

**МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**РОССИЙСКИЙ ФОНД
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**«ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ
СОХРАНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ПЛЯЖЕЙ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА»**



**г. Севастополь
16 – 18 сентября 2015 г.**

Пути решения проблемы сохранения и восстановления пляжей Крымского полуострова / Тезисы докладов научно-практической конференции.– г.Севастополь, 16 – 18 сентября 2015 г.– г.Севастополь, 2015.– 148 с.

В сборнике представлены тезисы докладов научно-практической конференции, в ходе которой предполагается обсудить конкретные вопросы природопользования в береговой зоне Крыма, обозначить наиболее проблемные районы береговой зоны Крымского побережья, предложить возможные варианты решения проблемы сохранения и восстановления пляжей, обсудить необходимость и достаточность берегозащитных мероприятий при обеспечении устойчивого развития Крымского полуострова. Предполагается обсудить и другие, более общие, вопросы, относящиеся к природопользованию в береговой зоне Крыма.

Научно-практическая конференция «Пути решения проблемы сохранения и восстановления пляжей Крымского полуострова» проводится под патронатом рабочей группы «Морские берега» Совета по проблемам Мирового океана Российской академии наук при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-05-20730 Г).

Редколлегия: д. геогр. н. *Горячкин Ю.Н.* (председатель); д. геогр. н. *Коновалов С.К.*; д. геогр. н. *Жиндарев Л.А.*; к. геогр. н. *Лукьянова С.А.*; д. физ.-мат. н., академик *Иванов В.А.*; д. геогр. н. *Игнатов Е.И.*; д. физ.-мат. н. *Фомин В.В.*; д. геогр. н. *Совга Е.Е.*; к. геогр. н. *Харитонова Л.В.*, *Хмара Т.В.* (ответственный секретарь)

© Коллектив авторов, 2015

© Морской гидрофизический институт,
2015

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<i>Горячкин Ю.Н.</i> Проблемы береговой зоны Крымского полуострова	9
<i>Пешков В.М.</i> Из опыта защиты Азово-Черноморских берегов России.....	12
<i>Рыжий М.Н.</i> Проблемы инженерной защиты морских берегов Крыма и пути их решения в современных условиях.....	13
<i>Романюк О.С.</i> Состояние изученности Крымского побережья и задачи его восстановления	14
<i>Игнатов Е.И., Чистов С.В.</i> Проблемы строительства постоянного Керченского транспортного перехода.....	16
<i>Фомин В.В., Алексеев Д.В., Харитонов Л.В., Полозок А.А., Михайли- ченко С.Ю.</i> Комплексное моделирование динамических процессов в береговой зоне Крымского полуострова	17
<i>Позаченюк Е.А.</i> Рекреационная емкость пляжей Крыма.....	19
<i>Алимаев В.А., Краснобай А.А., Цокоров Д.С.</i> Динамика пляжей Запад- ного побережья Черного моря	21
<i>Афанасьев В.В., Уба А.В.</i> Морфолитодинамика лагунных проливов, модель перемещения дистальных окончаний аккумулятивных форм.....	24
<i>Ярославцев Н.А., Петров В.А., Тлявлин Р.М., Тлявли Г.В.</i> Галечные пляжи – перспективное направление берегозащиты Крымского по- луострова.....	25

СЕКЦИЯ «Морские берега»

<i>Тлявлин Р.М., Тлявли Г.В., Ярославцев Н.А., Петров В.А.</i> Каменно- набросные сооружения в практике берегозащиты.....	27
<i>Удовик В.Ф., Горячкин Ю.Н.</i> Особенности формирования потоков на- носов у берегов Западного Крыма.....	28
<i>Лысенко В.И., Шик Н.В.</i> Карбонатная постройка Ласпинской бухты как природный волнолом.....	30
<i>Волкова Т.А., Воронина В.В., Миненкова В.В., Филобок А.А.</i> Опыт Сочи в решении проблемы сохранения и восстановления пляжей Крым- ского полуострова.....	32
<i>Пасынков А.А.</i> Методика многоуровневого геоэкологического мони- торинга Черного моря.....	33

<i>Харитонова Л.В., Лазоренко Д.И., Горячкин Ю.Н., Фомин В.В.</i> Возможный вариант решения проблемы восстановления пляжей Евпатории	35
<i>Косьян Р.Д., Дивинский Б.В.</i> Волновой климат Черного моря за последние 25 лет по результатам численного моделирования	37
<i>Фомин В.В., Лазоренко Д.И., Алексеев Д.В., Полозок А.А.</i> Штормовые нагоны и затопление прибрежных территорий	39
<i>Грязин Д.Г.</i> Разработка технологии и средств измерений волнения в ЦНИИ «Электроприбор»	40
<i>Джамаль С.В., Несин Д.Ю.</i> Волногашение плавучим островом СОБЕРЕНГО (результаты испытаний).....	42
<i>Корзинин Д.В.</i> Особенности формирования профиля равновесия подводного берегового склона (на примере Ярылгачской бухты, Западный Крым).....	44
<i>Горячкин Ю.Н., Михайличенко С.Ю., Удовик В.Ф.</i> Научные рекомендации для разработки проекта защиты берегов заповедника «Херсонес Таврический»	46
<i>Миньковская Р.Я., Демидов А.Н.</i> Эволюция морского устья реки Чёрной (Севастопольский регион)	48
<i>Богуславский А.С., Казаков С.И., Кузнецов А.С.</i> Факторы формирования галечных пляжей береговой зоны Горного Крыма	51
<i>Кузнецов С.Ю., Сапрыкина Я.В., Штремель М.Н.</i> Метод оценки уязвимости песчаных побережий к волновому воздействию	52
<i>Шик Н.В.</i> Влияние пликативных деформаций на формирование северо-западного берега Гераклеяского полуострова	53
<i>Станичный С.В., Станичная Р.Р., Кубряков А.А., Алескерова А.А.</i> Спутниковые методы изучения трансформации береговой линии и характеристик переноса примеси в прибрежной зоне	55
<i>Афанасьев В.В.</i> К вопросу актуализации климатических аспектов изучения морфолитодинамики верхней части берегового склона – изменение волногасящих свойств пляжа в условиях отрицательных температур воздуха.....	56
<i>Игнатов Е.И., Новиков А.А., Каширина Е.С.</i> Геоморфологические опасности в Крыму	58
<i>Ивлиева О.В., Беспалова Л.А.</i> Современное состояние абразионных и аккумулятивных берегов восточного и южного побережья Азовского моря	59

<i>Макаров К.Н., Катлине Коблев А.Х.</i> Воздействие волн на берегозащитные сооружения в зонах подводных каньонов	61
<i>Мысливец В.И.</i> К истории развития северо-восточного побережья Крыма в позднем голоцене	62
<i>Вольфман Ю.М., Колесникова Е.Я., Останин А.М.</i> Влияние разрывной тектоники на формирование обвально-оползневых структур м. Фиолент.....	64
<i>Казаков С.И., Кузнецов А.С., Долотов В.В.</i> Информационная система Черноморского гидрофизического полигона как элемент мониторинга состояния береговой (пляжной) зоны ЮБК в районе м.Кикинеиз.....	66
<i>Подымов И.С., Подымова Т.М.</i> Экспресс-метод исследований объемной активности радона над поверхностью обитаемых территорий.....	68
<i>Подымов И.С., Подымова Т.М.</i> К вопросу мониторинга состояния гидрогеодеформационного поля с целью предсказания возможных экстремальных ситуаций, связанных с тектонической нестабильностью	70
<i>Канин В.А., Пащенко А.В., Алехин Г.Н.</i> Мониторинг критического состояния оползнеопасных территорий Азово-Черноморского побережья на основе непрерывного определения влажности грунтов и обработки информации методами ГИС-технологий	73

СЕКЦИЯ «Экологическая безопасность зоны сопряжения суша-море полуострова Крым»

<i>Совга Е.Е., Хмара Т.В., Слепчук К.А., Мезенцева И.В.</i> Оценки самоочищающей способности экосистемы Севастопольской бухты при современном уровне функционирования береговой инфраструктуры	75
<i>Халиулин А.Х., Годин Е.А., Ингеров А.В., Жук Е.В., Пластун Т.В., Галковская Л.К.</i> БОД МГИ: информационное обеспечение исследований прибрежной зоны	77
<i>Кузнецов А.С., Иванов В.А., Богуславский А.С., Казаков С.И.</i> Черноморский гидрофизический полигон – регионально-адаптированная система контроля природной среды в зоне сопряжения суша-море.....	80
<i>Тимченко И.Е., Игумнова Е.М.</i> Экологическая экономика прибрежной зоны моря	81
<i>Тимченко И.Е., Игумнова Е.М., Солодова С.М., Никифоров Ю.И.</i> Адаптивная модель рекреационной привлекательности прибрежной зоны Крыма.....	83

<i>Орехова Н.А., Коновалов С.К.</i> Особенности распределения и потоки кислорода на границе с донными отложениями в бухтах Севастополя.....	85
<i>Кондратьев С.И., Козловская О.Н.</i> Содержание биогенных элементов и растворенного кислорода в поверхностных водах экологически чистого района шельфа Крыма в 2012 – 2014 гг.	86
<i>Хоружий Д.С., Медведев Е.В., Моисеенко О.Г.</i> Динамика изменений компонентов карбонатной системы в шельфовой зоне Черного моря по данным наблюдений	88
<i>Моисеенко О.Г., Орехова Н.А., Коновалов С.К.</i> Районирование Севастопольской бухты на основе индексов состояния морской среды.....	90
<i>Соцкова Л.М., Окара И.В.</i> Конфликты природопользования на территории водосборного бассейна озера Джарылгач в Крыму.....	92
<i>Тимошенко Т.Ю., Дьяков Н.Н. Белогудов А.А.</i> Водобалансовые исследования Азовского моря	93
<i>Часовников В.К.</i> Влияние катастрофического паводка на гидрохимическую структуру прибрежной зоны Черного моря.....	95
<i>Ломакин П.Д., Чепыженко А.И., Чепыженко А.А.</i> Загрязнение прибрежных вод Крыма растворенным органическим веществом.....	96
<i>Иванов В.А., Слепчук К.А., Багаев А.В.</i> Моделирование влияния антропогенных тепловых сбросов на состояние экосистемы Севастопольской бухты.....	97
<i>Иванов В.А., Краевский К.Е., Лемешко Е.М., Прусов А.В.</i> Моделирование сценариев развития катастрофических паводков на горных реках Азово-Черноморского бассейна.....	100
<i>Котельянец Е.А., Гуров К.И., Коновалов С.К.</i> Экологические характеристики донных отложений прибрежной акватории Голубого залива (пгт Кацивели)	100
<i>Кубряков А.А., Станичный С.В.</i> Тренды уровня Черного моря и их связь с динамическими процессами в бассейне	102
<i>Белокопытов В.Н., Никольский Н.В.</i> Устойчивые антициклонические вихри у южного и западного побережья Крыма	102
<i>Алескерова А.А., Кубряков А.А., Станичный С.В.</i> Картирование субмезомасштабных процессов у побережья Крыма по спутниковым данным высокого разрешения за 1985 – 2015 гг.....	104
<i>Лемешко Е.Е., Лазоренко Д.И., Фомин В.В.</i> Визуализация результатов моделирования ветрового волнения и штормовых нагонов в прибрежной зоне Азово-Черноморского бассейна	104

<i>Баянкина Т.М., Михайлова Н.В., Пиотух В.Б., Сизов А.А.</i> Формирование квазистационарных режимов изменения уровня Черного моря в зимний период под влиянием крупномасштабной атмосферной циркуляции	106
<i>Кочергин В.С., Кочергин С.В.</i> Построение и анализ функций влияния начального поля концентрации примеси на уровень загрязнения в исследуемом районе Азовского моря	107
<i>Кочергин С.В., Кочергин В.С.</i> Использование решения сопряженных задач при моделировании распространения примеси в Азовском море ..	108
<i>Лемешко Е.М., Фомин В.В., Алексеев Д.В., Полозок А.А., Лемешко Е.Е.</i> Типизация барических полей. Идентификация условий для штормовых нагонов в прибрежной зоне Азовского моря	109
<i>Штрель М.Н., Сапрыкина Я.В., Кузнецов С.Ю.</i> Границы существования трехволновых нелинейных околорезонансных взаимодействий	110
<i>Пиотух В.Б., Зацепин А.Г., Баранов В.И., Куклев С.Б., Подымов О.И.</i> Оценка возможностей аппаратно-независимой угловой калибровки донных ADCP в ближней шельфовой зоне по генеральному направлению прибрежных течений.....	111
<i>Лемешко Е.М., Морозов А.Н., Кузнецов А.С., Шутов С.А., Зима В.В.</i> Динамика вод в прибрежной зоне Крыма по данным измерений ADCP	113

СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

<i>Архипкин В.С., Добролюбов С.А., Мысленков С.А.</i> Особенности моделирования ветрового волнения в морях со сложной конфигурацией бассейна	115
<i>Архипов В.В., Игнатов Е.И., Кокин О.В., Чистов С.В., Санин А.Ю.</i> Эволюция Тузлинской промоины после 1925 года.....	116
<i>Афанасьев В.В., Игнатов Е.И., Дробышев Ю.И.</i> Рекреационная геоморфология Сахалина.....	118
<i>Горячкин Ю.Н., Долотов В.В.</i> О естественной изменчивости пляжей Западного Крыма	119
<i>Гуров К.И., Овсяный Е.И., Коновалов С.К.</i> Особенности физико-химических характеристик донных отложений Балаклавской бухты ...	121
<i>Долотов А.В., Долотов В.В.</i> Статистический анализ пространственных изменений береговой линии пляжа пос. Любимовка	123

<i>Долотов А.В., Горячкин Ю.Н.</i> Цифровой Крым: детальный массив координат береговой линии побережья Крымского полуострова	124
<i>Дымова О.А., Маркова Н.В.</i> Реконструкция гидрофизических полей в прибрежных районах Черного моря на основе численного моделирования	126
<i>Загоскин А.Л., Игнатов Е.И., Терский П.Н.</i> Георадиолокационное зондирование и сеймопрофилирование рельефа береговой зоны морей и пресноводных водоемов	127
<i>Игнатов Е.И., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д.</i> Типизация берегов Крыма	129
<i>Исаев В.А.</i> Закрепление оползневых массивов природными атмосферными электрическими разрядами	132
<i>Краевский К.Е., Прусов А.В.</i> Моделирование экстремальных событий на малых реках Западного Кавказа на примере бассейна реки Адагум	133
<i>Крыленко В.В., Пушкарев О.В., Крыленко М.В.</i> Оперативная регистрация размывов песчаного берега с применением спутниковой системы позиционирования фирмы <i>Leica geosystems</i>	134
<i>Липченко А.Е., Дьяков Н.Н.</i> Водный баланс Черного моря	136
<i>Подымов И.С., Подымова Т.М.</i> Монацитовый песок как компонент радиологического риска пляжей Керченско-Таманских побережий	137
<i>Прыгунова И.Л.</i> Пляжи Крыма и Севастополя: от рекреационных территорий / систем до кластеров	140
<i>Романюк О.С., Морозов В.И., Горячкин Ю.Н., Долотов В.В., Рыжский М.Н.</i> ГИС «Береговая зона Крыма» как основа ведения мониторинга динамики побережья	141
<i>Рябцев Ю.Н.</i> Моделирование формирования и таяния льда в условиях зимы 2011 – 2012 гг. для прибрежных районов Керченского пролива	143
<i>Станичная Р.Р., Щурова Е.С.</i> Внутрисезонная изменчивость береговой линии Сиваша, вызванная ветровыми условиями	144
<i>Цыганова М.В.</i> Закономерности формирования гидрофронта в районе стока рек на шельфе Черного моря	145

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ПРОБЛЕМЫ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Ю. Н. Горячкин

*Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь
yngor@yandex.ru*

Крым – это всемирно известная здравница, здесь находятся многочисленные пансионаты, многопрофильные лечебные учреждения, дома отдыха и пляжи, которые пользуются заслуженной популярностью. В береговой зоне также расположены крупные порты – Севастополь, Керчь, Феодосия, Ялта, Евпатория, Черноморск. Согласно последним подсчетам, сделанным нами по спутниковым данным, длина береговой линии Черноморского побережья п-ова Крым составляет 945 км (в том числе города федерального значения Севастополь – 154 км), а Азовского побережья Республики Крым – около 230 км (в сумме это составляет 1175 км). Население Крымского федерального округа по переписи октября 2014 г. составило 2284000 человек (включая 395000 в городе федерального значения Севастополь). Почти половина населения Крыма проживает на побережье. В курортный сезон антропогенная нагрузка на побережье значительно увеличивается. Количество отдыхающих в период существования СССР неуклонно возрастало – от 300 тыс. в 1930 г. до 8,3 млн. – в 1988 г. В период нахождения Крыма в составе Украины оно изменялось от 2,2 до 6,1 млн. человек в год. В 2014 г. Крым посетили 3,8 млн. человек. В ближайшие годы их количество, видимо, не будет превышать 4 млн. в год, что связано с существенным сокращением притока отдыхающих из Украины по экономическим и политическим причинам. На наш взгляд, это скорее положительный, чем отрицательный фактор. В новых условиях появляется возможность навести порядок в береговой зоне Крыма, снизить нагрузку на окружающую среду, качественно улучшить условия отдыха и довести их до современного уровня.

Не секрет, что в настоящее время береговая зона Крыма в отдельных районах находится в неудовлетворительном состоянии. Еще относительно недавно, в середине XX в., проблема не стояла так остро. Побережье постепенно меняло свои очертания под влия-

нием штормовой деятельности, изменений уровня моря и других факторов, но оставалось устойчивой динамической системой.

В связи с бурным хозяйственным освоением береговой зоны Крыма с середины прошлого века экономические интересы вошли в конфликт с закономерной эволюцией береговых систем. Проблемы возникли не только на абразионных, но и на аккумулятивных берегах, где изъятие материала для строительных нужд привело к дефициту наносов и смене аккумулятивного режима на режим размыва. Берега на значительном протяжении стали интенсивно отступать, создавая угрозу прибрежным объектам. Существенное сокращение пляжей и ухудшение состава пляжевого материала снизили их рекреационную привлекательность. В этих условиях были разработаны проекты защиты берега. В ряде случаев в этих проектах не учитывалась специфика природных процессов, характерных для конкретных участков побережья, что привело к негативным последствиям. Кроме этого, с распадом СССР финансирование берегозащитных мероприятий резко сократилось, вследствие чего строительство некоторых объектов не было завершено, а уже построенные объекты не поддерживались в должном эксплуатационном режиме, что привело к их частичному или полному разрушению. Большинство построенных берегозащитных сооружений были рассчитаны на 25 лет службы, таким образом, формально к настоящему времени срок их эксплуатации истек, что еще больше усугубляет проблему.

С началом XXI в. на берегах Крыма развернулось бурное строительство, которое продолжается и в настоящее время, причем во многих случаях его законность вызывает большие сомнения. Возобновилась также практика добычи песка в береговой зоне, что ухудшило ситуацию. Климатическая изменчивость природных факторов, наблюдающаяся в настоящее время, безусловно, влияет на состояние береговой зоны, однако определяющим является негативное воздействие антропогенной нагрузки. Следствием этого является сокращение поступления наносов в береговую зону, из-за зарегулирования речного стока, закрытия клифов бетонными сооружениями, уменьшения популяции моллюсков. Продолжается незаконный отбор песчано-гравийного материала с пляжей. Последний такой вопиющий факт – добыча песка на насыпной дамбе озера Акташ в 2015 г. Однако, необходимо признать, что основная проблема – это непрекращающееся строительство в береговой зоне. Несмотря на существующее законодательство, строгие приказы и распоряжения,

оно не прекращается. Другая существенная проблема – нежелание административных органов взаимодействовать с научными организациями по проблеме природопользования. Отсюда отсутствие должной экспертизы проектов берегозащиты, проведение самовольной «берегозащиты» и другие отрицательные последствия. В результате на карте Крыма – множество «горячих» точек. В особенности их много в Западном Крыму. Это в первую очередь Евпатория, Береговое, Песчаное, Николаевка. В последней, из-за полного хаоса в проведении берегозащитных мероприятий, сложилась ситуация, при которой в 2015 г. из 5400 погонных метров пляжной зоны только 10 % получили разрешительные документы на пользование, остальные 90 % территории пляжа признаны аварийными с ограниченным доступом.

При строительстве берегоукрепительных сооружений Южного берега Крыма были решены многие проблемы. К положительным результатам можно отнести: уменьшение ущерба от оползневых явлений; стабилизацию и защиту от абразии берегового склона и прилегающей к нему территории суши с находящимися на ней сооружениями различного назначения или ценными природными ландшафтами; существенное расширение площади пляжей. Однако вместе с тем строительство защитных сооружений на ЮБК привело к определенному экологическому ущербу – уничтожению прибрежных морских сообществ и изменению условий среды их обитания. В результате этого прибрежная акватория ЮБК потеряла ценные виды флоры и фауны. Ранее существовавшие естественные пляжи, конечно, имели преимущества перед искусственными. Немаловажно, что определенный ущерб был нанесен и эстетической стороне. Бетонный берег на протяжении многих километров, безусловно, снижает впечатление от восприятия уникальной природы ЮБК. Нужно признать, что во многом она безвозвратно утеряна для будущих поколений. В настоящее время практически вся береговая линия (за исключением мысов) от Фороса до Алушты забетонирована, а сами берегозащитные сооружения находятся в разной стадии разрушения. В целом, к антропогенным можно отнести примерно 20 % берегов Крыма.

Проблемы береговой зоны сложные, но решаемые. На наш взгляд, основная проблема заключается даже не в финансировании соответствующих проектов, а в отсутствии желания и воли к решению накопившихся проблем. Вместе с тем, ранее или позднее проблемы придется решать, только цена решения вопроса будет всё время возрастать.

ИЗ ОПЫТА ЗАЩИТЫ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИХ БЕРЕГОВ РОССИИ

В.М.Пешков

*ОАО «Кубаньводпроект», г.Краснодар
km906@rambler.ru*

Опыт защиты черноморских берегов России имеет давнюю историю, но его итоги вряд ли можно признать удовлетворительными. Сотни бетонных бун и волноломов, десятки километров подпорных и волноотбойных стенок, сплошные наброски фигурных блоков не только не обеспечивают эффективную борьбу с абразией, а лишь усугубляют этот процесс. Как ни парадоксально, в худшем положении оказались те участки, где берегоукрепительные работы велись самое продолжительное время. Уродливые нагромождения железобетона фактически лишают смысла само понятие «морской берег». Сказанное в полной мере относится и к берегам Крыма, где долгие годы процветал порочный метод борьбы с морем «с позиции силы». Результат – ускорилась абразия коренных берегов. Большая часть бетонных защитных стенок и бун деформирована или полностью разрушена. На большом протяжении ЮБК пляжей практически нет или это узкие полосы из щебня, гальки и валунов.

В 70-х гг. прошлого столетия усилиями ряда ученых была обоснована необходимость перехода к новым прогрессивным методам защиты берегов. В известной мере это было вынужденным признанием низкой эффективности технической политики. Весьма рациональный путь решения этой проблемы был найден в Абхазии (Гагра, Пицунда и др.). Наиболее значимые проекты решались в этом регионе на основе комплексного географического подхода. Он был построен, в сущности, на дилемме: либо продолжать и дальше бессмысленную трату огромных средств и окончательно погубить берега, либо пойти по пути, который подсказан самой природой. Второй путь полностью оправдал себя. Так, всего за десять лет (1982 – 1992 гг.) в Гаграх был восстановлен пляж длиной более 18 км, а на Пицунде их ширина доведена до 80 м. При этом были полностью демонтированы гребенки бун и волноломы.

В последние годы по проектам нашего института построен целый ряд искусственных пляжей в Новороссийске Кабардинке, Геленджике, Туапсинском районе, Сочи и др. Широко применялись

искусственные отсыпки песчано-галечного материала и наносодерживающие сооружения из природного камня. Этот опыт может быть полезен при планировании такого рода работ в Крыму. Тем более что берега здесь по своему строению и современной динамике имеют много схожих черт с Черноморским побережьем Кавказа.

Среди приоритетных целей и задач решения названной проблемы для Крыма можно назвать анализ и обобщение данных по современной динамике и развитию пляжей, результатам технической политики берегоукрепления и др. Это позволит создать информационную систему (кадастр) для органов государственного управления и потенциальных пользователей, где пляжи были бы представлены не только как природное образование, но и как важный объект социально-экономической деятельности. На этой основе можно будет разработать основные мероприятия по восстановлению и созданию новых пляжей, в том числе на долгосрочную перспективу.

ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ МОРСКИХ БЕРЕГОВ КРЫМА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

М.Н.Рыжий

*ООО Центр научно-технических услуг «Инжзащита», г.Ялта
rmn42@rambler.ru*

Федеральная целевая программа «Социально-экономического развития Республики Крым и г.Севастополя до 2020 г.» предусматривает средства на проведение берегоукрепительных работ. Анализ состояния существующей берегозащиты (примерно 75 км) и необходимости инженерной защиты побережья Черного и Азовского морей показал существование ряда проблем, основные из которых приведены ниже.

1. Проблемы при *проектировании* инженерной защиты береговой полосы моря.

1.1. Отсутствие регламентирующего документа («Схема берегозащиты Республики Крым»), определяющего стратегию берегоукрепительных мероприятий, реального объема строительства (не ранжирована очередность их выполнения), типизации сооружений для отдельных участков с обоснованием эффективности предлагаемого строительства.

1.2. Отсутствие достаточной сети стационарных гидрометеорологических постов.

1.3. Отсутствие специалистов гидротехников или других строительных специальностей, знающих береговые процессы.

1.4. Отсутствие информации о разработке новых конструкций, унификации действующих и, возможно, требующих уточнения.

1.5. Отсутствие научного сопровождения выполнения работ по проектированию, строительству и эксплуатации объектов инженерной защиты.

2. Проблемы при строительстве берегозащиты состоят в том, что разрушено строительное производство, ликвидированы полигоны изготовления массивов, у многих вновь созданных организаций отсутствуют плавсредства для ведения гидротехнического строительства.

3. Проблема при эксплуатации сооружений инженерной защиты заключается в том, что в настоящее время она как таковая отсутствует вообще, т.е. не выполняются требования нормативных документов, действующих на территории Российской Федерации.

Решение этих проблем должно решаться на организационно-административном уровне путем создания при Правительстве Республики Крым Координационного совета по вопросам проектирования, строительства и эксплуатации сооружений инженерной защиты от опасных геологических явлений (оползни, абразия, подтопления).

Обратиться в Министерство образования с просьбой разработать программу и проводить целевую подготовку специалистов инженерной защиты берегов.

Разработать информационно-аналитическую систему инженерной защиты территории от опасных геологических процессов, позволяющую на базе режимных наблюдений за состоянием береговой полосы давать Правительству Республики Крым не только результаты мониторинга, но и прогнозный материал на предмет предотвращения абразий и оползней.

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ КРЫМСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ И ЗАДАЧИ ЕГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

О.С.Романюк

г.Симферополь

Отдельные сведения о Крымском побережье начали появляться в литературе с конца XIX в. (И.Ф.Левандовский, М.Крендовский, Н.А.Соколов, И.В.Мушкетов, В.А.Обручев, А.Ф.Слущкий, В.И.Вуте-чич), но планомерное его изучение началось только в 30-е гг. XX в.

(В.И.Глушков, М.И.Карбасников, П.К.Божтч, А.И.Дзен-Литовский, В.Р.Добрынин, В.С.Шустов, Н.А.Белов). С 1945 г. в Крыму работали экспедиции АН СССР под руководством В.П.Зенковича в составе А.А.Аксенова, В.Л.Болдырева, В.И.Буданова, А.В.Живаго, А.С.Ионина, Ю.С.Кашина, В.В.Лонгинова, Е.И.Невесского. Результаты этих работ были опубликованы в книгах: «Берега Черного и Азовского морей», «Морфология и динамика советских берегов Черного моря», «Основы учения о развитии морских берегов», «Динамика береговой зоны бесприливных морей».

Работы крымских организаций по изучению побережья были вызваны жизненной необходимостью: на Южном берегу Крыма работала Ялтинская инженерно-геологическая партия Крымской геологической экспедиции под руководством И.Б.Корженевского. Ялтинцам удалось доказать связь подводной и надводной частей берега и обосновать недопустимость рефулирования песка в Ялтинском амфитеатре. Затем работы партии были распространены на все побережье Крыма по программам ведения мониторинга под руководством И.Ф.Ерыша.

На Западном побережье работы начались с 1962 г. по инициативе Сакского государственного курорта в связи с разрушением пересыпи Сакского озера из-за работы Прибрежного карьера завода строительных материалов. Комиссия Крымского Совнархоза доказала необходимость закрытия карьера для сохранения Сакской пересыпи. Периодически разрабатывалась тематика по состоянию и динамике надводной части береговой полосы Крыма в Иституте минеральных ресурсов (ИМР); подводной частью занималась морская партия Крымской геологической экспедиции, однако, обобщением этих материалов никогда не занимались. В ИМР был изучен генезис крымских пляжей, определены условия развития абразии с составлением карты, прошедшие апробацию на ВДНХ Украины, составлен кадастр надводной части берегов Крыма, проведено типологическое инженерно-геологическое районирование берегов Крыма.

В начале 2014 г. совместными усилиями ученых ИМРа, Морского гидрофизического института, Противопожарного управления и Крымского федерального университета при поддержке Совета министров Крыма было предотвращено строительство глубоководного порта на Западном берегу Крыма.

