восточной части Черного моря. На якорной стоянке в Керченском проливе немного южнее о.Тузла разломался пополам танкер класса река-море «Волгонефть-139». Около 1,3 тыс.т мазута попало в море и значительная часть его была выброшена на 180 км берега. Несколько тысяч человек из разных организаций и пяти Университетов собирали мазут с загрязненного побережья Тамани и Крыма. Было собрано около 3,2 тыс.т загрязненного песка и гальки. Экологические исследования проведены в 57 береговых и судовых экспедициях научными сотрудниками 13 российских и украинских институтов. Получены данные о концентрации гидрохимических параметров, нефтяных углеводородов и

других загрязняющих веществ, а также разнообразных гидробиологических характеристиках (10 групп планктона, бентоса и нектона, морских птиц). Было обнаружено повышенное загрязнение морской воды НУ в течение 1 месяца после катастрофы, донных отложений до 6 мес. В морских сообществах эффект от разлива мазута был отмечен в ихтиопланктоне в течение двух недель, а также кратковременная массовая гибель эктопаразитов рыб (ракообразные гиродактилис). В микробиологическом сообществе, фито- и зоопланктоне, фито- и макрозообентосе, ихтиофауне и китообразных (дельфины) отрицательных изменений не отмечено. Чрезвычайно пострадали 5,5 тыс. птиц, из которых только 153 удалось спасти даже после отмывки оперения от налипшего мазута.

Повторная катастрофа в Керченском проливе произошла 15.12.2024, когда на больших волнах разломались два танкера река-море «Волгонефть-239» и «Волгонефть-212». Более 1500 т мазута попало в море, а истечение нефтепродуктов из разрушенных и затопленных кораблей продолжалось долгое время. Во время шторма значительная часть мазута была выброшена на берег, какое-то количество затонуло на мелководье. Тысячи волонтеров и сотрудников различных организаций собрали огромное количество песчано-мазутной смеси с пляжей Анапы. Вытекающее топливо ветрами различных направлений распространялось на значительное расстояние, что приводило к загрязнению моря и берегов Тамани и Крыма.

Три разлива мазута были очень сходными по условиям катастроф танкеров и последствиям. Все были в ноябре-декабре в прибрежной зоне при сильном шторме и низкой температуре. Ветер и волны выбросили большую часть мазута на несколько сотен км берега. На береговых пляжах последствия ликвидировала большое количество самых разнообразных специалистов и волонтеров, собравших колоссальное количество загрязненного грунта. Научные морские и береговые исследования показали короткий период повышения концентрации нефтяных углеводородов и очень незначительный отклик на разлив в самых разнообразных биологических сообществах планктона и бентоса (для разлива 2024 самые предварительные результаты исследований). Люди понесли наибольшие потери. Были потрачены огромные усилия на работу в тяжелых зимних условиях, а также материальные и финансовые ресурсы на минимизацию последствий катастрофических разливов. Среди элементов морской экосистемы в наибольшей степени пострадали птицы и пляжи, из которых было изъято большое количество загрязненного песка и грунта.

12:50 **Последствия аварийного разлива мазута 15 декабря 2024 г.»**

Немировская И.А. (ИО РАН, Москва)

Аннотация доклада

Результаты исследования последствий экологической катастрофы в Черном море, связанной с авариями танкеров «Волгонефть-212» и «Волгонефть-239» 15 декабря 2024 года, показали, что наиболее загрязненной является акватория в районе Анапы. Установлено, что снижение концентраций углеводородов через 2,5 месяца после аварии обусловлено как их механической трансформацией на берегу и в воде, так и очищающим действием бактерий. В результате снизилось содержание хлороформенного битума, а в его составе – низкомолекулярных алканов и полиаренов. Во взвеси придонных вод и в донных отложениях состав углеводородов оставался преимущественно нефтяным. Через 3,5 месяца произошла дальнейшая деградация загрязнения, и в составе алканов исчезли гомологи до н-С17, а в составе ПАУ – нафталины. В донных отложениях снизились концентрации алифатических углеводородов в пересчете на сухую массу и в составе Сорг (в Керченском проливе с 71 до 53 мкг/г, а в составе Сорг – с 1,15 до 0,86%; в районе Анапы – с 31 до 25 мкг/г, с 5,63 до 3,06%, соответственно). В составе алканов увеличилось содержание н-С17 и

нечетных высокомолекулярных гомологов. Содержание ПАУ, напротив, несколько возросло в районе Анапы за счет фенантрена, а в районе Керченского пролива и Крымского полуострова – за счет пирогенных полиаренов, так как происходит дальнейшее загрязнение этих районов от судоходства. Индекс токсичности донных отложений в районе Анапы снизился с марта по апрель 2025 г. в среднем с 82 до 63%, а общий уровень токсичности – в среднем с 0,33 до 0,07. Согласно Канадским критериям качества морских донных отложений, полученные концентрации индивидуальных полиаренов не превышали допустимых уровней.

13:20 **Загрязнение прибрежной зоны Крыма нефтепродуктами в 2025 г. по данным экспедиционных исследований СО ФГБУ «ГОИН».**

Жиляев Д.А., Дьяков Н.Н., Жидкова Л.Б. (СО ГОИН, Севастополь)

Аннотация доклада

В докладе представлены результаты мониторинга, осуществленного Севастопольским отделением ФГБУ «ГОИН» в 2022-2025 гг., с целью выявления загрязнения нефтепродуктами (НП) шельфовых вод Керченского пролива и предпроливных районов Азовского и Черного морей. Основное внимание в докладе уделено исследованиям загрязнения НП прибрежной зоны и вод после аварии судов «Волгонефть» 15 декабря 2024 г. Пробы воды на содержание НП отбирались у берега Керченского пролива и в прилегающих к проливу морских акваториях вблизи Керченского полуострова. Результаты анализов проб, отобранных в течение 2025 г., сопоставлены с результатами предшествующих многолетних исследований СО ФГБУ «ГОИН». Получено, что усиления загрязнения исследованных акваторий НП в 2025 г. не произошло, но уровень загрязнения токсикантом в последние годы оставался стабильно высоким – на уровне ПДК.

13:40 **Исследования бентоса прибрежной зоны**. Колючкина Г.А., Сапожников Ф.В., Басин А.Б., Симакова У.В., Мокиевский В.О., Кондарь Д.В. (ИО РАН, Москва)

Аннотация доклада

В марте, апреле, июле и августе 2025 г. ИО РАН было организовано четыре комплексные экспедиции в район Анапы для оценки последствий разлива мазута для прибрежной экосистемы. Результаты химического анализа донных осадков позволили сделать вывод о продолжающейся в течение весны 2025 г. биодеградации нефтепродуктов в прибрежной зоне муниципального образования (МО) Анапа и Керченского предпроливья. Исследования бентоса в прибрежных водах Анапы весной и летом 2025 г. на тех же станция глубин 0-11 м не позволяют сделать вывод об угнетении этой экологической группы под воздействием мазута. Отмечено присутствие большого количества живых и активных крабов-плавунцов *Polybius vernalis* (Risso, 1827), креветок *Palaemon adspersus* Rathke, 1836, раков-отшельников *Diogenes pugilator* (Roux, 1829), двустворчатых моллюсков *Donax trunculus* Linnaeus, 1758, *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) и *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758). Всего на 16 станциях было найдено 43 вида беспозвоночных и 13 видов красных и зеленых водорослей. Биомасса макрозообентоса достигала 196 г/м^2. Не смотря на присутствие мазутного запаха, пятен на ракуше и живых моллюсках, капель мазута в пробах, обилие беспозвоночных было достаточно высоким даже по сравнению с другими не загрязненными районами Черноморского побережья Кавказа. Отличия в обилии тех или иных групп и видов в разные сезоны, по всей видимости, были связаны с мозаичностью поселений, обычными сезонными процессами, а для подвижных форм макробентоса – с миграциями. Мейобентос в апреле