Большой фактический материал локального значения за определенные периоды имеют режимные инженерно-геологические станции Министерства курортов времен СССР и противопожарные

управления. Разноплановые локальные и региональные характеристики находятся в ведении Крымского федерального университета и других ведомств.

В настоящее время максимальный объем работ по побережью проводится ФГБУН «Морской гидрофизический институт РАН» и Противооползневым управлением. Группой ведущих специалистов в настоящее время разрабатывается схема Автоматизированной базы данных (АБД) для мониторинга морского побережья.

Для продуктивного использования результатов работ различных организаций и отдельных исследователей при проектировании и строительстве в прибрежной зоне предлагаются следующие мероприятия:

- создание при патронате Совета министров Крыма постоянно действующего научно-производственного органа, включающего специалистов по различным направлениям: геолого-геоморфологическое, гидрометеорологическое и биологическое;

- разработка проектировщиками основополагающего документа, например, «Требования проектных организаций к исходным данным для проектирования гражданских и гидротехнических сооружений различных классов в прибрежной зоне»;

- обязательное участие вновь созданного Совета специалистов в рассмотрении планов и проектов по освоению и защите побережья;

- создание единой АБД по динамике Крымского побережья.

ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОСТОЯННОГО КЕРЧЕНСКОГО ТРАНСПОРТНОГО ПЕРЕХОДА

Е.И.Игнатов*, С.В.Чистов**

**Филиал МГУ им.М.В.Ломоносова в Севастополе, г.Севастополь
ign38@mail.ru*

***Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова, г.Москва*

Воссоединение Крыма с Россией, экономическая и водно-энергетическая блокада полуострова со стороны Украины требует обеспечения постоянного транспортного перехода через Керченский пролив, который занимает промежуточное положение между Крымом и Кавказом.

Керченский пролив, соединяющий Черное и Азовское моря, имеет субмеридиональное положение и неравномерную ширину. На севере между м.Храни и м.Ахиллеон со стороны Азовского моря его ширина достигает 15 км и максимальная глубина до 9,5 – 10,0 м. На юге со стороны Черного моря от м.Такиль до м.Железный Рог про-

лив имеет наибольшую ширину 21,8 км и глубину до 19 м. Самое узкое место Керченского пролива расположено между м.Павловским и северной оконечностью косы Тузла, где пролив сужается до 3,5 км, а по мелководью в пределах 2 м изобаты это расстояние составляет менее 0,8 км при глубине проходного канала 8 м. Между портами Крым и Кавказ на паромной переправе оно равняется 4,65 км при глубине 5 м.

По своему местоположению Керченский пролив в тектоническом отношении расположен в области Индоло-кубанского прогиба, обрамляющего Скифскую платформу и примыкающему к краевым структурам Горного Крыма, погружающимся на восток.

Таким образом, и Керченское, и Таманское побережья относятся к геологически единой области развития и имеют общие соответствующие этапы геологической истории и рельефообразования.

В связи с этим при проектировании строительства постоянного мостового перехода через Керченский пролив следует учитывать природные и антропогенные факторы, а также климатические особенного региона. К ним относятся: геологические (разломная тектоника, инженерно-геологические свойства, состав и мощность чехла рыхлых отложений); геоморфологические (морфоструктурный план, морфо- и литодинамика береговой зоны и дна прибрежной акватории); гидрометеорологические (гидродинамика, течения, волнение, нагоны, ледовая обстановка и цунами); экологические (загрязненность, воздействие на состав биоты и изменчивость биоразнообразия); антропогенные (археологические объекты, инфраструктура освоения прибрежной зоны, негативные последствия военных лет).

КОМПЛЕКСНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

В.В.Фомин*, Д.В.Алексеев*, Л.В.Харитонов*,
А.А.Полозок**, С.Ю.Михайличенко*

**Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
dalexeev@rambler.ru*

***Севастопольское отделение Государственного океанографического
института им.Н.Н.Зубова, г.Севастополь*

Основными факторами, которые формируют динамику береговой зоны, являются течения и ветровые волны. Эти процессы существенно влияют на обмен энергией между атмосферой и водной сре-

дой, на распространение загрязняющих веществ, на эрозию и аккумуляцию донных осадков. Моделирование данных динамических процессов в береговой зоне приводит к необходимости использования комплекса моделей. Комплексность моделирования – необходимое требование при выполнении прикладных исследований по гидрометеорологическому обеспечению проектирования гидротехнических сооружений и технологических платформ в прибрежной зоне.

Для комплексного гидрометеорологического исследования локальных акваторий авторами разработана методика совместного использования моделей ветрового волнения *SWAN*, морской циркуляции *ADCIRC* и морфодинамических процессов *XBeach*. На первом этапе работ на основе ретроспективного анализа ветрового волнения для всего Азово-Черноморского бассейна за 1979 – 2012 гг., полученного с использованием модели *SWAN* и результатов атмосферного ретроспективного анализа *JRA*, определяются статистические характеристики ветрового волнения для рассматриваемой акватории. К ним относятся средние и экстремальные высоты и периоды волн, повторяемость волн от различных направлений, повторяемость волн различной обеспеченности. Далее, для типовых полей ветра и экстремальных штормов в исследуемой акватории моделируются волны и течения на основе совместной модели *SWAN* и *ADCIRC*. При этом учитывается взаимодействие волн и течений. Полученные в результате моделирования характеристики ветровых волн и высоты нагонов используются затем в качестве граничных условий в модели *XBeach* для расчета потоков наносов и величин изменения профиля береговой линии и дна. Все модели имеют параллельные версии и реализованы на вычислительном кластере Морского гидрофизического института РАН.

С использованием разработанной методики были выполнены гидрометеорологические исследования для следующих акваторий Черного моря: Севастопольский регион (береговая зона между м.Кая-Баш и м.География; заповедник «Херсонес Таврический»; Стрелецкая бухта; Александровская бухта); Голубой залив и район Бакальской косы. В зависимости от способов хозяйственного использования участков береговой зоны, помимо общих, решались и более специфические задачи. Для района заповедника «Херсонес Таврический» рассмотрена возможность защиты памятников археологии каскадами подводных волноломов и молов. Для бухты Стрелецкой проанализированы гидродинамические условия в районе строитель-

ства Кадетского корпуса и отсыпки планируемого при нем пляжа. В Александровской бухте исследованы последствия строительства оградительного мола для яхт-клуба и выбраны оптимальные для него геометрические характеристики. В районе Голубого залива Южного берега Крыма выполнено детальное моделирование волновых характеристик в месте расположения стационарной океанографической платформы и проведено их сравнение с данными натурных измерений. Для динамически активной песчаной Бакальской косы исследованы гидродинамические условия, приводящие к размыву перешейка между ее телом и дистальной частью. Смоделирован процесс полного отделения дистальной части косы и образования из нее острова.

РЕКРЕАЦИОННАЯ ЕМКОСТЬ ПЛЯЖЕЙ КРЫМА

Е.А.Позаченюк

*Крымский федеральный университет им.В.И.Вернадского, г.Симферополь
pozachenyuk@gmail.com*

Пляжный ресурс Крыма отличается значительным разнообразием и аттрактивностью, обладает высоким потенциалом и является одним из наиболее привлекательных и востребованных ресурсов туристско-рекреационного комплекса Крыма.

В Республике Крым оборудованных пляжей – 560, в городе федерального значения Севастополь – 65 (Лозицкой, 2014). При расчете единовременной рекреационной емкости пляжей Крыма использовалась: общая протяженность береговой линии пляжей и пляжепригодных территорий – 452100 м; площадь оборудованных пляжей Крыма – 2 918 776 м², протяженность береговой линии этих пляжей – 110548 м. Данные по площади пляжепригодных территорий отсутствуют, поэтому расчётная длина береговой линии пляжепригодных территорий достигает 341552 м, с учетом коэффициента K (K – коэффициент корреляции, учитывающий природно-геологическое состояние берега, данные Схемы территориального планирования АРК, 2006), она составляет 159241,9 м, также использовалась расчетная площадь пляжепригодных территорий – 7415221 м².

В расчетах рекреационной емкости пляжных ресурсов использовался коэффициент динамики пляжей (F), отражающий прогнозные характеристики пляжей: прогноз отступления пляжа на 2030 г. (при условии, что скорость подъема уровня моря 2,3 мм/год). В дальнейших расчетах рекреационной емкости пляжных ресурсов

используем коэффициент динамики пляжей, равный $F = 1,1$. С учетом коэффициента F площадь оборудованных пляжей Крыма достигает 2 653 433 м², а расчетная площадь пляжепригодных территорий принимается 4 088 000 м² (на период до 2030 г.).

С учетом потребностей в отдыхе местного населения, не менее чем 1 000 000 м² (38 %) необходимо резервировать для рекреации местного населения (при условии 5 м² на человека). Реальная рекреационная ёмкость пляжной территории Крыма на 2014 г. составляет 331 тыс. чел., с потенциалом перспективных пляжепригодных территорий – 818 тыс. чел. она может достичь 1149 тыс. чел. единовременного пребывания на пляже.

Учитывая, что в мотивационное «ядро» туристского продукта Крыма, кроме пляжного отдыха, входит еще познавательный, культурно-исторический, лечебный и другие виды туризма, коэффициент для расчета общей рекреационной емкости можно принять даже 0,4. Т.е. на 1-го находящегося на пляже 2 – 3 человека (в среднем 2,5) будут в это же время в других местах отдыха – на экскурсии, в кафе, в гостинице и т.п.

Нормативная единовременная реальная рекреационная емкость территории Крыма в настоящее время составляет 826718 человек; единовременная нормативная емкость пляжепригодных территорий 2 044 000 чел.

Расчет пляжного туристского потока показывает, что существующие пляжи Крыма в настоящее время могут принять не более 8,3 млн. отдыхающих в год, из расчета норматива 5 м² на человека, с потенциалом при условии перспективного обустройства пляжепригодных территорий – еще 20,4 млн. человек в год, всего 28,7 млн. человек для отдыха эконом-класса. Но для достижения такого показателя необходимы не только системные исследования и капиталовложения, но и более детальные исследования целесообразности такого потока рекреантов.

В настоящее время пляжи Крыма способны принять в условиях улучшенного эконом-класса (10 м²/на чел.) не более 4,1 млн. туристов, а при комфортных (20 м²/на чел.) условиях обеспеченности пляжной территорией – не более 2,0 млн. туристов в год. Но с учетом перспективных пляжепригодных территорий (при условии их освоения) турпоток можно увеличить соответственно: 13,3 млн. чел. (всего 17,4 млн. чел.) и 6,4 млн. чел. (всего 8,5 млн. чел.).

Таким образом, в перспективе до 2030 г. развитие туристско-

рекреационного комплекса и соответствующей инфраструктуры Крыма рационально базировать на турпотоке, равном 8,3 млн. чел.

Для использования перспективной пляжепригодной полосы нужны детальные исследования ее морфологических параметров, динамики и обоснования целесообразности ее рекреационного использования. В дальнейшем необходимо оценить реальное состояние существующих оборудованных пляжей с точки зрения принятой в мировой практике их нормативного инженерного обустройства (канализационными сооружениями, системами безопасности, подготовленности персонала пляжных хозяйств и т.д.).

ДИНАМИКА ПЛЯЖЕЙ ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

В.А.Алимаев, А.А.Краснобай, Д.В.Цокоров

*Государственное казенное учреждение Республики Крым
«Противооползневое управление», г.Ялта
crppou1964@mail.ru*

Западное побережье Черного моря – один из старейших курортных регионов на полуострове Крым. На контакте Черного моря и низких, пологих равнин сформировалась привлекательная в рекреационном плане береговая полоса, изобилующая аккумулятивными и абразионно-аккумулятивными песчаными и галечниковыми пляжами, лиманами и солеными озерами, отделенными от моря пересыпями и косами. Ровные степные просторы, широкие пляжи, переходящие в эоловые формы рельефа – песчаные дюны, создают особый контраст Западного побережья Крыма, по сравнению с другими регионами. В отличие от ЮБК, где береговая линия уже давно антропогенно освоена, здесь же человек только начинает свою, очень часто разрушительную, деятельность. В связи с этим, работа по изучению и наблюдению за динамикой пляжей Западного побережья, наблюдения за состоянием берегоукрепительных сооружений, является очень важной и актуальной. Целью такой работы является не только изучение и наблюдение, но и сохранение хрупкого геологического и геоморфологического равновесия в этом регионе.

ГКУ РК «Противооползневое управление» занимается наблюдением за состоянием берегоукрепительных сооружений (БУС), но так как наличие БУС или их отсутствие напрямую влияет на динамику

пляжей, специалисты отдела натурных наблюдений и геологического отдела ГКУ РК «Противооползневое управление» (в прошлом КРП «Противооползневое управление») с 80-х гг. XX в. проводят визуальные и инструментальные наблюдения за состоянием не только берегозащиты, но и динамики пляжей. С начала XXI в. специалисты отдела натурных наблюдений проводят более детальные наблюдения за состоянием берегозащиты от с.Поповка Сакского района до с.Песчаное Бахчисарайского района. Специалисты региональных геологических постов проводят практически круглогодичный мониторинг состояния берегозащиты, динамики пляжей, ведущейся застройки и оформляют свои наблюдения в ежемесячных и годовых отчетах, куда вносятся результаты визуальных обследований, фотографический и картографический материал, фиксируются всевозможные нарушения и последствия, вызванные антропогенной деятельностью, такой как застройка береговой зоны без учета геологических и геоморфологических особенностей территории, направлений потоков наносов и господствующих ветров; несанкционированный забор пляжного материала, самостоятельное укрепление берега и т.д.

По результатам наблюдений за 2015 г., в целом не изменилась тенденция развития берега Каламитского залива, сохраняющаяся на протяжении последних десятилетий, а именно: абразия незакрепленного берега и разрушение уже построенных берегоукрепительных сооружений, устойчивая деградация аккумулятивных пляжей. Исключение составляют лишь несколько отдельных участков, приуроченных к устьям рек или достаточно крупным поперечным сооружениям. Также достаточно стабильными остаются пляжи на участке от с.Поповка до пгт Заозёрное. На набережной им. В.Терешковой в г.Евпатория продолжается развитие деформаций и разрушение. Требуется принятие мер по ремонту и восстановлению набережной. Продолжается хаотическая застройка прибрежной зоны ул.Симферопольская, ул.Терешковой 1, пер.Пляжный частными лицами и самостоятельное укрепление берега (наброски, площадки, стенки, спуски). За прошедший год на всем протяжении Сакской пересыпи зафиксировано сокращение ширины пляжа, составившее на разных участках от 1 до 5 м. Полностью разрушена незаконченная строительством берегозащита в с.Фрунзе; размывается береговой склон; активный отступающий клиф обвальноопасен, несет угрозу жизни и здоровью людей, кромка клифа находится в 6 м от построек. Регулярные наблюдения за динамикой пляжей в пгт Николаевка

позволяют сделать однозначный вывод об устойчивой деградации пляжей, особенно выраженной в южной и центральной части побережья пгт Николаевка. На данный момент общая протяженность разрушений составляет 860 погонных метров. Большинство сооружений и построек баз отдыха и пансионатов оказались под угрозой разрушения, отдельные участки были разрушены волнами в течение истекшего года. В настоящее время проводится реконструкция берегозащиты оздоровительно-спортивного комплекса КНУ им. Шевченко в с.Береговое. В с.Песчаное к настоящему времени разрушена большая часть берегоукрепительных сооружений, оставшиеся сооружения находятся в аварийном состоянии. В местах разрушения берегоукрепительных сооружений происходит формирование естественного пляжа, материалом для которого служат грунты размываемого берегового склона, что означает неизбежную и довольно значительную потерю территорий и разрушение всех сооружений и построек на этих территориях.

Необходимо комплексное проектное решение по восстановлению разрушенных БУС в пгт Николаевка и в с.Песчаное, а также создание новой берегозащиты на незакреплённых участках. Создание берегозащиты на отдельных локальных участках, дав лишь временный положительный эффект для этих участков, может оказать весьма негативные последствия для соседних и даже удалённых участков; именно поэтому вопрос защиты побережья должен решаться в масштабах побережья населённых пунктов целиком, с учётом условий единой системы, каковой является Каламитский залив. Кроме того, сохраняется опасность для жизни и здоровья людей при их пребывании на разрушенных и аварийных БУС в с.Песчаное и в пгт Николаевка; серьёзную и реальную угрозу представляют также клифы на абразионных участках берега в этих населённых пунктах, а также в с.Фрунзе, с.Береговое, с.Угловое, где происходят внезапные обрушения больших масс грунта.

Учитывая вышесказанное, в своей работе мы попытаемся показать, на основе собственных наблюдений, динамику пляжей Западного побережья Чёрного моря, современное состояние берегоукрепительных сооружений, осветить проблемы, вызываемые необдуманной антропогенной деятельностью, и таким образом внести свой вклад в сохранение и рациональное развитие этого уникального региона.

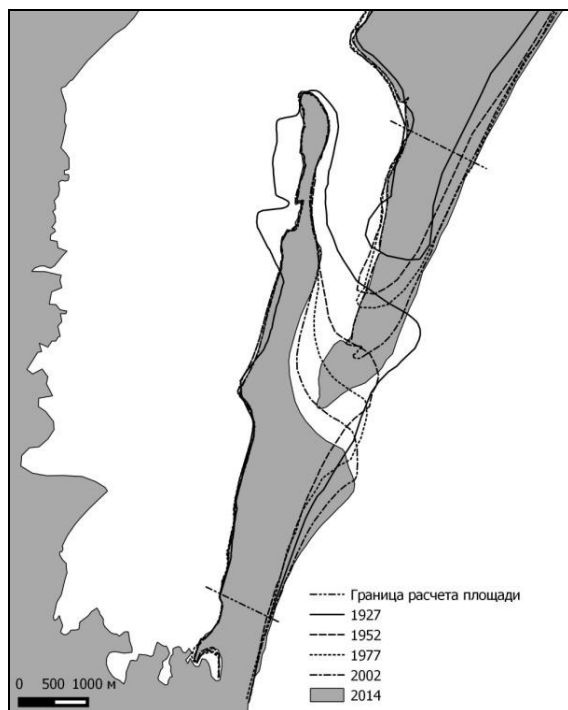
МОРФОЛИТОДИНАМИКА ЛАГУННЫХ ПРОЛИВОВ, МОДЕЛЬ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ДИСТАЛЬНЫХ ОКОНЧАНИЙ АККУМУЛЯТИВНЫХ ФОРМ

В.В.Афанасьев, А.В.Уба

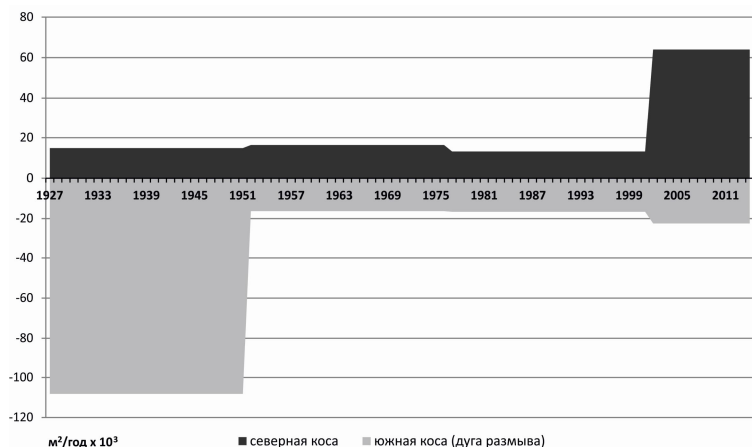
*Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г.Южно-Сахалинск
vvasand@mail.ru*

Объектом данного исследования являются проливы северо-восточного Сахалина, соединяющие лагуны (Пильтун, Чайво, Ныйво, Набиль, Лунский) и Охотское море. Проливы (за исключением лагуны Набиль) рассекают песчаную аккумулятивную форму типа берегового барьера на южный и северный сегменты (косы).

На основе картографической информации и анализа материалов дистанционного зондирования по всем пяти проливам проанализированы тенденции развития береговой системы, включающей лагуну и пересыпь, причем для последних пятнадцати лет проанализированы ежегодные данные (рис.).



a



б

Р и с. Изменение контура береговой линии (а) и площади аккумулятивного тела (б) в районе пролива, соединяющего лагуну и Охотское море (на примере лагуны Чайво).

Наблюдаемые изменения береговой линии и миграция проливов объясняются изменениями вдольберегового потока наносов.

На основании анализа результатов георадарной съемки и данных бурения пересыпи предложена модель миграции системы пролива. Рассмотрен механизм перемещения дистальных окончаний и сделан вывод о возвратно поступательном, циклическом развитии кос.

ГАЛЕЧНЫЕ ПЛЯЖИ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ БЕРЕГОЗАЩИТЫ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Н.А.Ярославцев, В.А.Петров, Р.М.Тлявлин, Г.В.Тлявлиная

*Филиал ОАО ЦНИИС «НИЦ «Морские берега», г.Сочи
TlyavlinaGV@Tsniiis.com*

Неудовлетворительное состояние пляжей и развитие рекреационных зон определяют восстановление утраченных и отсыпку новых пляжей. Значительная протяженность Черноморского побережья Крымского п-ова и приглубость берегов потребуют значительных объемов отсыпаемого материала. В этих условиях для создания пляжей целесообразно использовать крупнообломочный материал. Так как практически все побережье Крымского п-ова является рекреационной зоной, то для создания пляжей необходимо ис-

пользовать гравийно-галечный материал соответствующей крупности и окатанности.

Изрезанность береговой линии обуславливает возможность создания пляжей без применения пляжеудерживающих сооружений. На флангах бухт и на мысах устойчивость галечных пляжей должна обеспечиваться пляжеудерживающими сооружениями.

Как показывает практика, рекреационные галечные пляжи в большинстве своем не являются полнопрофильными. Только защита особо ценных территорий должна обеспечиваться пляжами полного профиля.

Опыт прошлых лет свидетельствует о возможности создания устойчивых галечных пляжей с применением пляжеудерживающих сооружений даже в очень жестких волновых условиях Крымского берега.

Существующие нормативные документы не в полной мере отвечают требованиям практики по расчету создаваемых галечных пляжей, особенно не полного профиля, что требует дальнейшего их усовершенствования.

Успешное решение задачи восстановления и расширения рекреационных пляжей на Крымском побережье возможно только при надежной оценке природных условий и тщательной проработке проектных решений, включая проверку на гидравлических моделях.

СЕКЦИЯ «МОРСКИЕ БЕРЕГА»

КАМЕННО-НАБРОСНЫЕ СООРУЖЕНИЯ В ПРАКТИКЕ БЕРЕГОЗАЩИТЫ

Р.М.Тлявлин, Г.В.Тлявлиная, Н.А.Ярославцев, В.А.Петров

Филиал ОАО ЦНИИС «НИЦ «Морские берега», г.Сочи
TlyavlinaGV@Tsniiis.com

В мировой практике защиты берегов от волнового воздействия набросные сооружения из камня нашли широкое применение, как обладающие хорошей волногасящей способностью и максимально вписывающиеся в природный ландшафт. В защите Российских берегов эти сооружения применяются крайне редко. Это объясняется отсутствием карьеров и соответствующей механизации. В последние два десятилетия для защиты железнодорожного полотна на участке берега от Туапсе до Адлера в комплексе с пляжами стали широко использоваться каменно-набросные бунны и бермы, прикрывающие подпорно-волноотбойные стены. Гидравлические исследования на пространственных моделях в волновых бассейнах и опыт эксплуатации возведенных набросных сооружений показывает, что каменно-набросные бунны, возведенные по расчетам, заложенным в нормативные документы, устойчивы к волновому воздействию.

Возведенные бунны показали себя как хорошие пляжеудерживающие сооружения, в межбунных отсеках которых формируется пляж в виде плавной дуги, что связано с гашением волн по пористым граням бун, в отличие от монолитных бетонных, где высота волн у наветренных граней увеличивается и это приводит к перекосу контура пляжа в пределах межбунных отсеков.

В то же время нарушения, допущенные при строительстве, основными из которых являются несоответствие массы и формы отдельных камней, несоответствие уклонов головных частей и боковых граней бун, навал камня вместо его укладки, приводят к быстрому разрушению каменно-набросных бун, особенно их головных частей и засорению прилегающей территории пляжа. Другим негативным явлением, приводящим к отрицательному отношению к набросным бунам, является мнение, что возведенная буна должна защищать берег от волнового воздействия. Однако, любая буна, в т.ч. и каменно-набросная, является пляжеудерживающим сооружением, а не берегозащитным.

Ее функция – удерживать пляж. К сожалению, часто про отсыпку пляжа забывают, и возведенные каменно-набросные буны одиноко стоят, уродуя береговой ландшафт, особенно в курортных зонах

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТОКОВ НАНОСОВ У БЕРЕГОВ ЗАПАДНОГО КРЫМА

В.Ф.Удовик, Ю.Н.Горячкин

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
udovik126@bigmir.net*

Наблюдающееся в течение последних лет активное освоение побережья Западного Крыма ориентировано, в первую очередь, на использование рекреационной составляющей ресурсного потенциала данного региона. Наиболее важными показателями инвестиционной привлекательности любого участка побережья являются возможности использования существующих либо создания искусственных пляжей, а также возможности размещения рекреационных объектов на незначительном удалении от береговой черты.

В условиях дефицита бюджета наносов, изменения морфометрических характеристик пляжей и положения береговой линии на большинстве участков побережья Западного Крыма в значительной степени определяются вдольбереговым перемещением объемов прибрежно-морских наносов, представленных преимущественно песчаным и песчано-гравийным материалом [1, 2]. Основные представления о динамике наносов у берегов Западного Крыма базируются на схеме, отображающей генеральное направление вдольбереговых потоков наносов [1], и результатах исследования основных закономерностей структуры и динамики берегов в данном районе [2].

В связи с этим, возрастает актуальность проведения исследований, направленных на обновление и детализацию информации о динамических процессах, происходящих в береговой зоне Западного Крыма на современном этапе ее развития.

В работе представлены результаты исследования параметров вдольбереговых потоков наносов на участке побережья от м.Урет на севере до устья р.Бельбек на юге. Расчеты направления и интенсивности вдольбереговых потоков наносов проведены на базе ветро-энергетического метода [3], который посредством эмпирической зависимости устанавливает связь непосредственно между энергией

ветра, передаваемой водной среде, и интенсивностью перемещения наносов, и позволяет осуществлять оперативную оценку характеристик движения и интегрального перемещения наносов при различных сценариях ветро-волнового воздействия для участков береговой зоны, имеющих значительную протяженность.

На основе результатов расчетов получены оценки характера перераспределения объемов наносов при различном направлении штормового ветра и проведен анализ межгодовой и сезонной изменчивости параметров потоков наносов в течение современного климатического периода в дополнение к результатам, приводимым в [4]. Выделены наиболее вероятные границы достаточно обособленных литодинамических ячеек, формирующихся в пределах литодинамических систем, существующих у берегов Западного Крыма. Определено положение участков береговой зоны, предрасположенных к интенсивному размыву в результате прохождения отдельного шторма с преобладающим направлением ветра заданного диапазона.

Полученные результаты позволяют уточнить и детализировать схемы вдольберегового перераспределения объемов наносов на современном этапе развития литодинамических систем, определяющих динамику берегов Западного Крыма, и могут быть использованы при планировании мониторинговых исследований, подготовке к проведению численного моделирования с использованием литодинамических моделей высокого уровня, а так же разработке проектов берегозащиты и строительства гидротехнических сооружений.

1. *Зенкович В.П.* Берега Черного и Азовского морей.– М.: Географиздат, 1958.– 371 с.
2. *Шуйский Ю.Д.* Основные закономерности морфологии и динамики Западного берега Крымского полуострова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005.– вып.13.– С.62-72.
3. Руководство по методам исследований и расчетов перемещения наносов и динамики берегов при инженерных изысканиях.– М.: Гидрометеиздат, 1975.– 240 с.
4. *Удовик В.Ф., Горячкин Ю.Н.* Межгодовая изменчивость вдольберегового потока наносов в береговой зоне Западного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2013.– вып.27, т.1.– С.363-368.

КАРБОНАТНАЯ ПОСТРОЙКА ЛАСПИНСКОЙ БУХТЫ КАК ПРИРОДНЫЙ ВОЛНОЛОМ

В.И.Лысенко*, Н.В.Шик**

**Филиал МГУ им.М.В.Ломоносова в Севастополе, г.Севастополь*

***ГБОУ ДО «Севастопольский центр туризма, краеведения,
спорта и экскурсий», г.Севастополь
shik.n@bk.ru*

Проблема сохранения берегов от штормовых размывов привела научную мысль к идее искусственных рифов. Существенным недостатком многих проектов является невозможность придать техногенным конструкциям функцию самовосстановления, которая присуща коралловым рифам в природе. В этом отношении является интересным существование современных карбонатных построек в подводной части пляжной зоны Ласпинской бухты. Они образовались на глубинах 1,5 – 2,2 м на месте площадного очага холодной дегазации углеводородов. Состав газов определялся в лаборатории отдела радиационной и химической биологии ИнБЮМа (аналитик – Малахова Т.В) и показал наличие не только метана, но и тяжелых углеводородов (C_2H_6 , C_3H_8) [1]. Это свидетельствует о глубинном характере дегазации. Точечные выходы газа находятся на расстоянии от 10 до 60 м от линии берега и приурочены к абразионной террасе, сложенной породами таврической серии (ТЗ – J1), сверху прикрытой мало-мощным (0,5 – 1,5 м) чехлом песчано-галечниковых отложений. Большинство выходов пузырьков газа приурочены к поверхности двух скальных подводных валов, которые при геологическом опробовании оказались современными обломочно-карбонатными постройками (ОКП), сложенными гравийно-галечниковым конгломератом. Постройки имеют протяженность 15,0 м, ширину 5,0 – 8,0 м; характеризуется полого-наклонной поверхностью в сторону открытого моря и крутым (до 80°) уступом со стороны берега. Над уровнем дна постройки возвышаются на 0,7 и 0,3 м соответственно. Валу вытянуты параллельно простиранию береговой линии (северо-запад), то есть повторяют направление, характерное для тектонических разломов данного региона.