2025 г. был представлен нематодами, копеподами, гастротрихами и турбеллариями. Отношение обилий ведущих групп (нематодно-копеподное соотношение) в среднем составляло около 1, что может рассматриваться как показатель относительно благополучного состояния сообществ мейобентоса. Низкие плотности мейобентоса и, особенно, нематод, могут быть связаны с сезонными изменениями бентоса. Сильные шторма в зимнее время препятствуют его развитию. Корреляций обилия бентоса с содержанием ПАУ в донных осадках не выявлено. Сукцессионное развитие микрофитобентоса прибрежных мелководий при переходе от поздней зимы к поздней весне и, затем, к позднему лету происходило со сменой состава массовых видов. Наблюдались переход к преобладанию крупных и среднеразмерных форм и усложнение структуры сообществ, невзирая на присутствие мазута, но на фоне его постепенного исчезновения с поверхности песчинок и смены сезонов. Известно, что некоторые организмы могут накапливать в своих тканях наиболее стойких и опасные формы углеводородов мазута – полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Одни из таких организмов – двустворчатые моллюски-фильтраторы, доминанты прибрежной зоны района разлива мазута. Летом 2025 г. не наблюдалось угнетения их обилия, однако, накапливаясь в тканях, ПАУ могут приводить как к ослаблению самих моллюсков, так и к накоплению в пищевой цепи, конечным звеном которой может быть человек.

В связи с этим, для оценки воздействия мазута на донные экосистемы прибрежной зоны необходимо продолжать мониторинг бентоса и планктона в районе разлива и соседних контрольных областях (например, Заповедник Утриш) сезонно в 2026 г. Учитывая продолжающееся поступление новых порций мазута в морскую среду необходимо проведение токсикологических анализов с параллельным отбором проб тканей моллюсков-фильтраторов и грунтов для анализа содержания в них углеводородов.

14:00-14:50 Перерыв (обед)

14:50 **Технические решения для ликвидации последствий разлива мазута в Керченском проливе.**
Мазлова Е.А. (РГУ нефти и газа, Москва)

Аннотация доклада

Международной ассоциацией представителей нефтегазовой промышленности по экологическим и социальным вопросам (IPIECA) выпускаются Практические рекомендации для персонала, отвечающего за управление и ликвидацию чрезвычайных ситуаций. Многочисленные отечественные и зарубежные публикации, посвященные этой теме содержать сведения о наиболее эффективных способах минимизации отходов и управление ими при нефтяных разливах. В соответствии с рекомендациями IPIECA при выборе технологии обработки нефтеотходов необходимо стремиться к минимизации их объема, поэтому, предлагаемые способы разбавления загрязнения инертными материалами, минералами представляются несостоятельными с экологической точки зрения.

Главная стратегическая цель системы управления образующимися отходами - выстроить последовательную цепочку технологического оборудования и применяемых технологий, которые позволят:

-произвести восстановление (очистку) загрязненных мазутом компонентов природной среды (песок, галечник, ракушечник) до критериев очистки в соответствии с установленными требованиями и возвратить в места их предшествующей экскавации;

- сохранить энергетический ресурс – мазут, который будет получен в результате промывки

компонентов природной среды в виде водо-мазутной смеси;

- минимизировать количество образования отходов, за счет повторного использования очищенных компонентов природной среды и отмытого мазута;

- отсутствие выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, за счет применения чистых технологий промывки, по сравнению с термическими;

- существенное сокращение затрат на очистку загрязненных компонентов природной среды, за счет предварительного разделения собранных загрязненных компонентов на слабо и сильно загрязненных и последующего применения для очистки слабо загрязненных компонентов- технологии биоремедиации.

Проведен анализ представленных на ресурсе Домен Наука и Инновации проектов ликвидации последствий разлива в Керченском проливе: РГУ нефти и за им. И.М.Губкина,, ООО «Морской доктор», МФТИ, Физтех, ООО «Агора-хим», ООО "САНСОРС МИНЕРАЛС", ФГБОУ ВО «КНИТУ» и др.