Большая часть поверхности ОКП покрыта кустиками водоросли цистозиры, местами – слизью (предположительно, желеподобными матами) серовато-розового цвета. Далее находятся конгломераты и гравелиты на карбонатном цементе. Цемент базальный, контактно-

поровый. Часть пленочного цемента представлена волокнистым арагонитом белого цвета, возможно, бактериального генезиса. Эти отложения имеют слабовыраженную слоистость, повышенную пористость и содержат большое количество мелких створок моллюска митилястера, трубок червей семейств серпула (*Serpulidae*), спирорбис (*Spirorbidae*). Литологический состав обломочного материала соответствует составу галечников пляжа.

Указанный выше видовой состав бентосных животных является видимым компонентам своеобразного биоценоза, который сформировался на месте дегазации метана в бухте Ласпи, первым звеном пищевой цепочки которого являются метанотрофные бактерии. В отличие от классических карбонатных построек, исследованных в разных частях Мирового океана [2], осаждение карбонатов, скрепляющих донный обломочный материал Ласпинской бухты, происходит в аэробной среде. Формирование аутигенных минералов является сложным химико-биологическим процессом, основным условием его проявления в очагах разгрузки флюидов является присутствие микробиологических сообществ. Кристаллизация карбонатов в конечном итоге приводит к «мгновенному» образованию конгломерата в виде скального массива, который можно отнести к типу бескаркасных рифов. Обладая высокой устойчивости к абразии (2 класс по классификации Ю.Д.Шуйского), постройки хорошо противостоят волнам, хотя находятся в зоне максимального воздействия волн. Отдельные разрушения массивов, которые происходят в ходе осенне-зимних штормов (на это указывают находки их обломков на берегу) быстро «залечиваются» к летнему периоду наблюдений биотой. Несмотря на слабую выраженность в рельефе дна, ОКП оказывают заметное влияние на перераспределение вдольбереговых потоков и формируют вокруг себя песчаную фацию донных отложений, то есть выполняют функцию продольных волноломов.

1. Лысенко В.И., Шик Н.В. Газовый состав современной дегазации и процессы образования «карбонатной постройки» в подводной части пляжной зоны бухты Ласпи (южный берег Крыма) // Электронный журнал «Глубинная нефть». – 2014. – т.2, № 5. – С.723-738.
2. Шнюков Е.Ф., Коболев В.П., Пасынков А.А. Газовый вулканизм Черного моря. – К.: Логос, 2013. – 283 с.

ОПЫТ СОЧИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛЯЖЕЙ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Т.А.Волкова, В.В.Воронина, В.В.Миненкова, А.А.Филобок

*ФГБОУ ВПО Кубанский государственный университет, г.Краснодар
escongeo@mail.ru*

Совершенно определенно можно сказать, что теперь, после подготовки и проведения Олимпиады-2014, город-курорт Сочи в своем развитии стремится руководствоваться принципами устойчивого развития (Sustainable development), давно уже ставшими ориентирами для городов и поселений в мире, что предполагает гармоничное экономическое, экологическое и социальное развитие, в том числе и в пользу будущих поколений.

Олимпийский девелопмент во многом руководствовался этими подходами, поскольку это требование МОК, а повсеместное освоение и внедрение экологических технологий и принципов стало для Сочи дополнительным мощным привлекательным фактором, а также хорошей экономической базой и основой бизнеса. Олимпийский проект позволил дать старт «зеленому строительству», испытать на крупных объектах саму идеологию этого процесса.

Подготовка к Олимпиаде в значительной мере позволила разработать экологически эффективные решения при олимпийском строительстве для поощрения компаний, применяющих инновационные методики в сфере охраны окружающей среды [1].

В 2015 г. в Сочи открылся первый искусственный песчаный пляж площадью 2,5 га. Для этого в город-курорт доставили около 11 тыс. т песка – 160 железнодорожных вагонов. Пляжный клуб «Имеретинский» расположился на площади равной почти трем футбольным полям – 2,4 га и способен одновременно разместить около 900 отдыхающих. Пляж курортного района включает в себя две площадки: прибрежную и основную. Прибрежная часть рассчитана на 200 отдыхающих, расположена непосредственно у моря, оборудована шезлонгами, зонтами и пунктом дежурного спасателя. Основная территория пляжного клуба расположена в 30 м от береговой линии и разбита на два уровня. Нижняя терраса включает в себя входную зону, детские, спортивные и танцевальные площадки, на верхней расположены кафе, площадки для отдыха на 700 шезлонгов с солнцезащитными зонтами и зона повышенного комфорта с отбельным сервисом и услугами, включая джакузи.

Значительную роль играет техногенное воздействие на природную среду. Наиболее опасными являются подрезки склонов, особенно оползневых, а также пригрузки отсыпными грунтами или сооружениями головных частей оползней. Освоение побережья для хозяйственной деятельности требует ежегодно больших затрат из бюджета на осуществление берегозащитных и противооползневых мероприятий. Строительство берегозащитных сооружений, подпорных стен, срезка и уположивание склонов часто приводит к нарушению естественного ландшафта побережья [2].

Конечно же, город-курорт Сочи – уникальный случай, когда в небольшую территорию вкладывается столько средств, но большее значение имеет, прежде всего, постолимпийское наследие, которое на практике доказало свою эффективность и экологическую составляющую. Поэтому для сохранения и восстановления пляжей Крымского п-ова использование опыта города-курорта Сочи в решении этих проблем имеет важное значение.

1. Беликов М.Ю., Рябошапко В.П., Филобок А.А., Пшедаток А.Ю. Приморский горноклиматический город-курорт Сочи: взаимосвязь экологических проблем и олимпийского строительства // Всерос. научн.-практ. конф. «Современные города: проблемы и перспективы развития». – Владикавказ: Изд-во СОГУ, 2013. – С.181-188.
2. Чистяков В.И., Филобок А.А. Устойчивое развитие городов Азово-Черноморского побережья России в новых геоэкономических условиях: Монография. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2008. – 308 с.

МЕТОДИКА МНОГОУРОВНЕНОГО ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЧЕРНОГО МОРЯ

А.А.Пасынков

*Крымский федеральный университет им.В.И.Вернадского,
Таврическая академия, г.Симферополь
anatoly.pasynkov@yandex.ua*

Система «мониторинга» как система получения необходимой информации была предложена в 1971 г. экспертами специальной комиссии СКОПЕ (Научный комитет по проблемам окружающей среды) и утверждена Стокгольмской конференцией ООН по окружающей среде «Рекомендации глобального фонда по окружающей среде ООН по программе мониторинга Черного моря».

Система комплексных геоэкологических исследований охваты-

вает все компоненты морских экосистем: аэральные, аквальные, геолого-геоморфологические, газовые, гидробиологические (зоо- и фитопланктон, зоо- и фитобентос).

Одними из первых методических разработок системы геоэкологического мониторинга в Азово-Черноморском регионе были работы по Программе «Аэрокосмический мониторинг геологической среды побережья Черного и Азовского морей», результаты проведения которого были представлены в 90-х гг. прошлого века на международном симпозиуме «Геоэкологический мониторинг и проблемы геоэкологии Балтийского и Черного морей» (Л., 1990).

Уже тогда учитывалась необходимость проведения многоуровневого комплексного геоэкологического мониторинга, сочетавшего в себе региональный, локальный и объектовый уровни мониторинга.

Региональный уровень мониторинга охватывает значительные площади прибрежно-морских территорий или значительные области акваторий морей. На этом уровне применяются материалы космических спектрзональных съемок высокого разрешения и высокой степени генерализации ландшафтных и геолого-геоморфологических объектов, а также инфракрасные снимки, дающую картину распределения морских течений, термохалинной структуры морских вод, важнейших гидрофизических характеристик и площадных ареалов загрязнения гидросферы. Одновременно с дистанционными исследованиями на созданных полигонах выполняются комплексные экспедиционные исследования: геолого-гидрофизические, гидробиологические, гидрохимические, литодинамические, гидрологические и др.

Примером геоэкологического мониторинга этого уровня служила организация и проведение геоэкологического и гидрофизического мониторинга на Дунайском взморье в районе о-ва Змеиный.

На локальном уровне мониторинга к геоэкологическим исследованиям привлекаются материалы более крупномасштабных космических съемок и разномасштабные аэрофотоснимки, дающие представление об экологическом состоянии отдельных локальных площадей акваторий, в связи с необходимостью решения определенной задачи (возведение особо ответственных зданий и сооружений (портов, хозяйственных зон, трубопроводов и др.). Параллельно проводятся комплексные морские экспедиционные исследования, в отдельных случаях сопровождающиеся гидроакустическим профилированием морского дна для создания объемной карты рельефа.

Детальный уровень мониторинга выполняется на отдельных объектах, ответственных за локальное загрязнение окружающей среды и требующих постоянного экологического контроля (буровые платформы, трассы нефтегазопроводов, коммуникационные линии, портовые сооружения и др.). В состав работ также входят геоэкологические комплексные исследования. Исследования могут сопровождаться спутниковыми дистанционными наблюдениями за климатическими характеристиками водных масс.

ВОЗМОЖНЫЙ ВАРИАНТ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛЯЖЕЙ ЕВПАТОРИИ

Л.В.Харитонова, Д.И.Лазоренко,
Ю.Н.Горячкин, В.В.Фомин

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
lukharitonova@rambler.ru*

В результате нерационального хозяйствования в прибрежной зоне г.Евпатория произошло резкое снижение её рекреационных свойств: отступление береговой линии (в отдельных районах до 30 м) [1]; сокращение общей площади пляжей в черте города (на 100 000 м² с 1986 по 2009 гг.) [2]; исчезновение песка на некоторых участках берега; резкое увеличение содержания обломков известняка различной степени окатанности в составе пляжного материала.

В [2] подробно проанализированы исторические изменения береговой линии в районе Евпатории и показаны основные причины деградации пляжей. Наибольшее влияние на изменчивость береговой линии оказало гидротехническое строительство. В 1968 – 1972 гг. в центре города была построена бетонная набережная длиной 1,8 км, после чего пляжи в центре города полностью исчезли. Затем в 1979 г. на мысе Карантинный был построен мол длиной 200 м. Существовавшая ранее миграция наносов изменилась, и с восточной стороны мола образовалась обширная отмель. Для поддержания постоянной глубины (– 5,4 м) стали производиться дноуглубительные работы. После этого к западу от портового мола береговая линия начала интенсивно отступать. В настоящее время пляжи этого района города являются наиболее проблемными.

Актуальность работы вызвана тем, что существует проект углубления акватории Евпаторийского порта до отметки – 7,2 м с объемом выемки 300 000 м³ с последующим перемещением грунта. Поэтому знание особенностей движения наносов и определение оптимального положения берегозащитных сооружений имеет большое практическое значение.

Расчеты изменения береговой линии проводились с помощью модели *GENESIS* [3], которая предназначена для долгосрочных прогнозов с заблаговременностью в несколько лет. Модель позволяет учитывать подсыпки пляжного материала, берегозащитные и портовые сооружения, такие как буны, молы, волноотбойные стенки, отдельностоящие волноломы, пропускание песка волноломами, молами, дифракцию волн на длинных молах и отдельностоящих волноломах, волны различной высоты, направления и периода, изменение градиента высоты волн вдоль берега.

Результаты моделирования изменений береговой линии показали, что применение бун в качестве берегозащитных сооружений приведет к размыву пляжа в отдельных районах до волноотбойной стенки, а использование подводных отдельностоящих волноломов, наоборот, приведет к накоплению песка на защищенных ими участках пляжа.

1. Горячкин Ю.Н., Харитонов Л.В. Изменения береговой линии Крыма по спутниковым данным // Причерноморский экологический бюллетень «Состояние и проблемы береговой зоны морей Украины». – Одесса, 2010. – вып.1. – С.122-129.
2. Горячкин Ю.Н., Долотов В.В. Изменения береговой линии аккумулятивных берегов Западного Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – вып.25, т.1. – С.8-18.
3. Hanson H. GENESIS – A generalized shoreline change model for engineering use, Report No. 1007 // Department of Water Resources Engineering, University of Lund. – Lund, 1987.

ВОЛНОВОЙ КЛИМАТ ЧЕРНОГО МОРЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 25 ЛЕТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Р.Д.Косьян, Б.В.Дивинский

Южное отделение

*Института океанологии им.П.П.Ширшова РАН, г.Геленджик
rkosyan@hotmail.com*

Поверхностное ветровое волнение является одним из основных факторов, определяющих развитие морского транспорта, освоение шельфа, динамические процессы в береговой зоне моря и оказывающих влияние на береговую инфраструктуру, экологию и рекреационный потенциал. В этой связи важной задачей является анализ штормовой активности на акватории Черного моря, а также выявление климатических тенденций в межгодовых колебаниях доступной волновой энергии.

Основной метод исследований – математическое моделирование. Используется спектральная волновая модель *DHIMIKESW*, разработанная в Датском Гидравлическом институте [1]. Модель адекватно воспроизводит фазы развития, трансформации и затухания ветрового волнения.

Краткая характеристика модели.

1. Исходные данные. Поля приземного атмосферного давления, а также горизонтальные компоненты скорости ветра, полученные из массива данных глобального атмосферного реанализа *ERA-Interim* (Европейский центр среднесрочных прогнозов, <http://apps.ecmwf.int>). Пространственное разрешение составляет $0,25^\circ$, шаг по времени 3 ч.

2. Учитываемые физические факторы: диссипация вследствие обрушения, забурунивания и донного трения; четырех- и трехволновое взаимодействие; дифракция (аппроксимативно).

3. Выходные расчетные параметры (с 1990 по 2014 гг. дискретностью 1 ч):

– пространственные распределения высот волн (значительных и максимальных), средних периодов, периодов максимума спектра, направления волнения, а также мощности ветрового волнения (рис.);

– двумерные (частотно-направленные) спектры ветрового волнения.

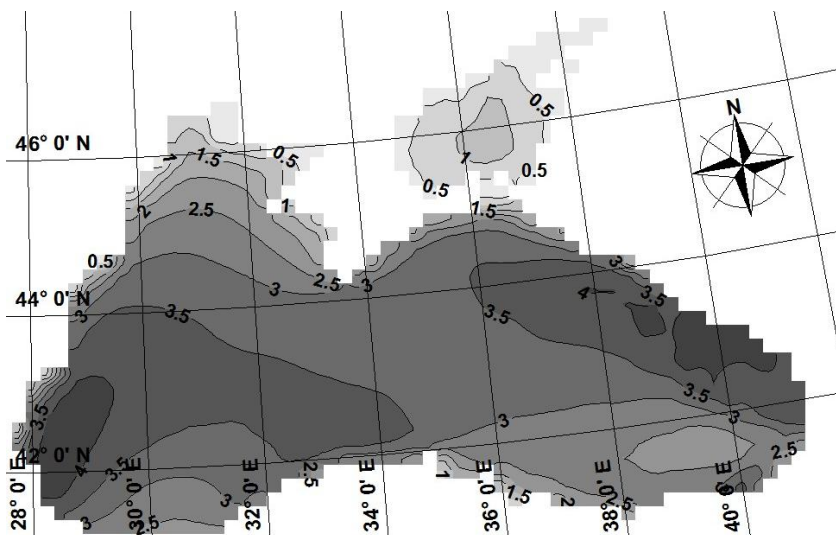


Рис. Осредненная за 25 лет (1990 – 2014 гг.) мощность поверхностного ветрового волнения, кВт/м.

Модель верифицирована по данным прямых инструментальных наблюдений за параметрами ветрового волнения.

В результате проведенных исследований получены оценки климатических колебаний доступной волновой энергии на акватории Черного и Азовского морей и проанализированы тренды в штормовой активности. По сравнению с другими акваториями Мирового океана волновая активность Черного моря является довольно умеренной. Несмотря на то, что в отдельных штормах мощность ветрового волнения может достигать 600 кВт/м, средние показатели составляют порядка 3 – 4 кВт/м. Главный вывод: за последние 25 лет среднегодовая штормовая активность на Черном море выросла на 10 – 15 %. Этот рост обеспечивается, в основном, увеличением вклада со стороны умеренных (не экстремальных) штормов восточных направлений. Вклад зимних сезонов наиболее существенен для западных районов, в восточной части Черного моря в рамках годового цикла возрастает влияние летних месяцев.

1. DHI Water & Environment. MIKE 21, Spectral Wave Module, 2007.

ШТОРМОВЫЕ НАГОНЫ И ЗАТОПЛЕНИЕ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В.В.Фомин*, Д.И.Лазоренко*,
Д.В.Алексеев*, А.А.Полозок**

**Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь
d.lazorenko.dntmm@gmail.com*

***Севастопольское отделение Государственного океанографического
института им.Н.Н.Зубова, г.Севастополь*

В [1] была реализована технология численного моделирования штормовых нагонов и ветрового волнения в Азовском море на неструктурированных сетках, использующая совместную модель SWAN + ADCIRC [2]. Валидация модели показала [1], что она адекватно описывает измеренные вариации уровня Азовского моря. При этом основной вклад в формирование вариаций уровня вносят поверхностные напряжения. Показана важность выбора оптимального значения коэффициента донного трения для правильного воспроизведения максимальных подъемов уровня.

Цель данной работы – адаптация модели SWAN + ADCIRC для расчетов затопления прибрежных территорий мелководных акваторий и исследование на ее основе механизмов возникновения наводнений в дельте Дона.

Для проведения модельных расчетов была построена неструктурированная расчетная сетка Азовского моря с треугольными ячейками (~ 178 тыс. узлов), которая подробно описывает батиметрию и топографию дельты Дона. Жидкая граница расчетной сетки проходит через северо-восточный шельф Черного моря. Уровень моря на этой границе определяется из решения задачи для всего Азово-Черноморского бассейна на грубой сетке.

В качестве форсинга задавался однородный по пространству ветер разных направлений. На основе численных экспериментов получены оценки оптимальных значений минимальной глубины и минимальной скорости течений в алгоритме осушки-затопления. Проанализировано влияние параметра шероховатости Маннинга на придонные касательные напряжения трения. Определено оптимальное значение дисперсионного параметра в численной схеме для уравнения неразрывности.

Проведенные численные эксперименты показывают, что сочетание сильных штормовых нагонов, обусловленных устойчивыми

западными и юго-западными ветрами, и возникающих на их фоне интенсивных ветровых волн является главной причиной возникновения наводнений в дельте Дона.

Полученные в работе результаты могут быть использованы для создания системы оперативного прогноза наводнений и для оценки рисков чрезвычайных ситуаций в Азовском море и Керченском проливе.

Модельные расчеты проводились на вычислительном кластере МГИ и суперкомпьютере МГУ «Ломоносов».

Работа выполнялась при финансовой поддержке РФФИ (грант 15-05-06382 А).

1. *Fomin V.V., Polozok A.A., Kamyshnikov R.V.* Wave and Storm Surge Modelling for Sea of Azov with Use of SWAN + ADCIRC // Geoinformation Sciences and Environmental Development: New Approaches, Methods, Technologies. Collection of articles of the II International conference (May 5–9, 2014. Limassol, Cyprus).– Rostov-on-Don: Publishing house SSC RAS, 2014.– P.111-116.
2. *Dietrich J.C., Zijlema M., Westerink J.J., Holthuijsen L.H., Dawson C., etc* Modeling Hurricane Waves and Storm Surge using Integrally-Coupled, Scalable Computations // Coastal Engineering.– 2011.– v.58, iss.1.– P.45-65.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ВОЛНЕНИЯ В ЦНИИ «ЭЛЕКТРОПРИБОР»

Д.Г.Грязин

АО «Концерн «ЦНИИ «Электронприбор» г.Санкт-Петербург
gdg@mt.IFMO.ru

Задача защиты прибрежных объектов от воздействия морских волн непосредственно связана с прогнозированием их интенсивности. Годовое и сезонное прогнозирование волнения в заданном районе позволяет как создавать необходимые защитные сооружения, так и принимать своевременные меры, направленные на достойное содержание прибрежных объектов. Качество прогнозов интенсивности морского волнения зависит от повседневных наблюдений с помощью инструментальных средств. Приводятся описания методик прогнозирования волнения на основе информации от разнородных источников, указывается, что наиболее точный прогноз можно выполнить с применением измеренных параметров волнения.

Наибольшее распространение в мире, для целей наблюдения, получили волномерные буй (ВБ). В настоящее время большая часть мирового рынка ВБ занято голландской компанией *Datawell BV*, выпускающей приборы серии *Waverider*. В России серийный выпуск ВБ был прекращён в 90-х гг. прошлого столетия. Однако в последнее время интерес к подобным приборам вновь оживился. В 2012 г. Минпромторгом РФ была заказана ОКР «Шторм», в рамках которой предполагалось в том числе создание отечественного серийного ВБ. Конкурс на эту ОКР был выигран ЦНИИ «Электроприбор». В связи со значительным развитием за последние годы микромеханических технологий, ВБ был создан на основе микромеханического инерциального модуля. Применение подобных модулей является очевидным путём развития, по которому, судя по публикациям, уже пошли некоторые европейские разработчики. Микромеханические гироскопы и акселерометры имеют низкую точность, однако в случае использования в алгоритме работы ВБ постобработки, точность измерений может быть существенно повышена.

В докладе обосновываются основные технические решения, положенные в основу работы прибора.

Отдельные исследования были посвящены кинематическим параметрам качки буйа на взволнованной поверхности моря. Следует отметить, что первичным преобразователем ВБ является непосредственно буй. От того, насколько он будет хорошо отслеживать профиль возвышений и ординаты волнового склона, зависит выработка параметров движения буйа его измерительным модулем. При проектировании были экспериментально получены гидродинамические коэффициенты и подобраны массо-габаритные характеристики ВБ таким образом, чтобы погрешности измерений были минимальными. Амплитудно-частотные характеристики буйа определялись в опытовом бассейне.

Приводятся технические характеристики ВБ «Шторм» и результаты его натурных исследований, проводившихся в 2014 г. в Экспериментальном отделении Морского гидрофизического института. Результаты натурных исследований позволяют судить о высоком качестве выполненной разработки

ВОЛНОГАШЕНИЕ ПЛАВУЧИМ ОСТРОВОМ СОБЕРЕНГО (РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ)

С.В.Джамаль*, Д.Ю.Несин**

**частный предприниматель, г.Севастополь
jamal006@mail.ru*

***Севастопольский государственный университет, г.Севастополь
DanielNesin@mail.ru*

Морские берега очень изменчивы, даже один сильный шторм способен срезать огромную площадь суши, размывать пляж, разрушить береговые постройки. Существующая система берегозащиты Черноморского побережья в последнее десятилетие практически не реконструировалась, не строились современные берегозащитные сооружения, в связи с чем возникла необходимость анализа состояния существующих сооружений, и разработка современных мероприятий по защите берегов от воздействия внешних факторов окружающей среды.

Существует много приемов защиты берегов: навалы в полосе прибоя глыб, железобетонных шпал, тетраподов и других конструкций; строительство бетонных стенок. И те, и другие предназначены для непосредственной защиты берега от воздействия прибоя. Для перехвата вдоль берегового потока наносов строят буны – бетонные дамбы, перпендикулярные берегу. Для разрушения волн с целью уменьшения их параметров, следовательно, и энергии волн сооружают волноломы – бетонные дамбы в некотором удалении от береговой линии и параллельные ей.

Кроме непосредственной защиты береговой линии, существуют методы, основанные на оказании «помощи природе» в восстановлении и сохранении естественных связей. В береговую зону загружают пляжеобразующий материал в определенных точках, при штормах волны сами распределяют наносы и образуют пляж по всему протяжению вдольберегового потока наносов.

Авторами предложен метод волногашения при помощи специального гидротехнического сооружения (сложной заякоренной системы, составленной из отдельных плавучих элементов правильной шестигранной формы), находящегося на некотором удалении от берега.

В малом опытовом бассейне Севастопольского государственного университета была проведена серия испытаний модели данной системы. В основной серии испытаний рассматривались четыре варианта: 16 элементов, соединенных в одной плоскости гибкими свя-

зями, дающими свободу вертикальных перемещений, элементы составлены в три ряда; 32 элемента, гибкие связи, 6 рядов; 48 элементов, гибкие связи, 9 рядов; 32 элемента, жесткие связи, 6 рядов. В ходе испытаний каждого из вариантов генерировались серии волн высотой от 0,05 до 0,7 м (что соответствует высоте волн в натуре 0,8 – 11,9 м). Выполнялось подобие по числам Фруда и Струхаля.

Наиболее важные результаты работы представлены в таблице.

Таблица. Результаты пересчета на натуру для максимальной высоты волны.

параметр	вариант 1	вариант 2	вариант 3	вариант 4
характеристика волны до поля				
высота, м	11,5	11,8	11,9	11,9
длина, м	135,0	138,9	139,0	139,1
период, с	9,68	9,85	9,86	9,86
скорость, м/с	13,95	14,09	14,10	14,10
характеристика волны после поля				
высота, м	10,9	10,9	10,6	10,3
длина, м	127,62	127,66	124,20	120,84
период, с	13,39	13,40	13,06	12,73
скорость, м/с	9,53	9,53	9,51	9,49
усилия на якорь				
фронтальный, кН	421,4	425,8	426,0	1491,2
усилия между рядом стоящими шарами между рядами				
ускорения, м/с ²	0,317	0,318	0,317	н/д
усилия между рядом стоящими шарами между рядами				
усилия, кН	19,22	22,89	22,15	н/д
волновое давление, кПа	44,5	45,7	46,6	47,4

Проведенные эксперименты позволили сделать следующие выводы.

Эксперимент позволил определить характер влияния и численно оценить параметры вертикальной качки, а также нагрузки, действующей на наружную обшивку и якорь элементов системы, в зависимости от количества элементов в системе и типа соединения между элементами.

Анализ результатов подтвердил эффективность предлагаемого сооружения как средства защиты берега от волнового воздействия – потеря энергии волны после прохождения системы достигает 55 %.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФИЛЯ РАВНОВЕСИЯ ПОДВОДНОГО БЕРЕГОВОГО СКЛОНА (НА ПРИМЕРЕ ЯРЫЛГАЧСКОЙ БУХТЫ, ЗАПАДНЫЙ КРЫМ)

Д.В.Корзинин

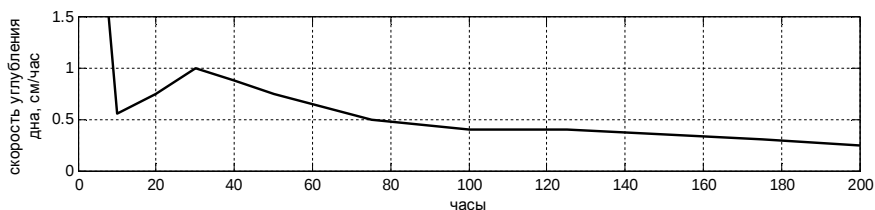
*Институт океанологии им.П.П.Ширшова РАН, г.Москва
korzinin2000@mail.ru*

Профиль равновесия подводного берегового склона, рассматриваемый в масштабе отдельного шторма, это состояние, когда при определенной волновой ситуации не происходит каких-либо заметных преобразований рельефа береговой зоны. Анализ условий возникновения устойчивого к волнению профиля является актуальным, как для фундаментальной береговой науки, так и с точки зрения решения инженерных задач при освоении береговой зоны. Одним из наиболее доступных инструментов для исследования штормовой морфодинамики является программный комплекс *X-Beach* [1].

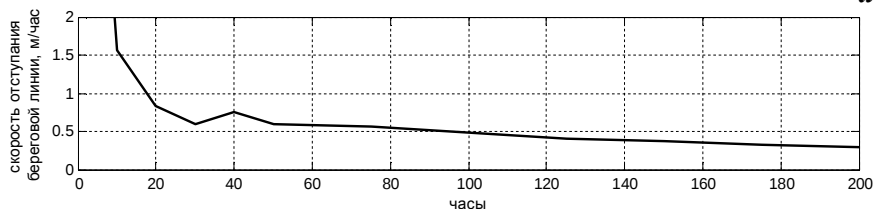
Для моделирования равновесного профиля использовались геолого-геоморфологические и волновые условия Ярылгачской бухты [2 – 4], расположенной на северо-западе Тараханкутского п-ова (западное побережье Крыма). Аккумулятивный участок бухты расположен в низовьях балки и представляет собой пересыпь, отделяющую от моря озера Ярылгач и Джарылгач. Моделировалось воздействие нерегулярного волнения редкой повторяемости (1 раз в 100 лет). В качестве характеристик спектра волнения *JONSWAP* были заданы параметры значительных высот волн ($H_{sig} = 3,5$ м), пикового периода ($T_p = 7,5$ с) и пиковатости спектра ($\gamma = 1$), что соответствует развитому волнению.