15:10 **Практический опыт Вьетнамского центра реагирования на экологические инциденты по ликвидации разливов мазута во Вьетнаме.** Фам Ван Шон, Директор, Вьетнамский центр реагирования на экологические инциденты (SOS) / Генеральный секретарь, Вьетнамская ассоциация по сохранению природы и окружающей среды (VACNE)

Аннотация доклада

Инцидент со столкновением судов на реке Лонг-Тау (г. Хошимин, Вьетнам) 25/04/2005, повлекший разлив большого количества тяжелой нефти FO, выявил специфические для Вьетнама вызовы: конфликт между обеспечением безопасности жизненно важного морского судоходного пути и необходимостью сохранения Биосферного заповедника Мангровых лесов Кан Зио, а также требование оперативности реагирования из-за высокой чувствительности территории. В данном докладе анализируются эти вызовы и представляются технические решения, разработанные и примененные Вьетнамским центром реагирования на экологические инциденты (SOS), включая многофункциональное мобильное оборудование для сбора нефти, нанотехнологии для сорбции и фильтрации нефти, а также прорывной эксперимент по использованию местной биоразлагаемой грязи (ила) для очистки корневой системы мангров. Эти решения подтверждают потенциал технологической автономии, оптимизацию использования природных условий и строгое соблюдение принципов биологического сохранения.

15:30 **Подъем затонувших судов: экология и экологическая безопасность** Блиновская Я.Ю. (ДВФУ, Владивосток)

Аннотация доклада

Любая навигационная деятельность сопряжена с рядом опасностей, результатом которых могут стать угроза затопления судна. По современным оценкам общее количество затонувших судов в мире превышает десятки тысяч. При этом в значительной их части содержатся опасные вещества и материалы, включая до 25 млн тонн нефтепродуктов. Все это создает значительную угрозу как окружающей среде, так и жизнедеятельности человека, поскольку с каждым годом увеличивается риск разрушения затонувших объектов, а значит, попадания загрязняющих веществ в акватории. В этой связи проблема подъема затонувших судов становится весьма актуальной и требует оперативного решения.

Под эгидой Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации

реализуется ряд программ по подъему и утилизации затонувших судов. Так, в Дальневосточном федеральном округе официально зарегистрировано более 600 судов. В Приморском крае уже готовится к подъему 8.

Процедура подъема базируется на серии международных и отечественных нормативных документов. Суда, собственники которых установлены, поднимаются за счет собственников, которые, к тому же, обязаны страховать свою ответственность. Однако в исключительных случаях предусмотрена также и государственная поддержка.

Экологическая безопасность – неотъемлемая составляющая любого производственного процесса, в том числе и при чрезвычайных ситуациях. Затонувшие суда представляют угрозу не только при планировании навигационной и портовой деятельности, но и для окружающей среды. В этой связи тщательное планирование процедуры подъема, включая организационные, технические, технологические и другие аспекты, требует обязательного учета экологической составляющей, которая включает как документарное обоснование, так и инженерные компоненты, способствующие снижению степени экологического риска. И здесь важная роль принадлежит мероприятиям по разработке и согласованию документации. Отсутствие согласованного комплекта документов, в том числе экологического обоснования, является основанием для отказа в реализации подъемных работ, и также вменяет санкции административного и финансового характера. Требования к составу документации, уведомительные и согласующие процедуры, подводные камни и региональные различия, основанные на личном опыте экологического сопровождения мероприятий по подъему судов в разных регионах Российской Федерации, будут детально рассмотрены в докладе.

15:50-16:00 Перерыв (кофе-брейк)

16:00 **Характеристика геосистемы Анапской пересыпи в контексте ликвидации последствий разлива мазута.** Крыленко В.В., Крыленко М.В**.** (ИО РАН, Южное отделение, Геленджик)

Аннотация доклада

В докладе представлены сведения о современном состоянии одной из наиболее ценных в природоохранном и экономическом отношении морских береговых аккумулятивных геосистем Азово-Черноморского региона – Анапской пересыпи. Курорт Анапа занимает ведущее место на российском рынке санаторно-курортного отдыха. Главной ценностью курорта являются песчаные пляжи Анапской пересыпи.

Эффективность методов ликвидации последствий разлива нефтепродуктов, а тем более – разработка программы компенсационных мероприятий невозможны без понимания того, как природные условия и техногенные преобразования влияют на береговую геосистему, каковы тенденции и пределы обратимых изменений. На наш взгляд, в многих проектах восстановления пляжей Анапской пересыпи недостаточно учитывается тот факт, что аккумулятивный морской берег не может не изменяться с течением времени, но при этом обладает свойством динамической стабильности. Пока нет понимания, что охрана только части геосистемы не может предотвратить негативные изменения, происходящие на смежных участках. Одновременно, негативное воздействие на одну часть Анапской пересыпи неизбежно отразится и на других компонентах геосистемы.

Приведенная в докладе аналитическая информация основана на материалах многолетних морских, полевых и дистанционных исследований, а также результатах математического моделирования гидро-литодинамических процессов. Рассмотрены особенности

современного строения и динамики морфологических элементов Анапской пересыпи – подводных валов, пляжей, дюн. Дана характеристика важнейших природных и антропогенных факторов, определяющих эволюцию геосистемы.

Наиболее острой проблемой, отмечавшейся в природопользовании и охране Анапской пересыпи и до техногенной катастрофы, был дефицит песка для пополнения пляжей. Причины дефицита песка были как природные (сокращение поступления в литодинамическую систему абразионного материала), так и антропогенные (усиление выноса песка за пределы береговой зоны в ходе хозяйственного освоения). Дефицит песка в береговой зоне имел следствием отступание береговой линии, понижение высотных отметок пляжей и ухудшение их рекреационных свойств. Подчеркнем, что эти следствия имели негативный характер в первую очередь для хозяйственной деятельности, поскольку природные компоненты геосистемы быстро приспосабливались к новым условиям.

Разовое изъятие почти 200 тыс. тонн песка непосредственно из береговой зоны; отсыпки нового песка; строительство тех или иных видов берегоукреплений могут вывести из равновесия природный механизм перераспределения наносов в пределах Анапской пересыпи. Следовательно, компенсационные мероприятия, в первую очередь восполнение потерь песка, должны учитывать особенности литодинамической системы и одновременно – сохранять уникальные рекреационные свойства Анапских пляжей.

Важнейшим элементом комплексного мониторинга всех компонентов геосистемы Анапской пересыпи должны стать исследования динамики прибрежного рельефа, механического и минералогического состава наносов. Результаты таких исследований позволят оценить эффективность компенсационных мероприятий или выявить негативные тенденции природного или техногенного генезиса. Материалы подготовлены при поддержке РНФ (проект №25-17-00104)

16:30 **Применимость бурой водоросли цистозиры в борьбе с нефтяным загрязнением в Черном море.** Вялова О.Ю., Миронов О.А., Козьменко В.Б., Лакустова О.И., Язрикова Т., Язриков И.

Аннотация доклада

Катастрофа с нефтетанкерами в декабре 2024 года в Черном море (вблизи Керченского пролива) привела к необходимости поиска быстрых способов минимизации последствий для окружающей водной среды, в том числе с использованием макрофитов.

Целью представленной работы являлась оценка роли водорослей в снижении содержания нефтеуглеводородов в морской воде, на примере бурой водоросли *Cystoseira barbata* - массового вида в Черном море.

Для исследований использовали образцы мазута М-100, собранные на песчаном берегу близ г. Анапы. В лаборатории в течение нескольких дней была подготовлена морская вода с содержанием растворенных фракций нефтеуглеводородов (НУ) в пределах 6,5-7,1 мг/л, что превышало ПДК в 130-140 раз. В емкости поместили бурые водоросли *Cystoseira barbata* на 31 день. Каждые 10 дней отбирали пробы воды для дальнейшего определения содержания растворенных фракций НУ и их спектрального анализа. Вначале и в конце эксперимента цистозиру взвешивали, визуально оценивали состояние водорослей, далее проводили анализ содержания НУ на поверхности талломов и в клетках.

Снижение содержания НУ в морской воде было отмечено на 21 сутки – на 72% и на 31 сутки – на 81% от начальных значений. Удельная скорость биоремедиации *C. barbata* в условиях токсикологического эксперимента оценивается в пределах 93,6–141,94 мкг/г/сут.

Результаты хроматографического анализа показали, что максимальное количество НУ

оседает на поверхности талломов цистозиры, и лишь 4-8% встраивается в клетки водорослей. Было установлено, что *C. barbata* способна выживать и сохранять жизнеспособность при экстремально высоких концентрациях нефтяного загрязнения.