В результате моделирования выявлено, что устойчивый к исследуемому волновому режиму профиль не формируется. При длительном волновом воздействии (около 390 часов) происходит размыв верхней части аккумулятивной формы и соединение морской акватории с озером. После первых 100 часов воздействия волн изменения профиля берега минимальны – углубления дна на контрольной точке, соответствующей исходному положению уреза, происходят со скоростью менее 0,4 см/ч, а отступление береговой линии осуществляется со скоростью менее 0,5 м/ч (рис.1, 2).

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ 15-05-08239.



а



б

Рис. 1. Скорость углубления дна на контрольной точке, соответствующей исходному положению уреза (а) и изменение скорости отступления береговой линии (б).

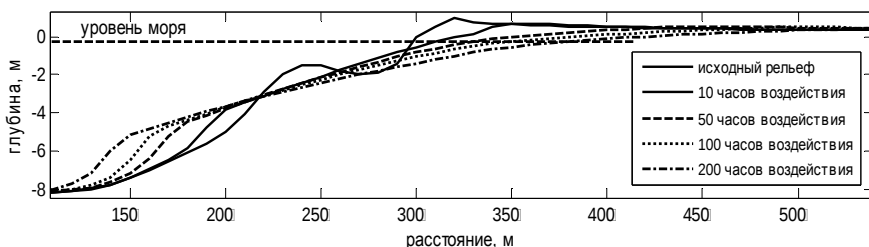


Рис. 2. Изменение профиля подводного берегового склона при моделировании.

1. <http://oss.deltares.nl/web/xbeach/>
2. Владимиров А.Т. Атлас динамики и морфологии советских берегов Черного моря. – М.: Институт океанологии АН СССР, 1954.
3. Шуйский Ю.Д. Механический состав пляжевых наносов на западных берегах Крымского полуострова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. – вып.15. – С.370-385.
4. Харитонов Л.В., Фомин В.В. Численное моделирование ветрового волнения у западного побережья Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – вып.25, т.1. – С.26-37.

НАУЧНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА ЗАЩИТЫ БЕРЕГОВ ЗАПОВЕДНИКА «ХЕРСОНЕС ТАВРИЧЕСКИЙ»

Ю.Н.Горячкин, С.Ю.Михайличенко, В.Ф.Удовик

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
liham1984@rambler.ru*

Разрушение берегов заповедника «Херсонес Таврический», входящего в список Всемирного наследия ЮНЕСКО, который расположен в пределах г.Севастополь, привело к сокращению площади древнего городища, уничтожению археологических и исторических памятников. Только в XX в. в результате абразии берегов произошло частичное разрушение таких широко известных памятников, как Уваровская и Северная базилики, Шестистолпный храм. Продолжающийся процесс волновой абразии приводит к дальнейшему разрушению памятников, что диктует настоятельную необходимость проведения комплекса берегозащитных мероприятий, позволяющего сохранить сам памятник и исторический ландшафт берегов древнего городища и прилегающей акватории. Предлагавшиеся ранее проекты защиты берегов заповедника «Херсонес Таврический» были отклонены экспертными комиссиями, в первую очередь, из-за стандартного технического решения, основанного на использовании в качестве основных конструктивных элементов каменных набросков, защитных стен, берм и banquet-поясов, сформированных из каменных глыб, железобетонных блоков и фигурных массивов, что привело бы к преобразованию берегов заповедника в индустриальный пейзаж.

В МГИ РАН были подготовлены научные рекомендации для разработки проекта по защите берегов заповедника «Херсонес Таврический». При этом были проведены работы по обследованию надводной и подводной части береговой зоны; проведены наблюдения за полем ветра и волнения; выполнен анализ мирового опыта проведения берегозащитных мероприятий; выполнено математическое моделирование полей ветрового волнения. Полученные в результате исследования выводы позволяют выработать следующие основные рекомендации:

- особое внимание должно уделяться необходимости сохранить исторический ландшафт берегов древнего городища и прилегающей акватории;

– полностью исключить либо свести к минимуму использование фасонных бетонных конструкций при формировании надводной части берегозащитных сооружений;

– в качестве основных конструктивных элементов использовать подводные волноломы, расположенные субпараллельно береговой линии и искусственный пляж. При этом диссипация значительной части энергии штормовых волн будет происходить при взаимодействии с подводными препятствиями, в результате чего к урезу воды будут распространяться существенно ослабленные волны, для дальнейшей диссипации энергии которых достаточно создания искусственного пляжа незначительной ширины;

– искусственный пляж может быть сформирован на основе узкого приклоненного пляжа, существующего в восточной части района и участка обнаженного бенча, расположенного в западной части, путем подсыпки пляжеобразующего материала необходимого состава и диаметра;

– в процессе формирования искусственного пляжа, при необходимости, могут быть использованы поперечные пляжеудерживающие конструкции в виде каменно-набросных бун с плотной укладкой камня, так как они в сочетании с дугообразной поверхностью существенно увеличивают устойчивость к разрушению под воздействием ветрового волнения, а также позволяют органично вписать данные элементы в природный ландшафт и, соответственно, улучшают эстетическое восприятие;

– для уменьшения высоты штормовых волн, достигающих приурезовой зоны, в качестве основного варианта предлагается рассматривать систему берегозащитных сооружений, состоящую из трех подводных волноломов, расположенных в прибрежной полосе акватории на расстоянии от береговой линии, заключенном в диапазоне от 50 до 100 м, что в среднем соответствует глубинам от 4 до 6 м;

– заглубление гребней волноломов рекомендуется производить на расстояние около 1,5 м от уровня невозмущенной поверхности моря, что, согласно результатам численных экспериментов, приводит к значительному уменьшению высоты волн после прохождения препятствия;

– схема пространственного размещения трех подводных волноломов, обеспечивающая практически полное покрытие зоной волновой тени защищаемого аварийного участка берегов заповедника, может быть реализована на базе двух вариантов:

1) в первом варианте предлагается размещение волноломов параллельно берегу в «шахматном порядке», когда центральный волнолом смещен в сторону берега по отношению к восточному и западному. При этом длина центрального волнолома должна обеспечивать частичное перекрытие проекций волноломов по нормали к генеральному направлению береговой линии;

2) во втором варианте предлагается размещение волноломов на различном расстоянии от берега в «ступенчатом порядке», когда центральный волнолом расположен параллельно берегу, а восточный и западный сориентированы под небольшим углом таким образом, что расстояния от берега до их западных концов меньше, чем до восточных. При этом также должен сохраняться принцип частичного перекрытия проекций волноломов по нормали к основному направлению береговой линии.

ЭВОЛЮЦИЯ МОРСКОГО УСТЬЯ РЕКИ ЧЁРНОЙ (СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ РЕГИОН)

Р.Я.Миньковская*, А.Н.Демидов**

**Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
rosa7mariya9@gmail.com*

***Севастопольское отделение Государственного океанографического
института им.Н.Н.Зубова, г.Севастополь*

Устье реки Чёрной включает устьевой участок реки от моста «президентской дороги», Инкерманский лиман и Севастопольскую бухту. Антропогенная нагрузка на устьевой регион существенна и обусловлена расположением здесь города-порта Севастополь, хозяйственной деятельностью, негативно влияющей на среду. В лимане (рис.1, в) и на побережье устьевого участка осуществляют утилизацию судов, плавку металла, его перевалку, здесь располагаются стоянки судов, нефтебазы, тепличное хозяйство, угольный склад, ГРЭС, недалеко расположен полигон твёрдых бытовых отходов, предприятия по производству стройматериалов. В то же время, мелководная, прогретая, богатая биогенными веществами акватория устьевой области реки – место откорма молоди рыб. Здесь расположен Инкерманский пляж. Второй пляж, у ГРЭС, используется круглогодично. Конфликтное природопользование в этом регионе требует повышенного внимания к гидрографии устья и изменению конфигурации береговой черты.

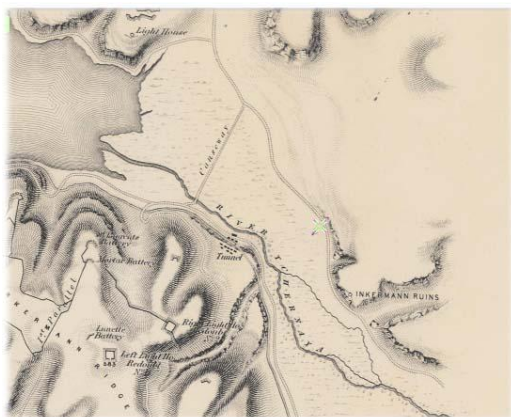
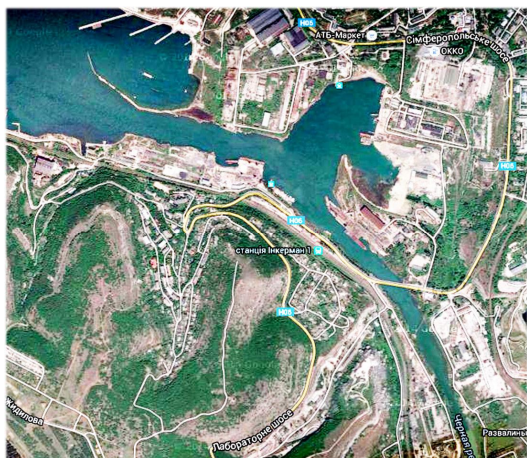


Рис. Изменения морфометрии устья р. Чёрной в 1856 г. (а); 1941 г. (б); 2014 г. (в).

а



б



в

Современный рельеф и гидрографическая сеть устьевой области р.Чёрной существенно отличается от природной. Анализ изменений показал, что ранее река формировала дельту выдвигания, нижняя граница которой находилась в районе Нефтегавани. На карте 1856 г. (рис.1, а) видны остатки 6 рукавов, что свидетельствует о многорукавности дельты или миграции русла в историческом прошлом. Ландшафт дельты представлял собой заболоченную местность, через которую была проложена насыпная дамба с дорогой, отчётливо видная на снимке 1941 г. (рис.1, б). Внутренняя дельта реки, остатки которой прослеживаются до сих пор, располагалась выше современного моста через реку.

В настоящее время на месте заболоченной дельты расположена глубоководная акватория, с причалами и песчаным пляжем на месте старого рукава реки (рис.1, в). Естественные процессы устьеобразования были нарушены после сооружения Чернореченского водохранилища (в 1954 г.) в верхнем течении реки, зарегулировавшем сток воды и наносов, водозаборного гидроузла в нижнем течении и перепланировкой долины в дельтовой части реки и районе базиса эрозии.

Анализ вековых изменений уровня воды Севастопольской бухты показал, что в 1875 г. средний уровень составлял 465 см, в 2014 г. 481 см, то есть за 140 лет уровень моря увеличился на 16 см, что не могло привести к изменениям рельефа дельты. Следовательно, они обусловлены хозяйственной деятельностью, и устьевую область р.Чёрной в настоящее время можно считать антропогенно-изменённой. Это, очевидно, произошло при строительстве судоразделочного завода «Чермет», когда были произведены выемка грунта почти на всей территории дельты и его отсыпка в районе Нефтегавани, где позднее построены производственные корпуса института им.А.Н.Крылова, и предприятия «Чермет».

Таким образом, хозяйственная деятельность кардинально изменила конфигурацию дельтовой части устьевой области реки Чёрной, природные условия и процессы в ней и создала более комфортные условия проживания людей.

ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГАЛЕЧНЫХ ПЛЯЖЕЙ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ГОРНОГО КРЫМА

А.С.Богуславский, С.И.Казаков, А.С.Кузнецов

*Черноморский гидрофизический полигон, пгт Кацивели
al_bhs@mail.ru*

Рассмотрены естественные и антропогенные факторы, определяющие формирование и динамику галечных пляжей береговой зоны Горного Крыма.

Основными природными формирующими материалами галечных пляжей рассматриваемой береговой зоны являются [1]:

– разномерные блоки верхнеюрских известняков от щебня и дресвы (0,01 – 0,1 м) до крупных скальных блоков размером 10 м и более в составе: береговых делювиальных отложений массандровской свиты (кацивельский, понизовский древние оползни); береговых скал, валунных нагромождений и осыпей береговых участков Главной гряды (мыс Айя, бухта Ласпи), береговых и прибрежных массивов-отторженцев (гора Кошка, Симеизская группа скал, горы Могаби, Адаллары, и др.) и их осыпей;

– обломочный материал сланцево-песчаникового делювия береговых и русловых обнажений таврической формации (западная часть ЮБК от Фороса до Леменской бухты);

– обломочный материал изверженных пород: андезито-базальтовые лавы и их туфы вулканических групп мыса Фиолент, Кастропольской, Леменской; интрузивных массивов и даек: альбиты, диабазы (горы Кара-Баир, Аю-Даг, Кафель).

Отделение, вынос и переработка пляжеформирующих пород, дальнейшая многолетняя и сезонная миграция гальки и формирование пляжей определяются взаимодействием ряда рассматриваемых факторов, основными из которых являются: атмосферные (выветривание), береговые геодинамические (землетрясения, оползни, осыпи, обвалы), береговые водно-динамические (динамика вод прилегающих водотоков, склоновая эрозия, селевой вынос), прибойной зоны (абразия), морские атмосферные (волнение, вариации уровня моря в поле атмосферного давления), морские геологические (многолетнее изменение уровня моря, рельеф дна), морские динамические (динамика прибрежных течений, сгонно-нагонные явления).

Влияние антропогенных факторов на динамику пляжной зоны и устойчивость берега рассмотрено на примере Кацивельского участка (пляж Леменской бухты).

Начиная с середины 50-х гг., практически вся береговая зона Горного Крыма претерпела усиление негативного антропогенного воздействия на геологическую среду, связанное с неконтролируемым отбором галечно-песчаных пород пляжей на строительные нужды, подрезкой склонов при дорожном строительстве и прокладке коммуникаций, необоснованным террасированием склонов, лесными пожарами. На многих участках береговой линии произошла деградация пляжной зоны. Изначально стабильные берега аккумулятивного типа сменились неустойчивыми абразионными берегами. Активизировались ранее относительно медленные процессы абразии, склоновой эрозии, оползней, осыпей, обвалов, что в ряде случаев привело к разрушению объектов береговой инфраструктуры – дорог, коммуникаций, зданий и др. Последующие берегоукрепительные работы (строительство бун) практически вдоль всей береговой линии ЮБК существенно замедлили абразионные процессы. Однако чрезмерная масштабность этих работ и практически полное блокирование природного переноса «берег-море» поставили под угрозу разрушения ряд обратных связей, определяющих устойчивость геологической среды и береговых инфраструктур, а также уменьшили природную привлекательность и рекреационный потенциал пляжей. В результате потребуются значительные затраты средств на искусственное восполнение пляжей в зоне берегоукрепительных сооружений.

1. *Шестопалов В.М., Иванов В.А., Богуславский А.С., Казаков С.И., Кузнецов А.С.* Мониторинг гидрогеологических и инженерно-геологических условий и рисков береговой зоны Горного Крыма // Системы контроля окружающей среды.– Севастополь, 2013.– вып.19.– С.8-17.

МЕТОД ОЦЕНКИ УЯЗВИМОСТИ ПЕСЧАНЫХ ПОБЕРЕЖИЙ К ВОЛНОВОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

С.Ю.Кузнецов, Я.В.Сапрыкина, М.Н.Штремель

*Институт океанологии им.П.П.Ширшова РАН, г.Москва
kuznetsov@ocean.ru*

Штормовое волнение является одним из основных факторов, влияющих на деформации подводного рельефа дна и берегов. Поэтому задача создания метода экспресс-оценки уязвимости береговых зон под воздействием штормовых волн является актуальной как с точки зрения геоморфологии, так и для практического применения

при выработке оптимальной стратегии в управлении береговыми зонами.

В работе предлагается полуэмпирический метод оценки возможных деформаций рельефа дна с учетом пространственной периодичности изменения амплитудно-частотно-фазового состава волн, возникающей при их нелинейной трансформации, позволяющий проводить классификацию пологих аккумулятивных или абразионно-аккумулятивных берегов по степени ожидаемого волнового воздействия в зависимости от параметров волн, уклона дна и характера донных отложений.

Метод включает:

- определение характерного сценария нелинейной трансформации волнения, соответствующего уклону дна береговой зоны и параметрам волнового режима на входе в береговую зону;
- расчет максимального значения амплитуды второй нелинейной гармоники, возможного внутри береговой зоны;
- оценку суммарного расхода наносов, вызванного волновой компонентой и противотечением;
- вычисление максимальных скоростей возможных деформаций рельефа дна подводного склона.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Российского научного фонда 14-17-00547.

ВЛИЯНИЕ ПЛИКАТИВНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО БЕРЕГА ГЕРАКЛЕЙСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Н. В. Шик

*ГБОУ ДО «Севастопольский центр туризма, краеведения,
спорта и экскурсий», г. Севастополь
shik.n@bk.ru*

Развитие города Севастополя как туристического и курортного региона страны, создание его туристской инфраструктуры невозможно без создания сети благоустроенных пляжей. В пределах Гераклейского п-ов, как известно, пляжи относятся к прислоненным (карманным – по классификации М.С. Орловой [1]) и формируются в вогнутых участках береговой линии либо в бухтах. Следовательно, проблема сохранения и восстановления пляжей напрямую зависит

от уровня нашего понимания генезиса и дальнейшего развития берега. Северо-западное побережье Гераклейского п-ова традиционно относят к абразионно-бухтовому ингрессионному (риасового типа) [2]. По мнению большинства авторов, крупные палеодолины, чьи устья являются бухтами (Южная, Карантинная, Стрелецкая, Камышовая, Казачья), были заложены по разломам (дизъюнктивным деформациям) диагонального [3] и субмеридионального простирания [2, 4]. Происхождение мелких бухт и мысов на межбухтовых участках, придающих им несимметрично-зубчатый вид в плане (в отличие от выровненного юго-западного берега от м.Фиолент до м.Херсонес), до настоящего времени не рассматривалось. Новая информация, полученная в ходе исследований автором береговых обрывов северо-западного побережья Гераклейского п-ова от м.Хрустальный до м.Херсонес, позволила установить, что несимметрично-зубчатое расчленение береговой линии связано с наличием малоамплитудных антиклинальных и синклинальных брахиоморфных складок в верхне-несарматских породах миоцена.

Доказательством существования пликативных деформаций в породах миоцена северо-западного побережья Гераклейского п-ова является следующее: смена азимутов падения одного слоя пород при его переходе с одного крыла складки на другое в пределах одного участка берега; плавное изгибание слоев горных пород, слагающих береговую уступ, от уреза воды до высоты 4,0 м с последующим опусканием к уровню моря. Длина складок Гераклейского п-ова достигает несколько сот метров, высота (амплитуда) – от 1,5 до 4,0 м, что соизмеримо с высотой клифа. Мощность слоев горных пород, слагающих складки, существенно не меняется в замке и на крыльях складки, что позволяет отнести их к постседиментационным. В замковой части антиклиналей наблюдается повышенная трещиноватость скальных пород, которая способствуют формированию карстово-абразионных полузатопленных пещер и гротов в клифах.

В рельефе межбалочных-межбухтовых водоразделов Гераклейского п-ова, по нашим наблюдениям, наблюдается прямое соответствие между типом пликативной структуры и формой рельефа: небольшие пологие ложбины с нечетким тальвегом, выходящие к морю, соответствуют синклиналям; антиклинали в рельефе представлены увалами – вытянутыми плоскими возвышенностями с пологими склонами. Прямой тип складчатого рельефа объясняется его молодостью и

практически полным отсутствием здесь современной эрозии. При ингрессионном затоплении ложбин-синклиналей и их фрагментов образовались небольшие серповидные бухты с галечниковыми пляжами. Антиклиналям и их фрагментам соответствуют мысы, разделяющие бухточки. Осевые линии складок ориентированы под углом к генеральному юго-западному простиранию береговой линии, что обуславливает частую смену в зоне активной абразии пород различного литологического состава (глин, крепких перекристаллизованных или мергелистых известняков) – неодинаковых по устойчивости к абразии. Такой тип тектонических берегов относят к поперечному [5]. Дальнейшее изучение пликативных складок может быть полезным при прогнозировании устойчивости берега и сохранении пляжей.

1. Орлова М.С. Морские берега Крыма как ресурс рекреации // Автореф. дисс. к. г. н.– М.: 2010.– 19 с.
2. Лебединский В.И., Кириченко Л.П. Крым – музей под открытым небом. – Симферополь: Сонат, 2002. – 287 с.
3. Борисенко Л.С., Бугаевский Г.Н., Кармазин П.С. Анализ тектонической активности территории Южного берега Крыма в связи с прогнозом землетрясений в Крымской сейсмогенной зоне // Геологический журнал.– 1980.– № 4.– С.49-55.
4. Иванов В.Е., Ломакин И.Э., Тополюк А.С. Особенности тектоники Юго-западного Крыма // Геология и полезные ископаемые Мирового океана.– 2009.– № 4.– С.27-39.
5. Щукин И. Общая геоморфология. т.3.– М.: Изд-во МГУ, 1960.– 383 с.

СПУТНИКОВЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ТРАНСФОРМАЦИИ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ И ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕНОСА ПРИМЕСИ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ

С.В.Станичный, Р.Р.Станичная,
А.А.Кубряков, А.А.Алескерова

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
sstanichny@mail.ru*

Данные высокого пространственного разрешения сканеров *TM*, *ETM+*, *OLI* спутников серии *Landsat* были использованы для изучения трансформации береговой линии за период 30 лет. В качестве исходных данных использованы карты яркости регистрируемого излучения в ближнем ИК диапазоне, где контрасты суша-море мак-

симальны. Для анализа изменчивости были построены *RGB* композиции на основе исторических и современных данных. Такой подход позволяет легко выделять зоны трансформации береговой линии. Выделены участки береговой линии, подверженные наибольшей изменчивости. Спутниковые данные *Landsat* также были использованы для изучения переноса примеси в прибрежной зоне западной части Крыма. Отмечено существование субмезомасштабных вихрей и струй с характерными размерами несколько километров, оказывающих существенное влияние на транспорт взвеси. Рассмотрены ситуации для штормовых ветров. Проведены количественные оценки транспорта взвесей при сопоставлении с данными сканера *MODIS*.

**К ВОПРОСУ АКТУАЛИЗАЦИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ
ИЗУЧЕНИЯ МОРФОЛИТОДИНАМИКИ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ
БЕРЕГОВОГО СКЛОНА ПОБЕРЕЖЬЯ ПОЛУОСТРОВА КРЫМ –
ИЗМЕНЕНИЕ ВОЛНОГАСЯЩИХ СВОЙСТВ ПЛЯЖА
В УСЛОВИЯХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА**

В.В.Афанасьев

*Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г.Южно-Сахалинск
vvasand@mail.ru*

Геолого-геоморфологическое изучение морских берегов п-ова Крым, начатое во второй половине XIX в., в настоящее время приобретает «второе дыхание». Связано это с усилением антропогенной нагрузки на берега, деформациями берегового уступа и сокращением площади пляжей.

Цель нашей работы – обратить внимание исследователей береговой зоны на климатическую составляющую развития береговых процессов полуострова.

При проведении детальных морфолитодинамических работ на побережье Дальневосточных морей нами было отмечено, что в условиях однородного берегового уступа, при сравнимых параметрах пляжа (основной волногасящей структуры) и гидродинамического воздействия, наиболее интенсивный размыв происходит в ноябре – январе. В то время как волнение с максимальными параметрами наблюдается в сентябре – октябре. Формирование устойчивых высоких береговых наледей и припая происходит примерно через 1,5 –

2 месяца после начала промерзания отложений пляжа и весь период «открытого моря» морфолитодинамические процессы весьма активны. В этот период на верхних уровнях берегового профиля, которые являются волногасящими для штормовых условий при максимальных приливах, происходит промерзание пляжевых отложений на глубину до 40 – 50 см и обусловленное этим ухудшение их волногасящих (главным образом дренажных и шероховатости) свойств. Согласно нашим наблюдениям, растепляющее воздействие моря в период интенсивного гидродинамического события не успевает восстановить волногасящие свойства пляжа, и береговой уступ размывается, т.к. высота отметок заплеска увеличивается на 30 – 45 %. Расчеты показали, что высота наката для галечного откоса штормового вала составляет 2,21 м, для гладкого же, или ледяного откоса, она равна 5,67 м.

Формирование наледи на пляже в свою очередь приводит к изменениям берегового профиля в волноприбойной зоне. Из-за практически полной недоступности в этот период для прямых измерений, переформирование берегового профиля с пляжем, покрытым льдом, было исследовано при помощи математического моделирования.

Модель показала, что наличие ледяного покрова приводит к размыву подводного склона на участке, примыкающем к пляжу. Т.е. перемещение материала на более низкие уровни берегового склона в этом случае связано не столько с параметрами волнения, сколько с изменением распределения волновой энергии по береговому склону в результате изменения свойств береговых отложений.

Изменение волногасящих свойств пляжа при промерзании, является одним из наиболее существенных факторов рельефообразования на берегах приливных субарктических морей, усиливающих активность размыва берегов. Формирование наледей является причиной перемещения отложений на более низкие уровни берегового склона.

Таким образом, при проектировании защитных и рекреационных пляжей, расчетах волновых нагрузок на берегозащитные сооружения, расчетах вдольбереговых перемещений наносов необходимо учитывать изменения распределения волновой энергии по береговому склону при промерзании отложений верхних элементов берегового профиля и формировании наледи на мористой стороне надводной части пляжа.

ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ В КРЫМУ

Е.И.Игнатов*, А.А.Новиков**, Е.С.Каширина**

**Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова, г.Москва
ign38@mail.ru*

***Филиал МГУ им.М.В.Ломоносова в Севастополе, г.Севастополь
a_novik@bk.ru*

Крымский п-ов представляет собой район активного протекания геоморфологических процессов, которые часто приводят к возникновению чрезвычайных ситуаций. За последние 10 лет в Крыму зафиксировано 76 чрезвычайных ситуаций природного характера. На Крымском п-ове отмечены чрезвычайные ситуации природного характера, связанные с опасными метеорологическими, гидрологическими, геолого-геоморфологическими явлениями, природными пожарами, а также морскими опасными гидрометеорологическими явлениями. Практически ежегодно наблюдаются опасные метеорологические явления – каждые 8 лет из 10-ти рассматриваемых. Также высока вероятность повторения природных пожаров: 7 лет из 10-ти. Ежегодно возникают 1 – 2 чрезвычайные ситуации, вызванные опасными геоморфологическими явлениями. Геолого-геоморфологические процессы стали причинами 11 % всех чрезвычайных ситуаций природного характера, наблюдавшихся на полуострове в период 2004 – 2014 гг. Особенно сильный ущерб они нанесли в 2005, 2008 и 2011 гг. [1].

Опасные и неблагоприятные геолого-геоморфологические процессы и явления в Крыму представлены разными видами, наибольшую угрозу из которых представляют сейсмичность, береговые процессы, обвалы, оползни, карст.

На территории Крымского федерального округа определенную угрозу в сейсмическом отношении представляют землетрясения с интенсивностью до 9 – 10 баллов, локализованные в Горном Крыму и на Керченском п-ове.

На всей территории Крыма развиты карстовые процессы, достигающие максимума в Горном Крыму и на Тарханкутском п-ове. Горно-Крымская карстовая область разделена на 16 карстовых районов. Здесь расположены самые протяженные (пещера Красная) и самые глубокие (шахта Солдатская) карстовые полости Крыма. В Западно-Тарханкутском карстовом районе описано 79 полостей длиной до 150 м, расположенных в обрывах мысов Большой и Малый Атлеш. Часть полостей находится в настоящее время ниже уровня моря [2].

Прибрежные районы испытывают воздействие абразии, обвалов,

оползней, осыпей. Средние скорости абразии для берегов Западного Крыма достигают 2,27 м/год в районе мыса Тарханкут. На Керченском п-ове преобладают абразионные и абразионно-аккумулятивные берега. Они неустойчивы к абразии и размыву, обладают высокой динамичностью [3].

Максимальная концентрация участков протекания опасных и неблагоприятных процессов геолого-геоморфологических явлений и процессов отмечена в физико-географической провинции Горного Крыма, для которого характерны сейсмичность, оползни, обвалы, сели, абразия, карст.

Опасные и неблагоприятные геолого-геоморфологические природные явления и процессы представляют угрозу для сохранения технических и природных комплексов. Дополнительную угрозу представляет антропогенная деятельность, вызывающая активизацию природных процессов.

1. *Сведения о чрезвычайных ситуациях, крупномасштабных авариях, стихийных бедствиях (опасных природных явлениях), природных пожарах и ДТП за период с 2004 г.* <http://mchs.rk.gov.ru/rus/index.htm/news/tape/?page=6>
2. *Вахрушев Б.А.* Районирование карста Крымского полуострова // Спелеология і карстологія.– 2009.– № 3.– С.39-46.
3. *Игнатов Е.И., Орлова М.С., Санин А.Ю.* Береговые морфосистемы Крыма.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014.– 266 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АБРАЗИОННЫХ И АККУМУЛЯТИВНЫХ БЕРЕГОВ ВОСТОЧНОГО И ЮЖНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ АЗОВСКОГО МОРЯ

О.В.Ивлиева, Л.А.Беспалова

*Южный федеральный университет, г.Ростов-на-Дону
ivlieva.o@mail.ru, bespalovaljudmila@yandex.ru*

Изучение берегов Азовского моря является в настоящее время наиболее актуальным в связи с повышением рекреационного значения прибрежной зоны и возрастанием антропогенной нагрузки на них в приморских городах, которые традиционно используют прибрежные участки в рекреационных целях.