Результаты данной работы позволяют рекомендовать установки санитарных морских ферм и защитных «боновых» заграждений с использованием цистозиры для борьбы с нефтяными аварийными разливами, а также для долговременной очистки портовых акваторий от хронического загрязнения.

Следующим шагом предлагается проектирование и установка пилотных санитарных водорослевых ферм и боновых заграждений для морских портов Черноморского региона. Загрязненные водоросли могут в дальнейшем использоваться для получения биотоплива, в том числе и авиационного, которое с каждым годом становится обязательным видом энергоносителей в мире.

16:50 **Система диагноза и прогноза состояния Черного и Азовского морей, функционирующей в ФГБУН ФИЦ МГИ.** Холод А.Л., Мизюк А.И., Ратнер Ю.Б., Иванчик А.М.(МГИ РАН, Севастополь)

Аннотация доклада

В работе представлено описание действующей в ФГБУН ФИЦ МГИ системы диагноза и прогноза состояния вод Азово-Черноморского бассейна. Система реализована основе комплекса численного моделирования динамики морской среды NEMO и функционирует на высокопроизводительном вычислительном кластере. Результаты анализа и прогноза Азово-Черноморского бассейна доступны с пространственным разрешением 4.6 км на 35 z-горизонатх с учащением в верхнем слое моря. Срок прогноза – до десяти суток. Представлены структура системы, потоки входных и выходных данных, используемые алгоритмы ассимиляции и режимы работы системы. Результаты работы системы были использованы для анализа наиболее вероятных траекторий движения углеводородного загрязнения, возникшего при крушении танкеров «ВОЛГОНЕФТЬ 212» и «ВОЛГОНЕФТЬ 239» в акватории Керченского пролива 15 декабря 2024 г. Отмечается, что пространственного разрешения недостаточно для правильного описания довольно сложной прибрежной динамики вод, тем более в проливе. Однако в данном случае его оказалось достаточно, чтобы показать движение в черноморской части пролива. При этом важно учитывать экмановский перенос, который заметно уточняет траектории движения загрязнения при слабых течениях. При интенсификации циркуляции траектории оказались более точными по сравнению с аналогичными, полученными на основе геострофических скоростей, рассчитанных по спутниковой альтиметрии — интенсивность струи ОЧТ в результатах работы системы заметно выше. Для решения подобных задач оперативной океанологии в системе морских прогнозов имеется возможность относительно быстрой реализации конфигурации модели с вложенными доменами, что позволяет уточнить циркуляцию вод в прибрежной зоне. Данный подход применялся в ФГБУН ФИЦ МГИ, например, для прогноза распространения загрязнения после обрушения Каховского ГЭС. Дополнительным улучшением в случае нефтяного загрязнения очевидно будет учет ветрового волнения. Оперативная версия модели ветрового волнения также функционирует в ФГБУН ФИЦ МГИ. Важным элементом такой системы является и сама модель лагранжева переноса: необходим учет процессов, характерных для загрязнений такого рода.

17:10 **Гидрометеорологическое обеспечение в задачах разлива нефти и распространения других загрязнений.** Фомин В.В., Дианский Н.А., Панасенкова И.И., Коршенко Е.А., Гусев А.В. (ГОИН,

МГУ им. М.В.Ломоносова, ИВМ РАН, Москва)

Аннотация доклада

Рассматривается задача развертывания в ФГБУ «ГОИН» систем оперативного краткосрочного прогноза гидрометеорологических характеристик в акватории Черного и Азовского морей в периоды возникновения чрезвычайных ситуаций, вызванных разрушением Каховской ГЭС в июне 2023 г. и крушением танкеров с разливом мазута в Керченском проливе в декабре 2024 г. Системы прогноза гидрометеорологических характеристик основаны на использовании региональных версий моделей атмосферной (WRF) и морской (INMOM) циркуляции, а также различных источников внешних данных по атмосферному воздействию. В работе показаны результаты функционирования, а также перспективы их использования. Кроме того, отмечаются и проблемы, возникающие при реализации и введению в эксплуатацию рассматриваемых систем в сжатые сроки.

17:30-17:55 Обсуждение докладов и итоговой Декларации

17:55-18:00 Торжественное закрытие конференции