Согласно приведенным оценочным исследованиям (2002 – 2015 гг.) наиболее привлекательными объектами российского побережья Азовского моря являются аккумулятивные формы – косы: Беглицкая, Петрушина, Куричья, Павло-Очаковская, Чумбурская,

Долгенькая, Ейская, Глафиоровская, Долгая, Камышеватская, Ясенская, Ачуевская, Чушка, Тузла. Остальные пляжи, которые находятся в пределах поселений, характеризуются высоким клифом, низким качеством пляжных наносов и малой рекреационной емкостью.

Только 20 % береговой территории Таганрогского залива (Беглицкая, Петрушина, Куричья, Золотая, Семенова косы (северное побережье) и Долгенькая, Чумбурская, Очаковская косы (южное побережье)) принадлежат к аккумулятивному типу берегов и пригодны для развития рекреации.

Задачи берегозащиты и берегоукрепления являются ключевыми для сохранения и устойчивого развития береговой полосы и прибрежных акваторий. Первоочередным объектом берегозащиты на побережье Таганрогского залива является береговая зона в пределах Таганрога.

К приоритетным районам развития рекреационной деятельности на побережье Таганрогского залива, в первую очередь, относятся Павло-Очаковская коса и пляжи Беглицкой косы.

Проведенные исследования современного состояния кос Азовского моря показали, что тенденция развития кос в целом сохраняет многолетнюю тенденцию. Косы наволоки Таганрогского залива смещаются в восточном направлении, здесь происходит активный размыв западных берегов кос и аккумуляция в пределах восточного берега. Скорости размыва достигают больших значений до 2 – 3 м/год. Коса Долгая, напротив, характеризуется интенсивным размывом восточного берега. Данные картографических исследований подтверждаются материалами наблюдений на реперной сети. Динамика косы Тузла проявляется в подтоплении ее прикорневой части при сильных нагонах южных направлений, увеличении прорана между косой и островом и увеличении площади формирующихся аккумулятивных тел. Данный фактор изменения положения аккумулятивных форм в плане необходимо учитывать при хозяйственном освоении азовских кос.

В пределах побережья Таганрогского залива средняя скорость абразии составляет 0,75 м/год и сопоставима с данными предыдущих работ (0,88 м/год) при высоких значениях (2,0 м/год) в районе Весело-Вознесенки, прикорневой части Беглицкой, Чумбурской и Очаковской кос. Оползневые процессы наиболее активны в последние годы (2,0 м/год) в районе Молчановки, Мержаново и Новомаргаритовки.

На южном побережье Азовского моря с 1990 г. ряд наблюдений за состоянием берегов был прерван. В мае 2015 г. состоялась береговая экспедиция по северному берегу Керченского п-ова, заложена реперная сеть наблюдений.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВОЛН НА БЕРЕГОЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ В ЗОНАХ ПОДВОДНЫХ КАНЬОНОВ

К.Н.Макаров, А.Х.Катлине Коблев

*Сочинский государственный университет, г.Сочи
ktk99@mail.ru, anzor-the-black@yandex.ru*

Рассматривается накат волн на берега и берегозащитные сооружения в зонах подводных каньонов на примере побережья Имеретинской низменности в Адлерском районе г.Сочи. Установлено, что накат волн на берег в зонах каньонов в 2 раза и более превышает накат на соседних участках, что не следует из нормативной методики, поскольку она рекомендует рассчитывать высоту наката волн на береговые откосы и пляжи в предположении, что уклоны надводной и подводной их частей одинаковы.

На реальные пляжи и сооружения на них накатываются фактически волны перемещения, образовавшиеся из колебательных волн в результате скачкообразного перехода при последнем обрушении. Причем зоной наката следует считать зону от последнего обрушения волны и ее перехода из волны колебательной в волну перемещения до границы ее наката на сухой берег.

В случае распространения волнения с волновыми лучами, параллельными оси каньона, центральный луч пройдет вдоль оси каньона, и волна разрушится в непосредственной близости от берега. Таким образом, участок сооружения, расположенный против вершины каньона, окажется практически в начале зоны наката волн, то есть гораздо ближе к линии обрушения, чем соседние участки.

Согласно нормативным документам, волновые нагрузки на берегозащитные сооружения максимальны на линии обрушения волн и линейно убывают по мере удаления сооружения от нее. Следовательно, волновые нагрузки на участок сооружения, расположенный против вершины каньона, будут значительно выше, чем на соседних участках.

Это обстоятельство никак не учитывается в нормативных документах, что приводит к разрушениям береговых сооружений, располагающихся против подводных каньонов, поскольку их усиление по сравнению с соседними участками берегов обычно не предусматривается.

Именно это произошло, на наш взгляд, при проектировании и строительстве берегозащитного сооружения на побережье Имеретинской низменности в Адлерском районе г.Сочи. Здесь два участка сооружения располагаются против подводных каньонов Новый и

Константиновский. На этих участках наблюдается мощное воздействие накатных волн на сооружение вплоть до его разрушения.

Предложена математическая модель наката волн на берега, основанная на законе сохранения энергии прибойных волн, учитывающая различия в уклонах подводной и надводной частей берегового склона и позволяющая получить параметры наката в зонах подводных каньонов, соответствующие данным наблюдений.

Для участка берегоукрепления в Имеретинской низменности, расположенного против каньона Нового, уклон подводной части берегового склона составляет $i_{\text{под}} = 0,2$, а на соседних участках вне зоны каньона $i_{\text{под}} = 0,04$. Уклон надводной части берегового склона на обоих участках составляет $i_{\text{над}} = 0,05$. Расчетная высота волны 1 % обеспеченности по линии последнего обрушения в шторме повторяемостью 1 раз за 25 лет составляет $h_{\text{ст}} = 5,7$ м, средняя длина $\lambda_{\text{ст}} = 102$ м.

Расчет высоты и длины наката волн по предложенной модели при указанных параметрах волн и берегового склона дает следующие результаты:

- в зоне каньона Нового $h_{\text{н}} = 3,5$ м, $L_{\text{н}} = 70$ м;
- вне зоны каньона $h_{\text{н}} = 1,6$ м, $L_{\text{н}} = 33$ м.

Как следует из этих результатов, накат волны на берег в зоне каньона более чем в 2 раза превышает накат на соседних участках.

К ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

В.И. Мысливец

*Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова, г.Москва
myslivets@yandex.ru*

Северо-восточное побережье Крыма образует лагуна Сиваш, отделенная от Азовского моря баром – Арабатской стрелкой длиной около 112 км. Лагуна состоит из трех частей: северной (с продолжающимися ее на запад озерами), протянувшейся в широтном направлении на 80 км, суженной средней, шириной 3 – 5 км, и южной, шириной с запада на восток около 27 км. Эти части соответствуют: 1) Генической впадине и Балашовскому выступу Русской платформы; 2) структурам Скифской платформы – Нижнегорской седловине, переходящей в Азовский вал и Тимашевскую ступень; 3) Индо-Кубанскому прогибу альпийской геосинклинальной области. Общие очертания лагуны, таким образом, обусловлены морфострук-

турным фактором. По данным [1], наименьшие скорости опусканий от -1 до -2 мм в год отмечены для северной части, от -2 до -3 – в средней и более -3 в южной части. Наиболее активно прогибается Индольская впадина, которой, однако, соответствует не самая широкая часть лагуны Сиваш. Максимальную ширину имеет северная ее часть, которая на западе вообще приурочена к Балашовскому выступу – положительной структуре фундамента. В этом состоит морфоструктурный парадокс Сиваша: почему он имеет наибольшую ширину не в области максимального опускания альпийского прогиба, а в периферической части древней платформы?

Анализ морфологии и расчлененности берегов позволяет выделить следующие их типы. Первый – ингрессионные берега, где мысы – «тюпы» – разделяют затопленные устья балок и небольших рек, включая древние долины. Второй – расчлененные денудационные берега, сложенные лессовидными суглинками. Здесь среди чрезвычайно изрезанной, неправильных очертаний, береговой линии встречаются округлые заливы диаметром порядка $1 - 3$ км. Это – затопленные западинные формы, распространение, строение и происхождение которых в южной части Украины детально изучено (Молодых, 1982). Образование замкнутых западин было связано с термокарстовыми процессами; некоторые из них первоначально были эмбриональными аласами.

На широте Перекопского перешейка проходит южная граница распространения западинной морфоскульптуры в Причерноморской низменности. Поэтому для крымских берегов овальные котловины нехарактерны.

Третий тип берегов образован аккумулятивными формами недавнего или современного происхождения (лагунный берег Арабатской стрелки, пересыпи в западной части Южного Сиваша). Четвертый тип образуют так называемые «засухи» – ветровые или сгонно-нагонные осушки, поднимающиеся над уровнем воды иногда на $0,1 - 0,2$ м. Во время сгонно-нагонных колебаний уровня миграция береговой линии достигает $7 - 8$ км, и осушки очень характерны для берегов лагуны, а также дельты Генического пролива.

Семиаридные условия, существующие сейчас в этом регионе, в прошлом могли быть более аридными. При повышении уровня моря поды, оказывающиеся в зоне воздействия вод, преобразовывались в лагуны с разрушающимися берегами, заиливались, а при небольших понижениях уровня покрывались коркой солей и трансформирова-

лись в солончаки. К преобразующим их процессам добавлялась дефляция, и на время они превращались в котловины выдувания.

Разрушение лессовых обрывов особенно интенсивно происходит при нагонных повышениях уровня, которые достигали 2 м. Пляжеобразующей фракции эти породы содержат очень мало; в результате не образуется пляж, который мог бы защищать берег. Причерноморская равнина и по характеру рельефа, и по составу слагающих пород оказалась весьма уязвимой для наступающих морских вод. По нашему мнению, это главная причина столь далекого продвижения на запад сивашских заливов и объяснение морфоструктурного парадокса Сиваша.

1. Хрусталеv Ю.П., Щербаков Ф.А. Позднечетвертичные отложения Азовского моря и условия их накопления.— Ростов: Изд-во Ростовского университета, 1974.— 152 с.

ВЛИЯНИЕ РАЗРЫВНОЙ ТЕКТониКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ОБВАЛЬНО-ОПОЛЗНЕВЫХ СТРУКТУР МЫСА ФИОЛЕНТ

Ю.М.Вольфман, Е.Я.Колесникова, А.М.Останин

*Крымский федеральный университет им.В.И.Вернадского
Институт сейсмологии и геодинамики г.Симферополь
seism.volf@gmail.com*

О широком развитии обвально-оползневых явлений в районе мыса Фиолент и потенциальной опасности, обусловленной ими, свидетельствуют обвально-оползневые террасы, многочисленные следы обвалов горных пород в основании склонов, интенсивное развитие трещин бокового отпора в верхней части береговых обрывов. Крупные обвалы на м.Фиолент зафиксированы во время землетрясения 11 сентября 1927 г. и в декабре 1999 г. Вышесказанное обуславливает необходимость детального изучения геолого-структурных условий территорий проектируемой застройки вдоль береговых обрывов и склонов.

В процессе тектонофизических исследований территории Георгиевского монастыря и его окрестностей установлено, что доминирующую роль здесь играют тектонические разрывы диагональных направлений. Они локализованы, главным образом, в пределах двух зон повышенной тектонической трещиноватости горного массива, имеющих ширину от 140 до 180 м и протягивающихся в северо-западном и северо-восточном направлениях.

Разрывные структуры первой из этих зон (северо-западного простирания), пространственно совпадающей с кромкой береговых обрывов, отчетливо фиксируются в скальных обнажениях сарматских известняков. Эти структуры оказывают существенное влияние на формирование современного обвально-осыпного уступа (обрыва) аналогичного направления. Перманентное нарушение динамического равновесия блоков горных пород, расположенных в прибрежной части, вызванное абразионной деятельностью моря и интенсивной эрозией крутых склонов, привело к раскрытию многих из этих трещин. Протягиваясь в непосредственной близости от кромки обрыва параллельно или под острым углом к нему, эти разрывы могут активизироваться как трещины бокового отпора, провоцируя обвально-оползневые явления. В некоторых местах к разрывам северо-западного простирания приурочены деформации в строениях, как на территории монастыря, так и в пределах соседней воинской части. По-видимому, «грандиозные обвалы» при землетрясении 11 сентября 1927 г., в значительной степени были обусловлены наличием тектонических разрывов именно северо-западной ориентировки, негативно повлиявших на устойчивость присклоновой части горного массива. Следует отметить, что такую же ориентировку имеют многие тектонические нарушения Крымского региона, в том числе, наиболее близко расположенные к объекту исследований зоны региональных разломов – Одесско-Синопская и Чернореченская. Некоторые из них при сейсмическом районировании выделены в качестве зон возможного возникновения очагов землетрясений.

Зона развития тектонических разрывов северо-восточного простирания проходит за пределами территории храма-часовни Св. Георгия Победоносца, хотя и в непосредственной близости от нее. Рассекая горный массив поперек береговых уступов, эта система, по-видимому, представляет меньшую опасность. Тем не менее, ее высокая тектоническая активность в новейшее (послесарматское) время доказывается смещением контакта среднеюрских вулканитов и миоценовых известняков вдоль зоны дробления северо-восточного простирания. Трещинные структуры северо-восточной ориентировки являются проявлением зоны динамического влияния крупного Крымского (Предгорного) разлома северо-восточного простирания. Сами они, по-видимому, не представляют непосредственной угрозы с точки зрения образования обвально-оползневых срывов. Однако их наличие значительно облегчает возможность возникновения об-

валов и оползаний по разрывам северо-западного простираения, поскольку ослабляет боковое сцепление неустойчивых блоков со смежными, более устойчивыми массивами горных пород.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЧЕРНОМОРСКОГО ГИДРОФИЗИЧЕСКОГО ПОЛИГОНА КАК ЭЛЕМЕНТ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ БЕРЕГОВОЙ (ПЛЯЖНОЙ) ЗОНЫ ЮБК В РАЙОНЕ М.КИКИНЕИЗ

С.И.Казаков*, А.С.Кузнецов*, В.В.Долотов**

**Черноморский гидрофизический полигон, пгт Кацивели
edmhi@ukr.net*

***Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
vdolotov@mail.ru*

В Черноморском гидрофизическом полигоне (ЧГП) создана и развивается морская наблюдательная система, позволяющая осуществлять мониторинг состояния природной среды экспериментального полигона в районе м.Кикинеиз Южного берега Крыма. Одной из важных составляющих этой системы является развиваемая информационная система, которая позволяет решать задачи накопления и сохранения исторических и текущих данных наблюдений, представления их в виде, удобном для обработки, визуализации накопленной информации, первичной обработки.

Приводится краткая характеристика различных участков береговой и пляжной зон в районе м.Кикинеиз и Голубого залива. Обращается внимание на разный характер трансформации берега, в зависимости от района его расположения и различных процессов воздействия на береговую зону в результате хозяйственной деятельности.

Дается краткое описание технических средств контроля среды в районе полигона (стационарная океанографическая платформа, морской гидрометеорологический пост, маломерные суда и т.д.), исторических архивов данных наблюдений (гидрологических, метеорологических, уровня моря, динамики прибрежных вод), текущего состояния и перспектив развития информационной системы.

С целью представления большого массива исторической и текущей информации в виде, удобном для систематизации, хранения, контроля качества, первичной обработки и визуализации ее результатов, представления необходимой заказчику информации по различным параметрам, в ЧГП в последние годы сформирована и развивается информационная база данных (ИБД) наблюдений за состоянием

природной среды экспериментального полигона [1]. На текущий момент в ИБД наиболее полно представлены данные колебаний уровня моря, полученные посредством поплавкового мареографа, первые данные измерений которого были зафиксированы в 1949 г. В базу данных загружены результаты оцифровки диаграммных лент мареографа за последние 20 лет с временной дискретностью 1 мин.

Рост уровня моря является не последним фактором деформации береговой линии моря, приводящей к изменению или полному исчезновению пляжей. Черноморский берег Крыма протяженностью 700 км активно размывается на участке 570 км, из которых ранее 70 км были устойчивыми аккумулятивными формами. На фоне систематического роста уровня важную роль в отступлении береговой линии играют антропогенные факторы: изъятие из прибрежной полосы гальки и песка на нужды строительства, зарегулирование стока рек, научно необоснованное строительство гидротехнических сооружений, хаотичная застройка береговой полосы, террасирование крутых оползневых склонов берега для лесопосадок. Все эти факторы и сформировали нынешнюю береговую и пляжную зоны указанного региона.

Приведены результаты оценки систематического роста уровня моря по данным мареографа за последние 20 лет. Оценка производилась по ряду годовых аномалий уровня моря (из колебаний уровня моря удален сезонный ход). Показано, что уровень моря растет со скоростью порядка 2,7 мм/год. Эта величина несколько выше принятой (1,6 – 1,8 мм/год), хотя скорость роста уровня Мирового океана в последние годы действительно увеличилась. Конечно, учитывая незначительную длину ряда, нельзя с полной уверенностью говорить о статистической значимости данной оценки. Дальнейшая обработка диаграммных лент мареографа, загрузка данных в БД со временем даст возможность получить более достоверные и значимые оценки.

Таким образом, развитие информационной системы ЧГП путем включения в нее набора различных гидрометеорологических параметров (уровень, течения, атмосферное давление и т.д.), фотодокументов и др. дает возможность мониторинга береговой (пляжной) зоны с целью выработки рекомендаций по решению проблемы сохранения и восстановления пляжей Крыма.

1. Кузнецов А.С., Долотов В.В., Казаков С.И. Текущее состояние и перспективы развития информационной системы Экспериментального отделения МГИ // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014.– вып.28.– С.403-413.

ЭКСПРЕСС-МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЙ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ ОБИТАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ

И.С.Подымов, Т.М.Подымова

Южное отделение

*Института океанологии им.П.П.Ширшова РАН, г.Геленджик
podymov@coastdyn.ru, tpodymova@inbox.ru*

Работа посвящена разработке и внедрению в практику экспресс-метода расчета объемной активности радона (ОАР) по энергии распада вторичных продуктов.

На первом этапе исследования радонового потенциала Таманского п-ова был реализован метод лабораторного анализа отобранных в процессе натурных исследований проб. Высокая трудоемкость лабораторного метода не позволяла произвести детальное радоновое картирование исследуемых территорий. Была сделана попытка разработки экспресс-метода расчета объемной активности радона по энергии распада вторичных продуктов. Суть метода состоит в следующем. При распаде радона его изотопы, испуская альфа-частицы, превращаются в твердые радиоактивные изотопы. В цепочку распада входят короткоживущие изотопы ^{218}Po , ^{214}Pb и ^{214}Bi . Величина скрытой энергии объемной активности радона равна энергии распада дочерних короткоживущих продуктов и описывается уравнением [1]:

$$\text{ЭРОА}_{\text{Rn}} = \text{ОА}_{\text{Rn}} \cdot F = 0,1046A_{\text{Po}} + 0,5161A_{\text{Pb}} + 0,3793A_{\text{Bi}}, \quad (1)$$

где ЭРОА_{Rn} – эквивалентная равновесная объемная активность радона; ОА_{Rn} – объемная активность радона; F – коэффициент равновесия между ОАР и энергией распада дочерних продуктов; A_{Po} , A_{Pb} , A_{Bi} – объемные активности дочерних короткоживущих продуктов распада.

Для проведения лабораторного эксперимента использованы измеритель концентрации радона *CANARY* и $\beta\gamma$ -радиометр *GMC-320*. Радиометр *GMC-320* откалиброван по радиоактивному эталону, содержащему элемент ^{232}Th . Радиометр *GMC-320* не имеет возможности разделения энергии распада упомянутых изотопов полония, свинца и висмута по отдельности. Поэтому сделано допущение о фиксировании средней суммарной энергии распада этих изотопов. Второе граничное условие – определение суммарной объемной активности изотопов радона: ^{222}Rn и ^{220}Rn (торон). В этом случае уравнение (1) можно записать как

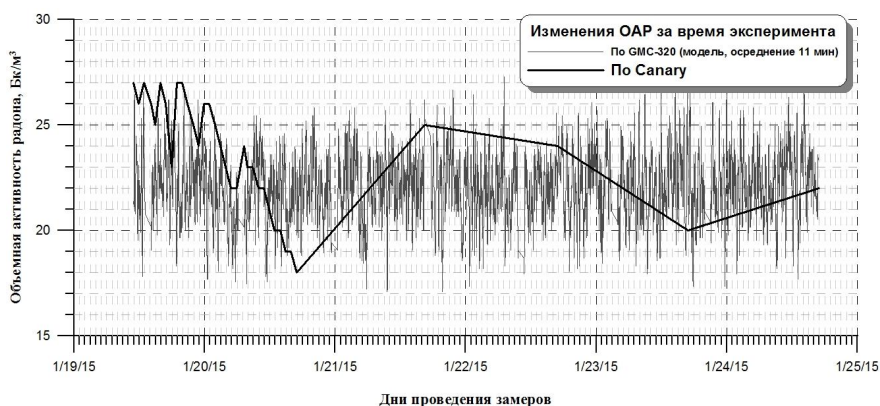
$$\text{ОА}_{\text{Rn}} = K A_{\text{Po+Pb+Bi}}, \quad (2)$$

где OA_{Rn} – суммарная объемная активность радона и торона, $A_{Po+Pb+Bi}$ – суммарная энергия распада вторичных продуктов, K – коэффициент равновесия между суммарной объемной активностью изотопов радона и суммарной энергией распада вторичных продуктов. В этом уравнении входной параметр – суммарная энергия распада вторичных продуктов, фиксируемая радиометром GMC-320, выходной параметр – суммарная объемная активность радона и торона.

В лабораторных условиях, по показаниям измерителя концентрации радона CANARY и $\beta\gamma$ -радиометра GMC-320, определен коэффициент равновесия K по 164060 распадам за 604800 с. С найденным коэффициентом K уравнение (2) имеет вид

$$OA_{Rn} = 1,357 A_{Po+Pb+Bi}. \quad (3)$$

Графики изменения ОАР за время эксперимента по показаниям измерителя радона CANARY и по уравнению (3) показаны на рис.



Р и с. Изменения объемной активности радона за время лабораторного эксперимента по показаниям измерителя радона CANARY и по модели.

Экспресс-метод расчета объемной активности радона по энергии распада вторичных продуктов позволяет на порядки увеличить скорость производства замеров ОАР и увидеть, какие изменения ОАР происходят внутри временных интервалов, недоступных для исследований классическим методом.

Исследования проводятся в рамках проектов РНФ 14-17-00547 и 14-50-00095.

1. *Источники, эффекты и опасность ионизирующей радиации.*– Доклад НКДАР ООН за 1988 г. В 2-х томах.– М.: Мир, 1992.– 560 с.

К ВОПРОСУ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ГИДРО-ГЕОДЕФОРМАЦИОННОГО ПОЛЯ С ЦЕЛЬЮ ПРЕДСКАЗАНИЯ ВОЗМОЖНЫХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ТЕКТОНИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ

И.С.Подымов, Т.М.Подымова

Южное отделение

*Института океанологии им.П.П.Ширшова РАН, г.Геленджик
podymov@coastdyn.ru, tpodymova@inbox.ru*

В 1982 г. Г.С.Вартанян и Г.В.Куликов сделали открытие о существовании в недрах Земли гидро-геодеформационного поля (ГГД-поле) [1]. Открытие указывало на то, что гидрогеосфера чувствительно реагирует на изменения напряженного состояния недр, в которых постоянно возникают короткоживущие структуры деформаций. Развитие этих структур закономерно связано с протекающими в недрах Земли геодинамическими процессами. При их активизации характер ГГД-поля подстраивается под активные в данный отрезок времени тектонические структуры. В местах, где в период геодинамической активности деформации превышают предел длительной прочности пород, происходят подвижки тектонических плит и землетрясения. Их интенсивность зависит от уровня и характера геодинамической активности, площади накопления напряжений, скорости протекания процессов, особенностей геологического и тектонического строения гипоцентральных зон и ряда других факторов.

При назревании крупных землетрясений возмущения в ГГД-поле охватывают площади в удалении многих тысяч километров от эпицентра. Период подготовки возмущений может составлять от 0,5 до 1,5 года до возникновения катастрофического события. Возмущения ГГД-поля также охватывают обширные площади после произошедшего события.

Многие особенности изменения напряженного состояния недр и подготовки землетрясений могут быть прослежены по развитию и изменению структуры ГГД-поля. Вопрос методов мониторинга состояния ГГД-поля на настоящее время остается открытым.

В ночь с 29 на 30 апреля 2011 г. на Таманском п-ове (в районе мыса Каменный) произошло неординарное геологическое событие: высокоамплитудное неотектоническое поднятие участка дна Азовского моря с захватом береговой полосы. Длина поднятия составила 475 м,

максимальная ширина обнажившегося морского дна – 65 м. Амплитуда поднятия морского дна более 5 м [2]. В месте произошедшего события поверхность Азовского моря была покрыта белой пеной.

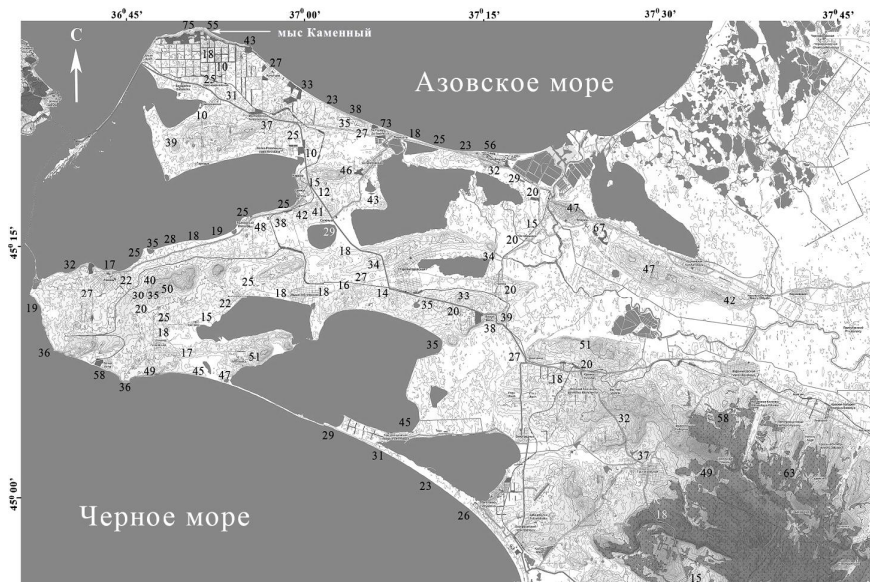
Проведенные наблюдения показали, что подъем морского дна обусловлен деформацией антиклинальной складки, т.к. поднятие было сложено из коренных пород, а не из продуктов извержения грязевого вулкана. Породы подверглись значительным деформациям и залегали под углом до 70° , как на поверхности поднятия, так и в абразионном уступе. Сейсмические разрезы, выполненные на подводном продолжении поднятия, зафиксировали аномалии, связанные с миграцией глубинных флюидов. Флюидизация разреза подтвердилась высокими значениями эманации радона из недр. Замеры объемной активности радона (ОАР) в подпочвенном воздухе в районе поднятия показали значения до 80000 Бк/м^3 .

Территория Таманского п-ова густо населена. В частности, в непосредственной близости от места произошедшего события находится поселок Приазовский. Чтобы обезопасить население полуострова от возможного радиационного воздействия дочерними продуктами распада радона, было решено произвести радоновое картирование упомянутых выше территорий. Для построения карты радонового загрязнения использована методика, изложенная в докладе [3]. Построенная карта распределения объемной активности радона в границах Таманского п-ова показана на рис. Результаты замеров показали, что в «спокойный» период ОАР для 80 % территорий Тамани лежит в диапазоне $13 - 25 \text{ Бк/м}^3$. В зонах тектонических нарушений ОАР достигает значений 100 Бк/м^3 . Во время экстремальных событий в некоторых зонах полуострова значения ОАР превышают 10000 Бк/м^3 .

На основе проведенных исследований и теории ГГД-поля [1] предложен метод мониторинга состояния ГГД-поля с целью предсказания возможных экстремальных ситуаций, связанных с тектонической нестабильностью. А именно, предлагается проводить мониторинг радонового поля в наиболее характерных местах антиклинальных зон. Например, в местах пересечения антиклиналей, крупных выходах действующих грязевых вулканов и т.п. Радиологические наблюдения 2014 г. за объемной активностью радона над поверхностью одного из самых крупных грязевых вулканов региона, на горе Карабетка, позволили выделить 12 минутные циклы радиационных аномалий, во время которых происходит 4-х кратное увеличение

активности бета гамма распада дочерних короткоживущих продуктов распада радона. Аналогичный мониторинг в разных точках позволит набрать статистику и увязать ее с последующими экстремальными ситуациями.

Исследования проводятся в рамках проектов РНФ 14-17-00547 и 14-50-00095.



Р и с. Карта распределения объемной активности радона в границах Тарманского п-ова.

1. *Вартанян Г.С., Куликов Г.В.* Гидро-геодеформационное поле Земли // ДАН СССР.– 1982.– т.262, № 2.
2. *Podymov I., Podymova T.* Anomalous Natural Phenomenon at the Coastal Zone of Azov Sea // Global Congress on ICM. Lessons Learned to Address New Challenges. Proceedings of EMECS 10 Medcoast 2013 Joint Conf.– Ankara, Turkey: BizimDijitalMatbaa, 2013.– v.1.– P.655-664.
3. *Подымов И.С., Подымова Т.М.* Экспресс-метод исследований объемной активности радона над поверхностью обитаемых территорий // Данное издание.– Севастополь, 2015.

МОНИТОРИНГ КРИТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ НА ОСНОВЕ НЕПРЕРЫВНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТОВ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ МЕТОДАМИ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

В.А.Канин, А.В.Пашенко, Г.Н.Алехин

*Республиканский академический научно-исследовательский и
проектно-конструкторский институт горной геологии,
геомеханики и маркшейдерского дела, г.Донецк
vulkanin@yandex.ru*

Азово-Черноморский регион относится к территориям с интенсивным развитием промышленных и сельскохозяйственных отраслей народного хозяйства и высокой плотностью населения, что определяет высокий уровень техногенного воздействия на окружающую среду. Из всех геодинамических явлений, происходящих в этом регионе, наибольшую опасность представляют оползни, которые в зависимости от характера проявления могут приводить к чрезвычайным ситуациям с трагическими последствиями.

Существующие методики оценки устойчивости оползнеопасных грунтов позволяют прогнозировать их критическое состояние только на момент проведения физико-механических исследований отобранных проб или гидрогеологических наблюдений. Вместе с тем, действие атмосферных осадков и грунтовых вод обуславливают постоянные изменения устойчивости оползнеопасных массивов.

Для текущего прогноза поведения оползнеопасных структур службы наблюдения за оползнями должны иметь данные, как по текущей влажности грунтов, так и по динамике протекающих в них гидродинамических процессов. Эта задача решается путем использования специальных датчиков для дистанционной передачи информации о влажности грунта в специализированный центр с использованием безлимитного диапазона радиочастот, а также ГИС «Гео-марк» для обработки информации с датчиков влажности, характера гидродинамических процессов и расчета критерия экологической опасности.

Разрабатываемая РАНИМИ система наблюдений и оперативной обработки большого объема информации позволит:

– оперативно рассчитывать устойчивость и критерии экологической опасности оползнеопасных структур;

- создавать компьютерные карты наблюдаемых территорий с указанием экологической опасности различных их участков;
- исключить эффект внезапности при возникновении экзогенных и техногенных оползневых процессов, что позволит региональным службам наблюдения своевременно подключать силы МЧС для выполнения профилактических мероприятий.

При разработке данной системы использованы результаты фундаментальных исследований «Разработка новых технологий предотвращения оползней на основе исследований условий и особенностей физико-химических процессов формирования оползнеопасных участков в Азово-Черноморском регионе», выполненных в 2006 – 2010 гг.

СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗОНЫ СОПРЯЖЕНИЯ СУША-МОРЕ ПОЛУОСТРОВА КРЫМ»

ОЦЕНКИ САМООЧИЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЭКОСИСТЕМЫ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ ПРИ СОВРЕМЕННОМ УРОВНЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БЕРЕГОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Е.Е.Совга*, Т.В.Хмара*, К.А.Слепчук*, И.В.Мезенцева**

**Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
science-mhi@mail.ru*

***Севастопольское отделение Государственного океанографического
института им.Н.Н.Зубова, г.Севастополь
lab_sea_chem@mail.ru*

Севастопольская бухта представляет собой полузамкнутую акваторию эстуарного типа с затрудненным водообменом. Она относится к числу морских акваторий, которые подвержены постоянному антропогенному воздействию в результате активного хозяйственного использования. В прибрежной зоне акватории Севастопольской бухты расположены судостроительные и судоремонтные предприятия, нефтебазы, ТЭЦ, предприятие «Крымвтормет» по судоразделке (в устье р.Черной), предприятия пищевой промышленности, воинские части. Бухта фактически выполняет роль резервуара, в который поступают промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды, а также ливневые воды с площади водосбора. Непосредственно в бухту эти сточные воды поступают по более чем тридцати выпускам, временным и постоянно действующим (рис.). Ежедневно в бухту сбрасывается до 10 – 15 тыс. м³ неочищенных или условно-чистых вод, с которыми в акваторию попадает широкий спектр загрязняющих веществ (ЗВ) в концентрациях, значительно превышающих допустимые нормы.

Современное экологическое состояние Севастопольской бухты считается критическим и требует научно-обоснованного подхода к его нормализации. Одним из путей нормализации экологического состояния морских экосистем является оценка способности морской экосистемы к самоочищению путем расчета ее ассимиляционной емкости (АЕ) по отношению к конкретному загрязняющему веществу.

Южный район Севастопольской бухты, к которому относятся бухта Южная и бухта Килен, характеризуется затрудненным водооб-

Для экосистемы Южной бухты оценивалась способность к самоочищению по отношению к неорганическим формам азота (нитриты, нитраты и аммонийный азот). Впервые получены оценки ассимиляционной емкости акватории Южной бухты по отношению к неорганическим формам азота как приоритетным загрязняющим веществам в ливневых и муниципальных стоках. Согласно полученной оценке, количество поступающего за год в акваторию Южной бухты неорганического азота не должно превышать 254 кг для нитритов, 30380 кг для нитратов и 6895 кг для аммонийного азота. Следует обратить внимание, что показанное количественное ограничение сбросов неорганического азота в акваторию допустимо только при равномерном, плановом поступлении загрязнения. В случаях аварийных залповых сбросов при оценке способности к самоочищению данной экосистемы следует ориентироваться на удельную величину АЕ, составляющую для нитритов – 0,0048, для нитратов – 0,58 и для аммонийного азота – 0,13 мкМ/л в сутки. При соблюдении указанных норм контролирующими органами экологическое состояние вод Южной бухты может постепенно улучшаться, что положительно повлияет на уровень загрязнения всей акватории Севастопольской бухты.

БОД МГИ: ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ

А.Х.Халиулин, Е.А.Годин, А.В.Ингеров,
Е.В.Жук, Т.В.Пластун, Л.К.Галковская

Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь

Прибрежные районы относятся к числу областей Мирового океана, которые на протяжении длительного времени активно используются человечеством. Состояние природной среды прибрежных зон и происходящие здесь процессы оказывают существенное влияние на жизнедеятельность населения и функционирование морехозяйственного комплекса приморских стран. Решение задач комплексного управления береговой зоной моря, исследования и анализ процессов, определяющих ее развитие и прогноз возможных изменений, нуждаются в надежном информационном обеспечении. Все это ведет к возрастанию роли океанологических данных и знаний при проведении экологических и океанографических исследований, проектных изысканий в прибрежной зоне, выработке различного рода рекомендаций по ее рациональному использованию и приня-

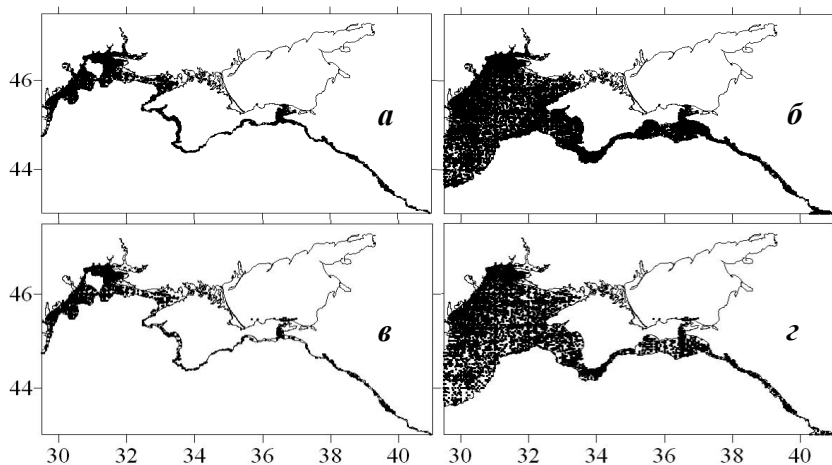
тию управленческих решений.

В отделе Морских информационных систем и технологий (МИСТ) МГИ в ходе выполнения национальных и международных проектов накоплен значительный опыт работ по формированию специализированных баз данных для информационного обеспечения исследований прибрежной зоны Черного моря. Такие специализированные базы формируются на основе данных Банка океанографических данных МГИ (БОД МГИ) и включают данные наблюдений по гидрологии (с 1890 г.) и гидрохимии (с 1923 г.) (табл., рис.1), а также гидрооптике, волнению, течениям, уровню моря и ряду других параметров.

Примерами БД для отдельных акваторий являются специализированные базы данных для Севастопольской бухты и залива Сиваш. Отдельную базу образуют данные наблюдений, выполненных на океанографической платформе в пос.Кацивели (с 1980 г.).

Т а б л и ц а . Количество гидрологических и гидрохимических станций, выполненных в прибрежной зоне Украины и России в Черном море.

параметры	глубина места			
	20 м	50 м	100 м	200 м
	количество станций			
гидрология	38613	60146	86755	91704
гидрохимия	5059	11554	16474	17764



Р и с . 1 . Распределение гидрологических станций: глубина места 20 м (а) и 200 м (б) и гидрохимических станций: глубина места 20 м (в) и 200 м (г), выполненных в прибрежной зоне Украины и России в Черном море.

Еще одним направлением работ является разработка и создание веб-сайтов. Так, в ходе реализации проекта *ENCORA-TTC* «Европейская сеть исследований прибрежной зоны» (основной целью проекта являлось создание механизмов для установления контактов между учеными, политиками и практиками, которые занимаются прибрежной зоной) был создан веб-сайт украинской информационной сети исследований прибрежной зоны *UkrNCORA* (рис.2, а). Другим примером работ в данном направлении является разработка веб-сайта проекта «Берег» (рис.2, б). Сайты содержат общую информацию о проектах, ходе их выполнения и полученных результатах. Отображены разделы: исследования; публикации; статьи по теме; конференции; полезные ссылки; фотоматериалы и др.



а



б

Рис.2. Главные страницы веб-сайтов информационной сети исследований прибрежной зоны *UkrNCORA* (а) и проекта «Берег» (б).

ЧЕРНОМОРСКИЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ПОЛИГОН – РЕГИОНАЛЬНО-АДАПТИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ СОПРЯЖЕНИЯ СУША-МОРЕ

А.С.Кузнецов*, В.А.Иванов**, А.С.Богуславский*, С.И.Казаков*

**Черноморский гидрофизический полигон, пгт Кацивели
edmhi@ukr.net*

***Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
vaivanov@inbox.ru*

Бурное развитие геоинформационных технологий связано с реальным возрастанием зависимости человечества от природных условий. Совершенствование возможностей контроля и прогнозирования основных компонентов геосистемы, в том числе проблема сохранения и восстановления пляжей Крымского п-ова, расположенных в зоне сопряжения суша-море, является актуальной проблемой. В обеспечении качественных прогнозов состояния окружающей среды особое место занимает оперативный мониторинг атмосферных процессов, динамики морских потоков энергии и вещества, методов обработки, накопления, анализа и интерпретации информации для эффективного решения прикладных задач.

Черноморский гидрофизический полигон (ЧГП) локализован возле мыса Кикинеиз в зоне рекреации, интенсивного промысла и морских транспортных коммуникаций вдоль Южного берега Крыма (ЮБК) и существует для проведения климатических фундаментальных, прикладных и междисциплинарных исследований, испытаний новых образцов морской техники и технологий. Специально оборудованный стационарный наблюдательный полигон – проверенная многолетней практикой информационная технология [1] надежного получения и эффективного использования контактных натурных данных *in situ* для обеспечения контроля дистанционных аэрокосмических средств, верификации современных модельных разработок в зоне сопряжения суша-море, разработки, сертификации и тестирования перспективных методик решения прикладных задач.

Базовыми элементами регионально-адаптированной системы контроля состояния прибрежных вод Черного моря является ряд самостоятельных и взаимодействующих между собой подсистем, определяющих характеристики наиболее информативных компонентов природной среды различными перспективными технологическими средствами. К ним относятся: распределенная техническая сеть из-

мерителей гидрометеорологических характеристик приповерхностного слоя атмосферы над сушей и над морем для исследований потоков переноса вещества и энергии в зоне сопряжения прибрежного экотона суши и моря; локально распределенная по акватории полигона техническая сеть измерительных антенн для исследований пространственно-временной изменчивости океанографических характеристик и потоков переноса водных масс в прибрежном экотоне моря; морской информационно-аналитический центр для формирования и ведения информационных ресурсов (баз данных и знаний) по морским метеорологическим, гидрологическим, гидродинамическим и др. природным условиям.

Результаты многолетнего натурального эксперимента (2009 – 2013 гг.) по исследованию динамики прибрежных течений, полученные по новой информационной технологии как совокупности перспективных измерительных средств, способов постановки натурального эксперимента, контроля качества натурных данных и комплексной обработки векторной информации [1], позволили достоверно исследовать режим, энергетику, вертикальную структуру и пространственно-временную изменчивость прибрежных течений в регионе.

В работе предоставлены результаты дальнейшего комплексного анализа натурных данных за 2014 г. по совместной изменчивости динамики течений и гидрометеорологических характеристик, что позволило установить природные закономерности и выявить причинно-следственные связи исследуемых природных процессов и явлений в регионе.

1. *Кузнецов А.С., Иванов В.А., Зима В.В.* Особенности динамики течений у южного берега Крыма и перспективы использования информационной технологии полигонных исследований // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014.– вып.28.– С.42-50.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИКА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ МОРЯ

И.Е.Тимченко, Е.М.Игумнова

Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь.

Прибрежные зоны моря (ПЗМ) представляют собой органичное соединение двух природных систем: экономической системы приморской территории и экологической системы прибрежной части моря, которые обладают уникальными свойствами и ставят специ-

фические задачи управления устойчивым развитием. Экологическая экономика исходит из системных концепций целостности природы и общества в вопросах рационального природопользования и постулирует конечный объем природных ресурсов, которые способны предоставить людям природные экосистемы. В приложении к прибрежным зонам моря устойчивое развитие означает последовательное принятие правильных решений по умножению и использованию природных и экономических ресурсов, которые обеспечивают экономический рост производства и увеличение благосостояния населения одновременно с охраной окружающей среды. Последовательное принятие правильных решений невозможно без информационной (компьютерной) поддержки, поскольку для правильного управления ресурсами ПЗМ необходимо удовлетворять одновременно нескольким критериям качества управления, зачастую входящим в противоречие друг с другом. Критически важно иметь прогностические сценарии последствий любых решений в области природопользования. Поэтому управление устойчивым развитием социальной эколого-экономической системы прибрежной зоны моря нуждается в компьютерных моделях, имитирующих возможные сценарии развития как средство поддержки принимаемых решений.

В докладе рассматривается перспектива применения системной концепции адаптивного баланса влияний для построения компьютерных моделей управления развитием ПЗМ. Приведены основные уравнения метода адаптивного баланса влияний (*ABC*-метода), основанного на этой концепции, и показано, что эколого-экономические модели ПЗМ, построенные этим методом, удовлетворяют принципам экологической экономики.

Приведена базовая экономическая модель береговой части ПЗМ, ее основные уравнения и примеры сценариев экономических процессов, прогнозируемых моделью, при различных вариантах управления ресурсами. *ABC*-метод позволяет формализовать причинно-следственные зависимости между процессами в морской экосистеме и объединить уравнения модели экосистемы с уравнениями экономической модели. Показаны примеры управления сценариями развития в объединенной модели по критерию баланса экономической выгоды от потребления природных ресурсов и покрытия неизбежных расходов на охрану морской среды от загрязнений.

Отмечена необходимость использования в моделях ПЗМ агентов управления балансом природопользования, отвечающих кон-

цепции ресурсного лимитирования развития морских организмов. Приведены примеры контроля за уровнями загрязнения и биоразнообразия морской среды путем наложения штрафов за производство загрязнений. Показаны экономические преимущества перевода производства на ресурсосберегающие технологии.

Предложены методы усвоения данных дистанционного зондирования морской поверхности и результатов численного моделирования динамики морской среды в адаптивных моделях морских экосистем. Делается вывод о целесообразности использования адаптивных моделей ПЗМ для построения имитационных сценариев развития эколого-экономических процессов.

АДАПТИВНАЯ МОДЕЛЬ РЕКРЕАЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КРЫМА

И.Е.Тимченко, Е.М.Игумнова,
С.М.Солодова, Ю.И.Никифоров

Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь

Рекреационная привлекательность прибрежной зоны Крыма может быть определена как потенциальное число рекреантов (отдыхающих и туристов), которые хотели бы провести некоторое время на территории этой зоны с целью отдыха и туризма. Количественно рекреационную привлекательность характеризует некоторый индекс, который измеряет спрос на основной продукт экономической системы прибрежной зоны Крыма – обеспечение рекреанта всем необходимым для полноценного отдыха. Индекс зависит от большого числа факторов, главными из которых являются уникальные природно-климатические условия Крыма, инфраструктура курортных объектов и сервисное обслуживание. В ряде работ авторов доклада проблемы использования рекреационного потенциала прибрежной зоны моря были рассмотрены с общих позиций системного подхода. Было показано, что рациональное потребление рекреационных ресурсов должно быть основано на балансе экономической рентабельности производства рекреационных услуг и уровня природоохранной деятельности, поддерживающей экологическое состояние рекреационной зоны.

Для того чтобы найти условия баланса доходов и расходов от предоставления рекреационных услуг, необходима модель эколого-экономической системы курорта, с помощью которой можно имити-

ровать сценарии экологического состояния приморской территории и ее пляжной зоны (уровень загрязнения, индекс биологического разнообразия природной среды). Параллельно модель должна прогнозировать сценарии экономической рентабельности курорта при различных вариантах природоохранной деятельности, финансируемых из его прибыли.

В данной работе рассмотрен пример подобной модели эколого-экономической системы, разработанной в отделе системного анализа МГИ РАН с использованием метода адаптивного баланса влияний. Этот метод, предложенный в отделе, позволяет строить компьютерные модели сложных систем с помощью обыкновенных дифференциальных уравнений модульного типа, обладающих свойствами взаимной адаптации моделируемых процессов и их приспособления к внешним влияниям на систему (управлениям). Пример приведен с целью демонстрации принципов управления балансом природопользования. Поэтому объектом моделирования считается типичная прибрежная зона Крыма, рекреационная привлекательность которой зависит от трех основных видов ресурсов: природной среды, инфраструктуры курорта и сервисного обслуживания рекреантов.

В целях упрощения считалось, что главные рекреационные ресурсы территории Крыма зависят от двух основных видов ресурсов: инфраструктуры и сервисного обслуживания рекреации и стоимости поддержания уровня загрязнения этого участка территории (в том числе пляжа) ниже установленного предела. Уровень загрязнения зависел от объема оказываемых рекреационных услуг и от активности природоохранных действий. Начальные оценки рекреационной привлекательности отдельных участков территории Крыма были построены с учетом плотности населения, удаленности участка от пляжей и его транспортной доступности.

Были рассмотрены три варианта управления сценариями эколого-экономических процессов: наложение штрафов за загрязнение природной среды, перевод курорта на экологически чистые технологии производства рекреационных услуг и учет влияния природно-климатических факторов. Приведены результаты имитационных экспериментов для каждого из вариантов управления. Делается вывод о перспективности применения адаптивных моделей эколого-экономических систем прибрежной зоны моря для нахождения рационального управления рекреационной привлекательностью Крыма.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОТОКИ КИСЛОРОДА НА ГРАНИЦЕ С ДОННЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ В БУХТАХ СЕВАСТОПОЛЯ

Н.А.Орехова, С.К.Коновалов

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
naorekh-2004@mail.ru*

Высокое содержание органического вещества (более 4 %) и мелкодисперсный характер осадков Севастопольской бухты способствовали активному потреблению кислорода, поднятию границы анаэробных условий в донных отложениях ближе к их поверхности, с последующим развитием анаэробных условий в придонном слое вод. Распределение сульфидов в донных отложениях Севастопольской бухты в значительной степени контролировалось железом: высокие концентрации железа в донных отложениях приводили к снижению содержания свободного сероводорода за счет взаимодействия этих компонентов, с последующим образованием сульфидов железа. В результате процессы в донных отложениях Севастопольской бухты преимущественно протекали с участием железа и марганца в верхнем слое отложений (до 50 мм), процессов сульфатредукции и реакций образования моносulfидов железа, а кислород не являлся основным окислителем органического вещества. Величина потока кислорода на границе с донными отложениями Севастопольской бухты изменялась незначительно и в среднем составила $2 \text{ М/}(\text{год}\cdot\text{м}^2)$ в холодный период (октябрь, декабрь, январь, март). В теплый период года (июнь, июль, сентябрь) кислород в донных отложениях преимущественно отсутствовал. С учетом величины потока кислорода и его концентрации в придонном слое вод было рассчитано время, за которое кислород будет исчерпан из придонного слоя вод при условии отсутствия его источников. Эта величина составила ~ 1 месяц.

Малое содержание органического углерода (менее 3 %) в донных отложениях бухты Омега и преимущественно песчаный характер отложений способствовали тому, что кислород проникал в толщу отложений до 50 мм. В более глубоких слоях донных отложений преобладали процессы с участием окисленных соединений азота. Рассчитанные величины потоков кислорода на границе с донными отложениями б.Омега изменялись от $-0,001$ до $0,154 \text{ М/}(\text{год}\cdot\text{м}^2)$ в зависимости от времени отбора проб, а время исчерпания кислорода в придонном слое вод (около 1 м над поверхностью осадка) составило ~ 2 года.

Донные отложения прибрежных районов отличаются малым временем отклика на происходящие в системе изменения, что проявлялось в сезонной изменчивости характеристик поровых вод донных отложений.

В Севастопольской бухте это проявлялось в уменьшении концентрации кислорода придонного слоя вод и глубины проникновения его в толщу отложений в летний период и увеличения вклада процессов с участием железа и марганца.

Сезонная динамика полярнографически активных соединений в донных отложениях бухты Омега, как и следовало ожидать, показала, что в теплый период, когда растворимость кислорода в водах снижается и застойные явления выражены более ярко, кислород, хоть и был основным окислителем органического вещества, однако его концентрация в придонном слое воды и в толще донных отложений, а также глубина его проникновения в отложения была меньше, чем в зимний период. Граница слоя, в котором биогеохимические процессы контролировались окисленными формами азота, приближалась ближе к поверхности отложений.

Таким образом, распределение кислорода в поровых водах донных отложений бухт севастопольского региона в наибольшей степени зависит от гранулометрического состава, органического вещества и сезонной изменчивости гидрохимических параметров.

СОДЕРЖАНИЕ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО РАЙОНА ШЕЛЬФА КРЫМА В 2012 – 2014 ГГ.

С.И.Кондратьев, О.Н.Козловская

Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь

Вся шельфовая часть Черного моря, независимо от того, к экономической зоне какой страны она относится, является акваторией, подверженной постоянному и интенсивному антропогенному воздействию. Нагрузка на шельфовые воды опасна еще и тем, что Основное Черноморское течение (ОЧТ) препятствует проникновению шельфовых вод вглубь моря, «запирая» их у берега. При гидрохимическом мониторинге различных районов шельфа Черного моря следует выбрать район, наименее подверженный антропогенному влиянию и при этом доступный для проведения регулярных экспедиционных работ, и использовать характеристики вод этого района в качестве

Т а б л и ц а . Концентрация растворенного кислорода (мл/л) и биогенных элементов (мкмоль/л) в верхнем пяти-метровом слое вод в районе СОП в различные сезоны 2012 – 2014 гг.

съемка элемент	2012 г.				2013 г.		2014 г.	
	22 мая – 1 июня	24 июля – 9 авг.	2 – 12 октября	22 нояб. – 3 дек.	17 мая – 2 июня	4 – 11 сент.	28 нояб. – 4 дек.	13 мая – 2 июня
O_2 , мл/л	6,97 ± 0,44	5,44 ± 0,13	5,52 ± 0,06	6,12 ± 0,07	6,56 ± 0,37	5,92 ± 0,69	6,35 ± 0,07	5,78 ± 0,09
O_2 , %	103,4 ± 4,5	105,9 ± 2,9	100,1 ± 1,3	95,1 ± 0,9	106,8 ± 4,17	102,1 ± 5,1	96,1 ± 1,9	107,1 ± 2,36
фосфаты ($P-PO_4$)	–	0,03 ± 0,05	0,02 ± 0,03	0,04 ± 0,04	0,38 ± 0,36	0,75 ± 0,58	0,01 ± 0,02	0,09 ± 0,18
кремне- кислота (Si)	–	1,32 ± 0,99	0,47 ± 0,12	1,68 ± 0,74	2,62 ± 0,93	0,81 ± 0,84	2,75 ± 1,72	1,63 ± 0,73
Σ нитригов и нитратов	–	0,47 ± 0,63	1,09 ± 0,01	2,82 ± 1,8	0,65 ± 0,88	0,36 ± 0,24	2,34 ± 0,75	0,2 ± 0,19
								1,36 ± 0,11

«фоновых» значений.

Отдел биогеохимии моря МГИ в различные сезоны 2012 – 2014 гг. проводил исследования гидрохимического состава вод на стационарной океанографической платформе (СОП) в пгт Кацевели, находящейся в районе шельфа, практически не подверженном антропогенному влиянию. Здесь на трех горизонтах 0; 0,5 и 5,0 м три – четыре раза в сутки в течение 2-х – 3-х недель определяли содержание растворенного кислорода и неорганических форм элементов главного биогенного цикла, а именно, содержание фосфатов, кремнекислоты и суммы окисленных форм азота. Полученные результаты представлены в таблице, где для каждой проведенной съемки, для верхнего пятиметрового слоя вод, приведены средние концентрации и величина стандартного отклонения σ.

Полученные данные показывают, что каких-либо значительных отличий в концентрациях растворенного кислорода и биогенных элементов в верхнем пятиметровом слое воды за весь период исследований обнаружено не было. Это позволяет предположить следующие значения насыщения вод кислородом и концентраций биогенных элементов, которые следует ожидать в поверхностных водах шельфовых районов Черного моря, не подверженных за-

грязнению: кислород в летний период – 106 – 107 % насыщения; кислород в зимний период – 95 – 96 % насыщения, сумма нитратов и нитритов – менее 0,1 мкмоль/л; фосфаты – менее 0,1 мкмоль/л; кремнекислота – менее 2 мкмоль/л.

Полученные результаты могут быть использованы как фоновые и позволяют оценить уровень отклонения шельфовых зон Черного моря от экологически благополучных районов.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ КОМПОНЕНТОВ КАРБОНАТНОЙ СИСТЕМЫ В ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ

Д.С.Хоружий, Е.В.Медведев, О.Г.Моисеенко

Морской гидрофизический институт, г.Севастополь

Зоны контакта моря и суши представляют интерес в исследовании формирования гидрохимических характеристик морских вод прибрежных районов. Высокая интенсивность эрозионных, морфологических и седиментационных процессов, характерная для таких зон, оказывает влияние как на химический состав прибрежных вод, так и на состояние биоты шельфовой акватории вследствие поступления растворенных солей и взвеси, изменения концентрации растворенного кислорода и диоксида углерода. Под влиянием биогеохимических процессов в прибойной зоне изменяется соотношение компонентов карбонатной системы – основной буферной системы морских вод. На основании анализа динамики концентрации растворенного неорганического углерода (TCO_2) и соотношения компонентов карбонатной системы в прибрежной зоне можно косвенно оценить интенсивность эрозионных процессов береговой линии в разных условиях.

В ходе экспедиционных исследований на стационарной океанографической платформе выполнялись прямые измерения равновесного парциального давления углекислого газа в морской воде и атмосфере (pCO_2), общей щелочности (Alk), водородного показателя (pH), концентрации растворенного неорганического углерода (TCO_2), а также определялись гидрологические характеристики. На основании полученных экспериментальных данных был выполнен расчет компонентов карбонатной системы с использованием в качестве исходных данных результатов определения pH и Alk . Результаты ряда измерений, а также расчета компонентов карбонатной системы в холодное время года представлены в таблице.

Т а б л и ц а . Результаты расчета компонентов карбонатной системы в поверхностном слое воды.

		[CO ₂], мкмоль/ кг	HCO ₃ ⁻ , мкмоль/ кг	CO ₃ ²⁻ , мкмоль/ кг	pCO ₂ , мкАтм	pH	TCO ₂ , мкмоль/ кг	ΔTCO ₂ , %
ноябрь 2012 г.	мин	9,9	2541,4	304,0	336,0	8,383	2856,8	1,8
	макс	11,4	2612,4	335,9	350,1	8,430	2909,2	
	средн	10,6	2573,9	320,1	341,2	8,405	2881,9	
ноябрь 2013 г.	мин	10,1	2581,6	236,1	320,2	8,296	2857,4	4,2
	макс	16,1	2796,0	337,0	469,4	8,430	2978,4	
	средн	12,0	2663,7	299,8	348,6	8,385	2897,1	
октябрь 2014 г.	мин	9,0	2470,6	288,2	339,0	8,277	2844,1	1,2
	макс	13,3	2658,0	376,3	370,7	8,410	2877,9	
	средн	9,8	2514,6	355,7	353,8	8,385	2857,9	

Концентрация TCO₂ относится к консервативным показателям состава морской воды, и ее значения, как правило, лежат в узком диапазоне: за весь период наблюдений относительная амплитуда колебаний TCO₂ составила 9,6 % от среднего значения. Более высокие значения TCO₂ отмечались в теплое время года, когда у берегов Крыма происходят апвеллинги – подъемы к поверхности с более глубоких горизонтов холодных вод, обогащенных соединениями биогенных элементов. Одним из следствий апвеллингов является повышение первичной продуктивности деятельного слоя моря и увеличение фотосинтетической ассимиляции неорганического углерода, приводящее к смещению равновесия между компонентами карбонатной системы.

Ход концентрации TCO₂ в холодное время года отличался рядом особенностей. Относительная амплитуда изменения TCO₂ лежала в более узком диапазоне по сравнению с теплым временем года. В частности, в ноябре 2012 и октябре 2014 гг. она составляла 1,8 и 1,2 % соответственно. Однако в ноябре 2013 г. эта величина достигла 4,2 %, что было обусловлено происходившим в течение двух суток штормом. Течением в район проведения исследований были вынесены воды прибойной зоны, что привело к резкому изменению гидрохимических характеристик морской воды. В частности, было отмечено повышение концентрации TCO₂ до значений, ставших максимальными по результатам трех съемок в это время года. Одновременно наблюдалось увеличение pCO₂ и снижение водородного пока-

зателя до значений, характерных для теплого времени года. Данные изменения сразу отразились на соотношении компонентов карбонатной системы: произошло увеличение концентрации иона HCO_3^- и растворенного CO_2 при уменьшении концентрации иона CO_3^{2-} .

По современным представлениям для холодного времени года характерно уменьшение влияния биоты на процессы, определяющие направление реакций цикла углерода. Некоторые результаты наблюдений указывают на возрастание роли абиогенных факторов в этот период. Описанные наблюдения свидетельствуют о том, что компоненты карбонатной системы являются чувствительным индикатором изменений гидрологической и метеорологической обстановки. Повышение концентрации TCO_2 и величины $p\text{CO}_2$ указывает на возможный вклад процесса эрозии карбонатных компонентов береговых пород в бюджет растворенного неорганического углерода вод шельфовой зоны. Оценка масштаба влияния прибойной деятельности и выявление закономерностей поступления растворенного TCO_2 в разные сезоны требуют более длительного и систематического мониторинга.

РАЙОНИРОВАНИЕ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ НА ОСНОВЕ ИНДЕКСОВ СОСТОЯНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ

О.Г.Моисеенко, Н.А.Орехова, С.К.Коновалов

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
olga.moiseenko.65@mail.ru*

В настоящее время активно ведется работа по созданию методик оценки состояния природных систем, в том числе морских, с целью научного обеспечения процесса принятия решений и интегрированного управления качеством окружающей среды в условиях значительной антропогенной нагрузки и наблюдаемых изменений климата. Одной из основных оценок в таких работах является устойчивость системы. Для определения интегрального показателя оценки устойчивости региональной системы необходимо учитывать экономические, социальные и экологические показатели. Экологические показатели должны отражать состояние природной среды, уровень антропогенного воздействия, степень использования природных ресурсов и быть понятными для широкого круга специалистов и руководителей, занимающихся проблемами устойчивого эколого-экономического развития. Совокупность этих показателей должна представлять собой удобную оценочную шкалу, которой можно руково-

дствоваться, принимая стратегические решения по менеджменту прибрежных акваторий с учетом вышеупомянутых воздействий на среду.

Предлагаемый нами набор индексов и показателей отражает уровень загрязнения ($PLI_{estuary}$), состояние основного природного цикла углерода (γ -параметр) и кислородного режима акватории (время истощения кислорода в придонном слое вод) и является эффективным инструментом для районирования отдельно взятой прибрежной акватории с целью определения наиболее загрязненных зон и районов экологического риска.

Для Севастопольской бухты используемый ансамбль индексов и показателей позволил оценить современный экологический статус бухты как критический ($PLI_{estuary} = 2,94$, $\gamma = 0,46$, время полного истощения кислорода в придонном слое вод составляло в среднем несколько дней), а состояние экосистемы, как необратимое в существующих условиях изменение, приводящее к нарушению организации данной системы.

На основании значений PLI_{site} в Севастопольской бухте выделены четыре провинции: слабо загрязненная восточная часть бухты, загрязненные центральная и южная и чрезвычайно загрязненная западная (средние значения PLI_{site} равны 5,8; 1,7; 2,6 и 0,1 соответственно). Однако по двум оставшимся показателям (γ -параметр и время истощения кислорода в придонном слое вод) западная провинция, граничащая с Севастопольским рейдом, является благополучной. Выделение ее, как чрезвычайно загрязненной по PLI_{site} , связано с тем, что здесь в донных отложениях были обнаружены концентрации Cd , значительно превышающие пороговые, соответственно, PLI_{Cd} здесь оказались близкими к нулю, что и понизило индекс в целом. От Южной бухты к кутовой части Севастопольской бухты и, особенно, в самой Южной бухте цикл углерода функционирует с накоплением C_{org} в донных отложениях, что отражается на времени истощения кислорода, которое в Южной бухте минимальное, здесь наиболее часты случаи гипоксии. Таким образом, наиболее загрязненной зоной, в которой внешние воздействия привели к ощутимому сдвигу естественно-природных равновесий, является Южная бухта.

Индексы и показатели, включенные в ансамбль, являются относительными величинами, что позволяет определять статус объектов с различными географическими, биогеохимическими, климатическими и антропогенными условиями жизнедеятельности прибрежных акваторий.

КОНФЛИКТЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА ОЗЕРА ДЖАРЫЛГАЧ В КРЫМУ

Л.М.Соцкова, И.В.Окара

*Крымский федеральный университет им.В.И.Вернадского,
Таврическая академия, г.Симферополь
slms1492@yandex.ua*

Уникальное соленое озеро Джарылгач со специфическим составом рапы и грязей относится к Тархункутской группе озер Крыма. Объем грязей водоема оценивается в 3,0 млн. м³ (около 13 % всех запасов лечебных грязей Крыма) [1]. Территория водосборного бассейна озера подвергается интенсивной антропогенной нагрузке. Основная часть территории водосбора (75 %) занята сельскохозяйственными землями под зерновыми и техническими культурами. В пределах водосбора выделены 12 конфликтов природопользования. Критерий выделения – несоответствие современных показателей пелоидов нормативным критериям сульфидных грязей. Источники конфликтов – несоблюдение водоохранного режима озера и грязевых залежей, застройка не канализированными жилыми домами сел Межводное, Водопойное, Новоульяновка, Зайцево, Снежное, несанкционированные скважины отбора подземных вод, ежегодный рост неорганизованной рекреации, использование минеральных удобрений, пестицидов и гербицидов на сельскохозяйственных землях, непосредственно прилегающих к водоему, браконьерство. Генезис конфликтов – несоблюдение водоохранного режима озера и грязей. Наиболее опасны – открытые, интенсивные конфликты – водохозяйственный-селитебно-природоохранный, рекреационно-природоохранный, браконьерство и сельскохозяйственный. Своеобразным узлом совпадения и наложения границ различных конфликтов являются морская пересыпь и западное побережье озера. Согласно расчетам, с территории водосборного бассейна поступает 664000 тыс. м³ сточных вод. Направления и пути потоков, объемы загрязненных масс, особенности фильтрационных процессов не ясны вследствие отсутствия мониторинга. Геоэкологические обследования Джарылгачского месторождения лечебной грязи и рапы в 2006 – 2008 гг. показали снижения общей минерализации до 95 – 117 г/дм³. Атомно-абсорбционное определение тяжелых металлов на 100 г сухой грязи: никеля – 1,25 мг; свинца – 1,1 мг; кадмия – 0,1 мг; меди – 2,4 мг [2]. Озеро выполняет функцию коллектора поверхностного и

92

подземного стока и чрезвычайно быстро реагирует на изменения природных и антропогенных факторов, приводящих к опреснению (формированию нового химического состава), загрязнению и риску утраты бальнеологических ресурсов. Выявление конфликтов природопользования на территории водосборного бассейна озера Джарылгач способствует их разрешению и тем самым содействует охране особо ценного природного объекта. Необходимы создание нормативно-технологической базы, обеспечивающей принятие решений о степени риска необратимого загрязнения водоема, организация мониторинга, разработка перечня мероприятий нацеленных на выведение озера из критического состояния.

1. *Фомичева Ю.М.* Детальная разведка грязевого месторождения озера Джарылгач (отчет).– М.: Геоминвод, 1977.– 180 с.
2. *Отчет о геоэкологической работе: Рекогносцировочное геоэкологическое обследование Джарылгачского месторождения лечебной грязи и рапы.*– Саки, 2006.– 103 с.

ВОДОБАЛАНСОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЗОВСКОГО МОРЯ

Т.Ю.Тимошенко, Н.Н.Дьяков, А.А.Белогудов

*Севастопольское отделение Государственного океанографического
института им.Н.Н.Зубова, г.Севастополь
tanatimosh@yandex.ua*

Водный баланс является одним из основных факторов, определяющих термохалинную структуру вод Азовского моря, и в настоящее время формируется под воздействием климатической изменчивости и хозяйственной деятельности человека. Особенностью водного баланса Азовского моря является существенная зависимость его приходных и расходных частей от водообмена с Черным морем и от антропогенного преобразования стока рек в море. Учитывая тот факт, что водообмен через Керченский пролив также зависит от объема стока и его распределения в течение года [1], хозяйственная деятельность человека в современный период (с 1952 г.) во многом определяет как многолетний и внутригодовой ход компонентов водного баланса, так и состояние экосистемы Азовского моря в целом [2]. Негативное влияние антропогенного воздействия (изъятие части стока рек) на составляющие водного баланса моря, проявляющееся в увеличении солености и снижении биопродуктивности моря, может усиливаться или уменьшаться вследствие изменений глобальной атмосферной

циркуляции. Расчет водного баланса Азовского моря в настоящее время проводится по методике [2] и сопряжен с рядом трудностей, связанных с отсутствием данных станций Украины, а также несовершенством методик расчета. Вследствие этого нами выполнено уточнение методик расчета и исследование многолетней изменчивости компонент водного баланса моря (стока рек, атмосферных осадков, уровня моря, водообмена через Керченский и Генический проливы).

Как показали проведенные исследования для расчета количества атмосферных осадков, выпадающих на поверхность Азовского моря, целесообразно использовать массив данных осадков *GPCP* (*Global Precipitation Climatology Center*) за 1910 – 2014 гг. Массив представляет собой интерполяцию данных наблюдений на метеостанциях на сетку $0,5^\circ \times 0,5^\circ$, выполненную в рамках проекта *WCRP* (*World Climate Research Program*). Сравнение значений расчетных величин осадков, выпадающих над морем, по массиву *GPCP* и по данным морских береговых станций (без учета модульных коэффициентов) показывает небольшие расхождения месячных и особенно годовых величин. Данные *GPCP* поступают практически в режиме реального времени на мелкой сетке, что позволяет рассчитывать в оперативном режиме с приемлемой точностью величину атмосферных осадков для водного баланса.

По данным натурных наблюдений исследована динамика вод в Геническом (Тонком) и Керченском (северная узость) проливах. Рассмотрен режим течений, расходов воды и солей в проливах для различного уровня антропогенного воздействия на гидрологический режим Азовского моря и зал. Сиваш. Произведены расчеты составляющих водо- и солеобмена через проливы и исследована их многолетняя изменчивость. Выполнено сопоставление расчетных значений компонент водообмена через проливы с данными многолетних натурных наблюдений.

Уточнены величины суммарного стока рек в Азовское море. Основной проблемой при расчетах этого компонента водного баланса ранее являлась невозможность точного учета стока малых рек. Определено, что его приближенная величина может быть принята равной $2,0 \text{ км}^3/\text{год}$ при естественном режиме (до 1950 г.) и $1,5 \text{ км}^3/\text{год}$ – в современных условиях.

1. *Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1: Азовское море.* – Севастополь, 2009. – 402 с.
2. *Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том V. Азовское море.* – СПб: Гидрометеониздат, 1991. – 236 с.

ВЛИЯНИЕ КАТАСТРОФИЧЕСКОГО ПАВОДКА НА ГИДРОХИМИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ

В.К. Часовников

Южное отделение

*Института океанологии им.П.П.Ширшова РАН, г.Геленджик
chasovn@mail.ru*

Выполнение регулярных океанологических работ на 5-мильном разрезе, в экспедиционном сезоне 2012 г., позволили оценить масштабы воздействия катастрофического наводнения в Геленджике на гидрохимический режим прибрежных вод моря.

По данным Росгидромета за вечер 6 июля в Геленджике выпало до 231 мм осадков, количество которых превысило месячную норму в 4 – 5 раз. За время ливня на р.Ашамба было зафиксировано две волны паводка: уровень в створе временного гидропоста (500 м от устья) поднимался более чем на 4,5 м (река выходила из берегов). По подсчетам с водосбора реки в бухту попало порядка 17,5 млн. м³ пресной воды.

В таблице представлены значения химических показателей и их отношение до и после чрезвычайной ситуации (ЧС).

Как видно из таблицы, фоновые концентрации в прибрежной зоне моря увеличились в разы и даже сотни раз, максимальные превышения характерны для фосфатов (в 446 раз), нитратов (в 127 раз) и аммиака (в 21 раз). Поскольку в морскую среду попало огромное количество пресной воды, соответственно произошло увеличение щелочности (в 1,3 раза) и понижение значений pH. Влияние наводнения на химический состав прибрежных вод по отдельным параметрам ощущалось в течение месяца.

Графическое представление и анализ построенных разрезов показывает, что в сторону открытого моря влияние паводка распростра-

Т а б л и ц а . Величины гидрохимических параметров и их отношение до и после наводнения на прибрежной станции (изобата 10 м).

гидрохимические параметры, мкМ									
конц./дата	NH_4	NO_3	NO_2	$N_{tot.}$	PO_4	$P_{tot.}$	Si	pH	Alk
$C_{22.06}$	0,12	0,40	0,06	56,3	0,08	0,28	5,73	8,35	3,222
$C_{11.07}$	2,49	50,7	0,07	243	35,7	38,8	49,8	8,17	4,150
$\frac{C_{11.07}}{C_{22.06}}$	21	127	1,2	4,3	446	139	9	0,98	1,3

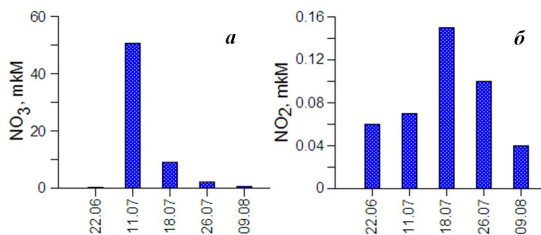


Рис. Изменчивость содержания нитратов (а) и нитритов (б) в Голубой бухте до и после наводнения 6 июня 2012 г.

нялось для различных гидрохимических параметров от полутора до пяти миль, в глубину вплоть до 150 м.

В силу различной биохимической активности и особенностей трансформации разных элементов, изменения содержания химических

параметров после ливня и их релаксация к фоновым значениям происходила индивидуально. Например, максимум содержания нитритного азота, в отличие от других биогенных элементов, наблюдался на неделю позже (18 июля 2012 г. $\text{NO}_2^- = 0,15$ мкМ, рис.), что характерно для ситуации с активно протекающими окислительно-восстановительными процессами, связанными с гигантским выносом минеральных и органических веществ в прибрежную зону моря после паводка.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД КРЫМА РАСТВОРЕННЫМ ОРГАНИЧЕСКИМ ВЕЩЕСТВОМ

П.Д.Ломакин, А.И.Чепыженко, А.А.Чепыженко

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
annachep87@yandex.ru*

На основе анализа сведений, полученных в ходе многочисленных экспериментальных гидрооптических исследований, выполненных на различных участках крымского побережья за время с 2002 по 2014 гг., рассмотрены поля растворенного органического вещества (РОВ). Выявлены особенности их структуры, антропогенные и природные источники, оценена степень загрязнения прибрежных вод органическим веществом искусственного происхождения. Проанализирован массив данных, содержащий ~1500 зондирований комплексом «Кондор».

Исследованы следующие участки: Керченский пролив, Феодосийский залив, заповедная акватория Карадагского побережья, Голубой залив, бухты Балаклавская, Казачья, Большая Севастопольская, заповедная акватория у Лебяжьих о-вов.

Один из значимых результатов: на всех рассмотренных акваториях, как заповедных пляжах, так и участках, подверженных постоянному

мощному антропогенному прессу, обнаружены случаи значительного загрязнения РОВ искусственной природы, когда концентрация этого вещества в разы и десятки раз превосходила природную норму.

Выявлено, что антропогенными источниками РОВ рассмотренных акваторий служат порты, расположенные на берегу предприятия, действующие и закрытые свалки изъятых при дноуглубительных работах грунта, площадки рейдовых перегрузок, судоходство, ливневой и канализационный стоки, выпадающие в море речки.

Повышенное относительно природного фона содержание РОВ также обнаружено в струях Основного черноморского течения. Показано, что в системе этого потока возможен перенос загрязняющих веществ из восточных промышленных районов Крыма к южному и западному побережью и загрязнение Феодосийского залива и пляжей у Карадага.

На многих загрязненных участках отмечено совпадение локальных максимумов в полях содержания РОВ и общего взвешенного вещества. Подобные участки представляются наиболее неблагоприятными с позиции качества вод, так как абсорбируемое взвесью в водной толще РОВ способствует его оседанию на дне.

Выявлено, что вертикальная стратификация поля РОВ в области пятен загрязнения имеет собственные характерные качественные признаки – наличие тонкоструктурных образований, тогда как вертикальная стратификация традиционных полей гидрофизических параметров среды для загрязненных и расположенных рядом чистых участков практически остается неизменной. Это свойство позволяет оперативно, непосредственно в море, по характеру распределения РОВ(z) определять положение пятен загрязнения.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ТЕПЛОВЫХ СБРОСОВ НА СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ

В.А.Иванов, К.А.Слепчук, А.В.Багаев

Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь

Одним из видов антропогенного загрязнения прибрежных акваторий является тепловое загрязнение. Сброс перегретых вод приводит к повышению температуры воды в ручьях, реках, озерах или прибрежных водах океана и может привести к ухудшению качества воды. Даже небольшое повышение температуры на 1 – 2 °С может привести

к гибели местной рыбы, моллюсков и растений или заменить их на другие виды, что часто сочетается с другим нежелательным эффектом: эвтрофикацией и цветением («красный прилив»). Кроме того, из-за изменений в температуре снижается поступление кислорода, что также негативно влияет на экосистему. Основными источниками загрязнения являются тепловые электростанции и промышленные предприятия. Другой причиной является использование воды в качестве хладагента на электростанциях и промышленных предприятиях.

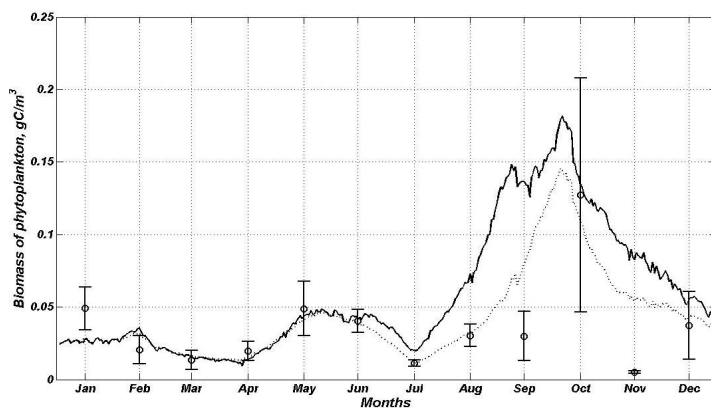
Согласно перспективному плану развития Севастополя [1], планируется реконструкция Севастопольской ГРЭС и увеличение ее мощности. Нами была рассчитана динамика годового хода фитопланктона, фосфора фосфатов и азота аммония, нитритов и нитратов при сбросе теплой воды ГРЭС в Севастопольскую бухту. Для расчета использовался одномерный вариант модели качества вод МЕССА (Model for Estuarine and Coastal Circulation Assessment), которая хорошо себя зарекомендовала в [2, 3]. Моделировался ежесуточный сброс в восточную часть бухты 24000 м³ пресной воды с температурой на 10 °С выше начальной (объем всей бухты полагался равным 12935640 м³ [4]). Для расчетов использовались метеоданные:

- срочные данные скорости и направления ветра за 2005 г.;
- срочные данные температуры воздуха за 2005 г.;
- срочные данные фотосинтетически активной радиации за 2010 г.;
- среднемесячные данные влажности и балла облачности за 2005 г.;
- годовой расход и сток растворенных веществ р.Черная [5].

Также использовался годовой ход прозрачности, осредненный за 2001 – 2005 гг., начальные значения температуры морской воды, солености, концентрации фитопланктона, биогенных элементов, кислорода, органического фосфора и органического азота, которые задаются на 1 января расчетного года.

Отметим основные особенности годового хода биомассы фитопланктона, полученные в нашем эксперименте (рис.).

С середины июня (с 162 дня модельного расчета) видно, что биомасса фитопланктона стала увеличиваться, относительно биомассы в невозмущенном случае. Это может быть объяснено тем, что при повышении температуры удельная скорость минерализации растворенного органического фосфора растет, тем самым увеличивая концентрацию фосфора фосфатов. Фосфора становится больше, чем азота аммония, нитратов и нитритов, и он перестает быть лимитирующим.



Р и с . Годовой ход биомассы фитопланктона. Пунктирной линии соответствуют данные, рассчитанные по модели без сброса теплой воды в Севастопольскую бухту, сплошной линии – со сбросом теплой воды в восточную часть бухты, вертикальные линии – натурные данные, осредненные за 2001 – 2005 гг.

Одновременно с этим, однако, растет концентрация азота за счет роста температурного коэффициента в уравнении удельной скорости минерализации органического азота и в уравнении удельной скорости процесса денитрификации, что, в конечном счете, и приводит к росту биомассы фитопланктона.

1. <http://sevzakon.ru/>
2. Иванов В.А., Тучковенко Ю.С. Прикладное математическое моделирование качества вод шельфовых морских экосистем. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 368 с.
3. Слепчук К.А. Моделирование годовой динамики фитопланктона и биогенных элементов в акватории Севастопольской бухты с применением оптимизационного метода калибровки биогеохимической модели // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. – вып.28. – С.231-236.
4. Стокозов Н.А. Морфометрические характеристики Севастопольской и Балаклавской бухт // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. – вып.23. – С.198-208.
5. Иванов В.А., Миньковская Р.Я. Морские устья рек Украины и устьевые процессы. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. – т.1. – 806 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПАВОДКОВ НА ГОРНЫХ РЕКАХ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА

В.А.Иванов, К.Е.Краевский, Е.М.Лемешко, А.В.Прусов

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
avprusov@gmail.com*

На основе региональной модели атмосферной циркуляции и гидравлической модели речного стока создана численная модель экстремальных паводков на горных реках Азово-Черноморского бассейна.

С помощью мезомасштабной модели атмосферной циркуляции, адаптированной к горным районам Краснодарского края и Южного Крыма, получено пространственно-временное распределение основных метеорологических полей (в частности, экстремальных ливней) во время событий катастрофических паводков 6 – 7 июля 2012 г. (р.Адагум, г.Крымск) и 1 – 3 июля 2013 г. (р.Шелен, Южный Крым).

Численные эксперименты с гидравлической моделью речного стока позволили оценить параметры паводков, обусловленных этими экстремальными ливнями, на реках городов Крымск, Севастополь, Ялта Алушта и Судак.

Оценены склоновые стоки и дополнительные объемы воды в водохранилищах. Даны рекомендации по использованию водохранилищ в качестве активного метода борьбы с катастрофическими паводками.

Полученные результаты могут послужить основой для создания прогностической модели катастрофических паводков и селей в Краснодарском крае и на Южном берегу Крыма.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ ГОЛУБОГО ЗАЛИВА (ПГТ КАЦИВЕЛИ)

Е.А.Котельянец, К.И.Гуров, С.К.Коновалов

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
plistus@mail.ru*

Южный берег Крыма – район, имеющий государственное значение для России. Развитие здравниц и туризма ставят на первый план вопросы экологического мониторинга акваторий Южного берега Крыма с целью контроля состояния и выработки рекомендаций

по рациональному использованию природных ресурсов.

Уровень загрязнения водной среды может быстро изменяться в зависимости от режима источников загрязнения и гидродинамического режима, а донные отложения более инертны по своим характеристикам и позволяют исследовать результаты долговременных процессов аккумуляции, трансформации и перераспределения загрязняющих веществ. Поэтому уровень загрязнения донных отложений является наиболее объективной и надежной оценкой экологического состояния акватории.

Цель работы – исследование содержания и распределения микроэлементов (*As, Ti, Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Cr, V, Sr, Fe, Mn*) в донных отложениях прибрежной акватории Голубого залива (пгт Качивели, Крым), а также влияния основных геохимических характеристик на особенности распределения исследуемых элементов.

В данной работе исследовались поверхностные донные отложения, отобранные в ноябре 2012 г. в пределах океанографического полигона в районе пгт Качивели.

Определение валового содержания металлов *As, Cr, Co, Cu, Ni, Pb, Zn, V, Sr* и оксидов металлов *TiO₂, MnO, Fe₂O₃* в донных отложениях выполнялось методом рентгенофлуоресцентного анализа с применением спектрометра «Спектроскан Макс-Г».

В донных отложениях Голубого залива концентрация ряда микроэлементов была ниже предела обнаружения методом РФА. Это относится к *Cu* (< 20·мг/кг), *Pb* (< 25·мг/кг) и на некоторых станциях *As* (< 20 мг/кг). Мышьак был определен только на ст.6 (25 мг/кг) и ст.10 (23 мг/кг).

Характер пространственного распределения тяжелых металлов обусловлен комплексом природных и техногенных факторов. И в первую очередь наличием, особенностями распределения, мощностью и режимом функционирования источников загрязнения.

В прибрежных донных отложениях выявлены локальные участки с повышенным содержанием кобальта, стронция, ванадия, железа, цинка и титана. Пространственное распределение данных микроэлементов характеризуется максимальными концентрациями в акватории, примыкающей к аквапарку «Голубой залив».

Пространственное распределение никеля аналогично распределению марганца. Максимальные концентрации обоих металлов наблюдаются в прибрежных донных отложениях пгт Качивели.

Повышенное содержание стронция наблюдается в донных отложениях с высокой концентрацией карбонатов.

ТРЕНДЫ УРОВНЯ ЧЕРНОГО МОРЯ И ИХ СВЯЗЬ С ДИНАМИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В БАССЕЙНЕ

А.А.Кубряков, С.В.Станичный

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
arskubr@gmail.com*

В настоящей работе на основе спутниковых альтиметрических данных за 1992 – 2014 гг. исследуется рост уровня в Черном море. Средний тренд уровня за эти годы составил 3,2 мм/год, что примерно соответствует наблюдаемому росту уровня Мирового океана. В то же время значения тренда уровня имеют существенную пространственную изменчивость: в береговой зоне они в 1,5 раза выше, чем в глубоководной (3,8 мм/год по сравнению с 2,5 мм/год в центральной части моря). Такая неоднородность связана с динамической изменчивостью поля уровня. В работе показано, что наблюдавшаяся в 2002 – 2003 гг. интенсификация циклонической завихренности ветра привела к увеличению дивергенции вод в бассейне и, соответственно, к уменьшению уровня в центре моря и его увеличению у берегов. Этот динамический тренд накладывается на сигнал, связанный с водным балансом, что и приводит к наблюдаемому распределению трендов. Влияние динамических эффектов может существенно повлиять на оценки роста уровня по измерениям на прибрежных станциях. Исследована связь завихренности ветра над бассейном и трендами динамического уровня. На основе полученных регрессионных соотношений приводятся вклады динамических эффектов в изменения уровня в прибрежной части моря за 1979 – 2015 гг.

УСТОЙЧИВЫЕ АНТИЦИКЛОНИЧЕСКИЕ ВИХРИ У ЮЖНОГО И ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

В.Н.Белокопытов*, Н.В.Никольский**

**Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
v.belokopytov@gmail.com*

***Филиал МГУ им.М.В.Ломоносова в Севастополе, г.Севастополь*

Динамика береговых процессов во многом зависит от региональной циркуляции вод. Среди различных факторов, обуславливающих характеристики течений, значительную роль играют мезомасштабные и синоптические вихревые образования. Среди синоп-

тических вихрей особо выделяются устойчивые (квазистационарные) антициклоны. Для региона вблизи Крымского побережья известно о трех таких антициклонических вихрях: Севастопольском, Керченском и Крымском (или Ялтинском). Использование данных спутниковой альтиметрии за 20-ти летний период позволяет уточнить представления о синоптических вихрях в Черном море в целом и в прибрежной зоне Крыма в частности.

Пространственная картина циркуляции вод вблизи Крымского побережья на основе анализа полей завихренности геострофических течений выглядит следующим образом. К трем известным антициклонам добавляется зона антициклонической завихренности у м.Меганом, простирающаяся до Феодосийского залива, а в Крымском антициклоне выделяются два ядра – в Ялтинском заливе и у м.Сарыч. Кроме квазистационарных антициклонических вихрей, существует и зона устойчивого циклонического вращения – в зоне от Каламитского залива до п-ова Тарханкут.

Антициклонические вихри Крымского района очень интенсивны, особенно Керченский антициклон. Значения завихренности течений также велики, достигая максимума в Ялтинском заливе. По своим характеристикам выделяется антициклонический вихрь у м.Меганом – у него меньшая завихренность при другом типе сезонного хода, причем деформационная составляющая вихря преобладает над вращательной компонентой. Севастопольский антициклон также имеет свой, отличный от других тип сезонного хода завихренности с меньшими абсолютными значениями.

Характер межгодовых колебаний интенсивности рассматриваемых вихрей связан с изменчивостью Основного черноморского течения (ОЧТ). К концу 90-х гг. интенсивность течения снижалась, в последнее десятилетие значительно усиливается. В годы усиления ОЧТ антициклоническая завихренность возрастает в районе м.Сарыч – Ялтинский залив и снижается в Севастопольском антициклоне, при этом происходит ослабление циклонической циркуляции и в Каламитском заливе.

КАРТИРОВАНИЕ СУБМЕЗОМАСШТАБНЫХ ПРОЦЕССОВ У ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ЗА 1985 – 2015 ГГ.

А.А.Алескерова, А.А.Кубряков, С.В.Станичный

Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
arskubr@gmail.com

В работе используется массив данных, полученных по измерениям *Landsat 4, 5, 7, 8* с 1983 по 2014 гг., с высоким оптическим разрешением для исследования субмезомасштабных и динамических процессов и их влияния на распространение взвешенного вещества у берегов Крыма. В работе выполнено картирование этих процессов, характерных для определенных районов западного и юго-восточного побережья Крыма. Были определены характерные районы возникновения различных динамических структур, их типы и возможные причины их формирования.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (МК-5787.2015.5).

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ И ШТОРМОВЫХ НАГОНОВ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА

Е.Е.Лемешко, Д.И.Лазоренко, В.В.Фомин

Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
e.lemeshko@mhi-ras.ru

В настоящее время для исследования ветрового волнения и штормовых нагонов в прибрежной зоне моря в МГИ стала применяться интеграция моделей *ADCIRC* и *SWAN*. В результате расчетов модели *ADCIRC + SWAN* формируется большое количество выходных файлов полей на неструктурированной сетке, что требует специальных программных средств для анализа и графического представления этих данных.

Для решения задачи визуализации в данной работе использовались специализированные программные пакеты *Generic Mapping Tools (GMT)* и *FigureGen (FG)*, которые являются современной информационной технологией для графического представления результатов моделирования. Программный комплекс *FG + GMT* обла-

дает широкими возможностями по визуализации модельных расчетов, например: 3D полей плотности, температуры, солености; 3D полей скорости течений; полей уровня моря; скорости ветра; атмосферного давления. Этот комплекс может также быть использован для визуализации полей ре-анализа, океанографических измерений, например, данных дрейфующих буев *SVP* или всплывающих буев *ARGO*, а также картирования спутниковой информации (ТПМ, альтиметрия, данные скаттерометров и т.п.). В результате информация предоставляется конечному пользователю в наглядном виде: картах, разрезах, анимациях, также могут быть сформированы временные ряды в заданных точках для построения графиков и валидации расчетов.

GMT представляет собой пакет утилит, которые позволяют манипулировать двух- и трехмерными наборами данных и создавать различные карты. Он был специально разработан для использования в режиме командной строки, не имеет графического интерфейса пользователя, как большинство программных пакетов для ОС *Windows*. Данная особенность добавляет *GMT* гибкости использования, так как он может быть вызван из командной строки, внутри сценариев или из программ пользователей.

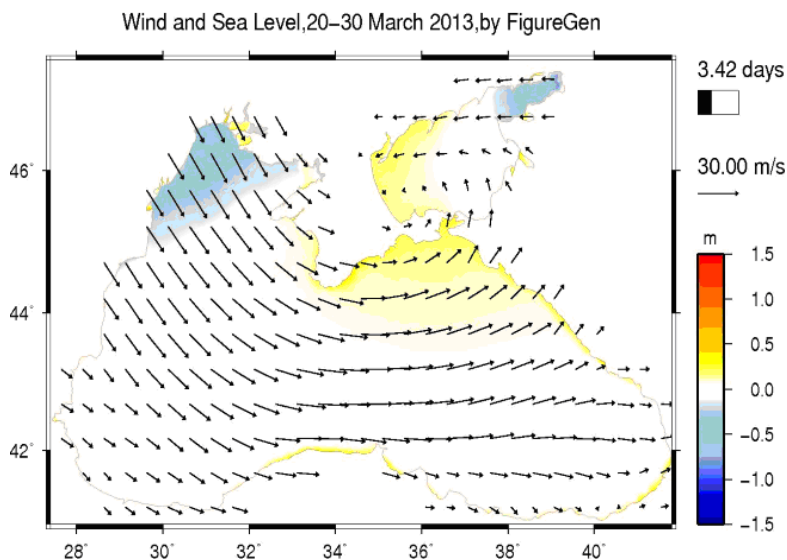


Рис. Поля ветра и уровня моря 23 марта 2013 г. 10:00 UTC. Штормовой нагон в юго-западной части Азовского моря и сгон в Таганрогском заливе.

FG является программой для переформатирования результатов расчетов моделей *ADCIRC* + *SWAN* в формат данных, необходимый для работы *GMT*. *FigureGen* использует обращения к операционной системе (системные вызовы), чтобы указать программному обеспечению *GMT*, как именно сгенерировать изображения.

Описанные выше программные средства были применены для визуализации расчетов волнения и штормовых нагонов в Азово-Черноморском бассейне. В качестве примера на рис. приведены поля ветра и уровня моря. Расчеты волнения были проведены для различных ветровых ситуаций на неструктурированной сетке. Результаты расчетов показали, что штормовые нагоны в Таганрогском заливе развиваются при устойчивом западном ветре 10 – 15 м/с. При устойчивом восточном ветре до 20 м/с в Таганрогском заливе наблюдается понижение уровня до минус 1 м, штормовые нагоны в юго-западной части Азовского моря и в прикерченском районе Черного моря.

Таким образом, продемонстрированы возможности программного комплекса *FG* + *GMT* для визуализации модельных расчетов, что позволяет сделать вывод о его высокой эффективности.

ФОРМИРОВАНИЕ КВАЗИСТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМОВ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ЧЕРНОГО МОРЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД ПОД ВЛИЯНИЕМ КРУПНОМАСШТАБНОЙ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Т.М.Баянкина*, Н.В.Михайлова*,
В.Б.Пиотух**, А.А.Сизов*

**Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
bayankina_t@mail.ru*

***Институт океанологии им.П.П.Ширишова РАН, г.Москва*

Естественной причиной разрушения берегов является трансгрессия моря. При повышении уровня моря происходит затопление берегов, перестройка аккумулятивных форм (пляжей, баров, пересыпей, кос) и изменение профиля берегов. Таким образом, аномалии уровня моря являются индикаторами состояния береговой зоны Крыма. В силу внутриконтинентального положения Черного моря немаловажную роль в формировании его уровня играет атмосферная циркуляция.

На основании данных спутниковой альтиметрии за 1992 – 2015 гг. выделены периоды с относительно низким (1992 – 1996; 2007 – 2009; 2012 – 2013 гг.) и высоким (1997 – 2000; 2004 – 2006; 2010 – 2011 гг.)

уровнем моря. Учитывая, что максимальные амплитуды изменчивости гидрометеорологических полей наблюдаются в зимний сезон, результаты представлены по осредненным за январь-март значениям. Предварительно акватория Черного моря была разбита на 2 области – западную и восточную. Известно, что траектории и частота прохождения циклонов над западной и восточной частями Черного моря заметно отличаются. С циклонами связаны усиление ветра, штормовые нагоны, интенсивная волновая нагрузка на береговую зону.

В годы с относительно низким уровнем Черного моря в его западной части траектории циклонов, главным образом выходящих из районов Малой Азии и о.Кипр, проходят над юго-восточной частью Черного моря. Это приводит к усилению скорости ветра, осадкам и, в конечном счете, увеличению штормовой нагрузки и разрушению береговой зоны восточного побережья Крыма.

Напротив, в годы с относительно высоким уровнем Черного моря в его западной части повышается частота прохождения средиземноморских циклонов над этой частью моря, что способствует активизации оползневых процессов в районе пляжей западного побережья Крыма и ЮБК и абразии берегов.

ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ ФУНКЦИЙ ВЛИЯНИЯ НАЧАЛЬНОГО ПОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИМЕСИ НА УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ИССЛЕДУЕМОМ РАЙОНЕ АЗОВСКОГО МОРЯ

В.С.Кочергин, С.В.Кочергин

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
vskocher@gmail.com*

При решении ряда задач экологической направленности возникают проблемы, связанные не только с моделированием распространения примеси, усвоением данных измерений, но и с определением зон влияния источников загрязнения на те или иные области исследуемой акватории. Впервые сопряженные уравнения применялись для оценки «ценности» частиц при расчетах ядерных реакторов. В дальнейшем этот подход был развит Г.И.Марчуком и его учениками для решения ряда прикладных задач динамики атмосферы и океана. Решение сопряженной задачи указывает на то, какие районы области интегрирования оказывают существенное влияние на интересующий нас район. В данном случае решение сопряженной задачи

выступает в роли информационной связи между концентрацией загрязняющего вещества и параметрами модели переноса.

На основе интегрирования сопряженных задач построены функции влияния для области, примыкающей к Керченскому проливу, и для района в мористой части Таганрогского залива. Оба района находятся в зоне интенсивного морского судоходства и являются зонами риска антропогенного загрязнения. Рассчитанные функции влияния при различных ветровых воздействиях показали, что на концентрацию примеси в данных районах могут оказывать влияние не только области интенсивного судоходства, но и зоны, прилегающие к портам и другим объектам техногенного загрязнения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕШЕНИЯ СОПРЯЖЕННЫХ ЗАДАЧ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИМЕСИ В АЗОВСКОМ МОРЕ

С.В.Кочергин, В.С.Кочергин

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
vskocher@gmail.com*

При численном моделировании океанических процессов входные параметры модели известны весьма приближенно. Идентификация таких параметров является важной и актуальной задачей. При решении задач экологической направленности часто встает проблема адекватного описания распространения загрязнений в исследуемой акватории. Для этого необходимы не только современные численные модели, но и надежные алгоритмы и процедуры, позволяющие идентифицировать входные параметры модели с учетом имеющихся данных измерений.

Модель переноса пассивной примеси в Азовском море рассматривается в σ -координатах. На основе баротропной модели рассчитаны поля течений при различном ветровом воздействии. Вариационный алгоритм ассимиляции данных измерений используется при реализации тестовых расчетов идентификации начальных полей концентрации и мощностей источников загрязнений. В основе алгоритма лежат вариационные принципы и решение сопряженной задачи, которая согласуется с постановкой основной задачи и задачи управления. Решение сопряженной задачи также используется при оценке поля концентрации по начальным данным и идентификации возможных источников загрязнения.

Проведенные тестовые расчеты показали надежную работу алгоритмов вариационной ассимиляции данных измерений, достаточно быструю сходимость итерационных процессов и хорошую точность определения входных параметров численного моделирования.

ТИПИЗАЦИЯ БАРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ. ИДЕНТИФИКАЦИЯ УСЛОВИЙ ДЛЯ ШТОРМОВЫХ НАГОНОВ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ АЗОВСКОГО МОРЯ

Е.М.Лемешко*, В.В.Фомин*, Д.В.Алексеев*,
А.А.Полозок**, Е.Е.Лемешко*

**Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
evgeny.lemeshko@mhi-ras.ru*

***Севастопольское отделение Государственного океанографического
института им.Н.Н.Зубова, г.Севастополь*

Цель работы заключалась в типизации полей атмосферного давления и выявлении взаимосвязи типов барических полей со сгонно-нагонными явлениями в прибрежной зоне моря; установлении закономерностей межгодовой изменчивости барических полей и тенденций повторяемости штормовых нагонов в Азовском море.

В работе использованы шестичасовые данные атмосферного реанализа *ERA-Interim* с разрешением по пространству $0,125^\circ$ и срочные наблюдения за уровнем моря по поста́м Азовского моря. Для анализа использовался нелинейный метод самоорганизующихся карт, с помощью которого была проведена типизация синоптических ситуаций в условиях изменчивости климата для Азово-Черноморского региона.

В результате выполнена классификация синоптических ситуаций над Азовским морем, выделены типы барических полей, приводящие к сильным и устойчивым ветрам. Получены оценки связей между аномальными изменениями уровня моря и конкретными типами атмосферных процессов.

Результаты работы могут быть использованы для определения адаптации прибрежной зоны Азовского моря к последствиям современных климатических тенденций и стратегии устойчивого развития региона.

ГРАНИЦЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ ТРЕХВОЛНОВЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ ОКОЛОРЕЗОНАНСНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

М.Н.Штремель, Я.В.Сапрыкина, С.Ю.Кузнецов

*Институт океанологии им.П.П.Ширшова РАН, г.Москва
6805919@mail.ru*

Береговой зоной моря называется область, в которой волны взаимодействуют с дном. Подходя к берегу, волны трансформируются вследствие уменьшения глубины над наклонным дном, где начинают проявляться околорезонансные трехволновые взаимодействия, основной чертой которых является периодический обмен энергией между первой и высшими гармониками волнового движения, сопровождающийся изменениями сдвига фаз между ними. Изменения амплитуд гармоник и сдвига фаз между ними вызывают изменение асимметрии волн, что в свою очередь приводит к возникновению градиента поперечного расхода наносов и деформациям рельефа дна. Нами предложена параметризация, которая по периоду волн позволяет узнать, на каком расстоянии от берега можно ожидать наиболее ярких проявлений околорезонансных трехволновых взаимодействий.

Во втором приближении штормовые волны в береговой зоне могут быть описаны суммой первой и второй гармоник возвышений свободной поверхности:

$$\eta = a_1 \cos(k_1 x - \omega_1 t) + a_2 \cos(k_2 x - 2\omega_1 t + \varphi), \quad (1)$$

где η – возвышение свободной поверхности, a_i – амплитуды гармоник, k_i – волновые числа, ω_i – циклические частоты, t – время, φ – сдвиг фаз между гармониками (бифаза).

По данным лабораторного эксперимента Сочи-2013 и натурного эксперимента Шкорпиловцы-2007, было получено распределение значений бифазы в зависимости от безразмерного параметра

$$K = \frac{h}{L_b \tan \alpha}, \text{ где } h - \text{глубина, } \tan \alpha - \text{уклон дна, } L_b - \text{расстояние, на}$$

котором происходит полный цикл обмена энергией между гармониками. Параметр K определяет расстояние до берега, выраженное в количестве периодов обмена энергией между гармониками.

Исходя из полученного распределения значений бифазы, береговую зону моря можно разделить на 3 участка: наиболее глубоководный, характеризующийся околонулевыми значениями бифазы, где волны могут быть описаны моделью Стокса ($K > 5$); участок

промежуточной глубины, где происходит периодический обмен энергией между гармониками и бифаза флуктуирует в диапазоне от $-\pi/2$ до $\pi/2$ ($1 < K < 5$), и участок, где волны принимают пилообразную форму и на котором бифаза стремится к $-\pi/2$ ($K < 1$).

Глубину, соответствующую границам выделенных участков береговой зоны, можно определить путем решения трансцендентного уравнения:

$$h_b = KL_b \tan \alpha, \quad (2)$$

где h_b – глубина границы, $L_b = \frac{2\pi}{k_2 - 2k_1}$, волновые числа k_1 , k_2 вычисляются исходя из дисперсионного соотношения линейной теории $\omega^2 = gk \tanh kh$.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Российского фонда фундаментальных исследований 14-05-31058.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ АППАРАТНО-НЕЗАВИСИМОЙ УГЛОВОЙ КАЛИБРОВКИ ДОННЫХ ADCP В БЛИЖНЕЙ ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЕ ПО ГЕНЕРАЛЬНОМУ НАПРАВЛЕНИЮ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕЧЕНИЙ

В.Б.Пиотух*, А.Г.Зацепин*, В.И.Баранов**,
С.Б.Куклев**, О.И.Подымов**

**Институт океанологии им.П.П.Шишова РАН, г.Москва
vbp@ocean.ru*

***Южное отделение Института океанологии
им.П.П.Шишова РАН, г.Геленджик*

Долговременный мониторинг состояния и изменчивости гидрофизических процессов в прибрежной зоне Черного моря является одной из актуальных задач научной и прикладной региональной океанологии. На экспериментальном подспутниковом полигоне ИО РАН (г.Геленджик) проводятся долговременные измерения параметров морской среды с помощью стационарных донных измерительных станций.

В ходе работ на экспериментальном полигоне были выявлены ситуации дискретной неустойчивости угловых показаний акустических доплеровских профилографов течений (ADCP). Причин неустойчивости показаний магнитных компасов ADCP может быть доста-

точно много, и их анализ – это тема отдельных исследований. В настоящей работе предлагаются методологические подходы обработки данных измерений, которые позволяют выявить некорректную работу компасов *ADCP* с дальнейшей интерпретацией результатов в соответствии с физической природой исследуемых гидродинамических процессов.

В результате обработки длинных рядов данных (более 1 года) донного *ADCP*, установленного в прибрежной зоне вблизи г. Геленджика, было показано, что течения в прибрежной зоне носят, как правило, колебательный характер. При этом скорости вдольбереговой компоненты течений резко (более чем на порядок) преобладают над скоростями поперечной к берегу компоненты [1]. Был предложен критерий поиска направления и значений вдольбереговой V_c и поперечной V_n компонент течений – путем максимизации отношения их модулей $F(fi) = <|V_c(fi)|/|V_n(fi)|>$, усредненного по времени, при последовательном переборе угла fi поворота осей координат. Однако, вопрос о степени обоснованности этого критерия и пределах его применимости все еще открыт. В частности, возможно использование других критериев определения главного направления вдольберегового течения, а также взаимной перекрестной калибровки разных *ADCP*.

Был проведен тестовый эксперимент по сопоставлению квази-синхронных данных трех различных донных *ADCP*, установленных вблизи друг от друга в ближней шельфовой зоне в сентябре 2014 г. Основной целью эксперимента был сравнительный анализ их измерительных данных и отработка методик их совместной обработки. Дополнительно анализировались критерии калибровки азимутальных осей координат донных *ADCP*. Было показано, что взаимные угловые корреляционные функции данных пар *ADCP* имеют малую чувствительность к угловым поворотам. Тогда как критерий $F(fi) = <|V_c(fi)|/|V_n(fi)|>$ вновь доказал свою высокую эффективность и чувствительность (на уровне $1 - 2^\circ$). Вместе с тем, его применение требует определенной аккуратности, что обусловлено физическими причинами – зависимостью главного вдольберегового направления течений от различных факторов – дальности берега, его формы, характера донного рельефа, длительности интервала усреднения, текущих ветровых условий, сезона года и т.д.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, проект № 17-14-00382.

1. Зацепин А.Г., Пиотух В.Б., Корж А.О., Куклева О.Н., Соловьев Д.М. Изменчивость поля течений в прибрежной зоне Черного моря по измерениям донной станции ADCP // Океанология.— 2012.— т.52, № 5.— С.629-642.

ДИНАМИКА ВОД В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ КРЫМА ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ ADCP

Е.М.Лемешко*, А.Н.Морозов*, А.С.Кузнецов**,
С.А.Шутов*, В.В.Зима*

**Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
evgeny.lemeshko@mhi-ras.ru*

***Черноморский гидрофизический полигон, пгт Кацивели*

Натурные данные о течениях в прибрежных водах являются необходимым звеном в решении задач, связанных с проектированием берегозащитных сооружений, исследованием трансформации береговой линии, изучением динамики наносов и ряда экологических проблем. Данные по течениям, как правило, эффективно используются для отладки и верификации численных моделей.

В настоящее время, среди большого многообразия средств измерения течений акустические доплеровские профилометры течений (ADCP) представляются наиболее информативными для натурных исследований динамики прибрежных вод. Такие приборы обеспечивают практически мгновенные измерения профилей компонент скорости течений и позволяют детально исследовать структуру поля скорости течений и ее изменчивость в широком диапазоне пространственно-временных масштабов.

В докладе обсуждаются методические аспекты использования ADCP в трех основных режимах проведения измерений: на ходу судна, с борта дрейфующего судна и со стационарной океанографической платформы. Для первых двух режимов основной проблемой является влияние корпуса судна на показания магнитного компаса прибора. Эта проблема решается с помощью GPS и данных опции отслеживания дна. При использовании ADCP как средства мониторинга течений с океанографической платформы существенное влияние на показания прибора оказывают подводные конструкции, что ограничивает слой измерения до 10 – 15 м глубины. Общей для трех режимов измерений проблемой является отсутствие универсального программного обеспечения обработки данных, что требует для каждого случая разработки собственных дополнительных программ.

В Морском гидрофизическом институте *ADCP* используются с 2004 г. За это время выполнено большое количество экспедиций в прибрежных водах Крыма, включая Каламитский залив, траверз Севастополя, Севастопольскую бухту, залив Мегало-Яло, Черноморский экспериментальный подспутниковый полигон, Керченский пролив и также устье реки Дон. В рамках доклада приводятся и обсуждаются результаты выполненных измерений. В прибрежных водах течения имеют тенденцию выстраиваться почти вдоль береговой черты в приповерхностном слое и вдоль изобат на соответствующих горизонтах. На траверзе Севастополя средние течения показали циклоническую завихренность, вопреки имеющимся представлениям о существовании Гераклеийского антициклона. В заливе Мегало-Яло профили течений выявили двунаправленную вертикальную структуру с границей раздела в слое сезонного термоклина. Измерения, выполненные с океанографической платформы, показали, что в приповерхностном слое течения не проявляют выраженной взаимосвязи со скоростью и направлением ветра. Совместная обработка *ADCP* и *CTD*-данных показала наличие усредненной взаимосвязи частоты плавучести и вертикальных сдвигов скорости течений. Горизонтальная структура течений в прибрежных водах пгт Кацивели характеризуется почти линейным убыванием их скорости по мере приближения к берегу, что определяется действием трения в придонном слое. В Керченском проливе течения имеют хорошо выраженную особенность в окрестности канала Эни-Кале и сложную вертикальную структуру в южной части пролива, где взаимодействуют воды Азовского и Черного морей. В устье реки Дон измерения показали значительную изменчивость средних течений на поперечных разрезах.

В совокупности, представленные в докладе данные демонстрируют возможности *ADCP* как эффективного средства контроля течений в прибрежных водах, обеспечивающего возможности исследований их пространственной и временной изменчивости.

СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ В МОРЯХ СО СЛОЖНОЙ КОНФИГУРАЦИЕЙ БАССЕЙНА

В.С.Архипкин, С.А.Добролюбов, С.А.Мысленков

*Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова, г.Москва
victor.arkhipkin@gmail.com*

Для моделирования ветрового волнения в Мировом океане обычно используется регулярная сетка. Ее шаг зависит от поставленных задач. Например, в прибрежной зоне шаг сетки должен быть в несколько раз меньше, чем для всего моря. При моделировании волнения в прибрежной зоне возникает проблема задания граничных условий на открытой границе. Для решения этой проблемы используется метод вложенных сеток. Так, сначала проводится расчет параметров волнения для всего бассейна на сетке с большим шагом. При этом на определенном временном шаге выводится информация в узлах, окружающих вложенную сетку уже с меньшим шагом. Это может быть спектр волнения или значительная высота, направление, период. Затем проводится расчет уже на вложенной сетке с граничными условиями, полученными из расчетов на большей сетке, и так далее. Понятно, что это приводит к большим вычислительным и временным затратам. Особенно это касается тех морей, которые, во-первых, имеют сложную конфигурацию береговой линии, и, во-вторых, испытывают большое влияние из других бассейнов. Для таких морей, к которым относится и Белое море, требуется несколько вложенных сеток. Для моделирования ветрового волнения была использована следующая методика. Чтобы избавиться от граничных условий на открытой границе с Баренцевым морем, была создана расчетная область, охватывающая как Белое море, так и Баренцево. Эта область представляет собой нерегулярную сетку с шагом 20 км в Баренцевом море и до 500 м в Белом. Такой небольшой шаг сетки в Белом море позволил сохранить мелкомасштабные особенности береговой линии и небольшие острова. Помимо этого, удалось избежать вложенных сеток и значительно уменьшить вычислительные ресурсы.

На этой сетке был рассчитан волновой режим Белого моря с 1979 по 2010 гг. Использовалась спектральная волновая модель третьего поколения SWAN и реанализ поля ветра NCEP/NCAR с ша-

гом по пространству $0,3^\circ \times 0,3^\circ$ и шагом по времени 1 ч. Через каждые три часа выводилась следующая информация по всем узлам сетки: значительная высота волны, направление, период, высота зыби, транспорт энергии, период, соответствующий максимуму спектра. Время расчета одного года на 64-х ядерном сервере занимало всего один час, в то время как на этом же сервере расчет ветрового волнения на регулярной сетке с шагом 5 км занимал более трех суток.

ЭВОЛЮЦИЯ ТУЗЛИНСКОЙ ПРОМОИНЫ ПОСЛЕ 1925 ГОДА

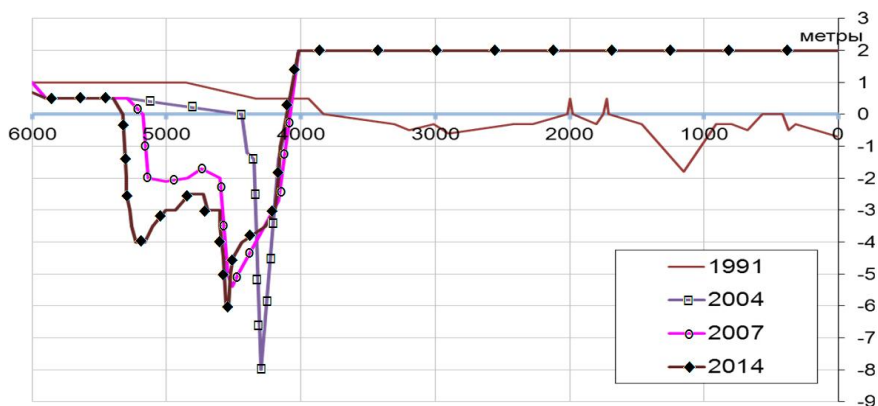
В.В.Архипов*, Е.И.Игнатов**, О.В.Кокин**,
С.В.Чистов**, А.Ю.Санин*

**Государственный океанографический институт им.Н.Н.Зубова, г.Москва*

***Московский государственный университет
им.М.В.Ломоносова, г.Москва*

Проблема образования Тузлинский промоины обострилась особенно сейчас в настоящее время в связи с планами строительства постоянного транспортного перехода через Керченский пролив. Возникает вопрос о динамике этой формы рельефа и его постоянстве существования в будущем. Со временем из обычной промоины эта форма эрозии и абразии превратилась в проран на аккумулятивном образовании в корневой части некогда единой Тузлинской косы, превратив его в пролив между дамбой и о.Тузла.

Проран образовался 29 ноября 1925 г., отделив о.Тузла от корневой части косы. Это не было уникальным событием в истории косы. Ширина промоины росла за счет размыва юго-восточной оконечности о.Тузла с затуханием её скоростей от 640 м за первый год до 30 – 45 м – к 1991 г. В период стабилизации (1953 – 1988 гг.) наблюдалась тенденция к эпизодическому образованию островов длиной до 1 км. За период 1968 – 2003 гг. островная дуга сместилась на 450 – 500 м в сторону Таманского залива. В конце 2003 г. в результате строительства дамбы проран сузился до 350 м. Глубины в проране до строительства дамбы не превышали 2 м (рис.). Благодаря этому, поток наносов только частично проникал в Таманский залив, а остальная его часть по подводному береговому склону уходила в сторону о.Тузла. С 1925 г., когда глубина прорана составляла 4 м, произошло его обмеление, положительная вертикальная деформация дна составила около 2 м. Налицо тенденция к восстановлению единой косы.



Р и с . 1 . Батиметрические кривые через Тузлинский проран в створе оси дамбы до ее строительства (1991 г.) и после (2004, 2007, 2014 гг.).

В ходе дноуглубительных работ непосредственно сразу после строительства дамбы образовавшийся канал стал перехватывать поток наносов, направляя его в Таманский залив, а сужение поперечного сечения прорана привело к ускорению течений и активизации эрозионных процессов на юго-восточной оконечности острова Тузла и его катастрофическому размыву. Это вынудило укрепить этот берег бетонными плитами, которые несколько приостановили процесс размыва на этом участке, но привели к разрушению соседних участков.

В настоящее время ширина прорана между островом и дамбой составляет около 1200 м. Проран перехватывает значительную часть потока наносов, создавая тем самым их дефицит у юго-восточной оконечности острова Тузла. Часть наносов аккумулируется на внутренней стороне прорана в Таманском заливе, где сформировался конус выноса с подводной дугой накопления осадков и появились два острова с обеих сторон около оконечности дамбы и со стороны острова Тузла. Такой факт подтверждает, что процесс заносимости развивается достаточно активно. Расчеты волно-энергетического моделирования показывают, что с данными параметрами вдольбереговых потоков наносов этот проран закроется в течение нескольких лет. Перекрытие существующей промоины позволит восстановить общую литодинамическую систему потока наносов, включая остров Тузла, что обеспечит морфологическую стабильность всей Тузлинской морфосистемы.

РЕКРЕАЦИОННАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЯ САХАЛИНА

В.В.Афанасьев*, Е.И.Игнатов**, Ю.И.Дробышев***

**Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г.Южно-Сахалинск
vvasand@mail.ru*

***Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова, г.Москва
ign38@mail.ru*

****Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды
Сахалинской области, г.Южно-Сахалинск
y.drobyshev@admsakhalin.ru.*

Несмотря на то, что в Стратегии социально-экономического развития Сахалинской области до 2025 г. заявлено: рекреационные ресурсы Сахалинской области имеют не менее важное экономическое значение, чем сырьевые ресурсы, и представляют собой комплекс уникальных природных условий и явлений для организации всех видов лечебно-оздоровительного отдыха и туризма, значительная часть рекреационных ресурсов продолжает повсеместно деградировать. Резко возросла нагрузка на пригородные и городские рекреационные территории, со стороны строительной и рыбной отрасли. Как не было, так и нет на юге Сахалина ни одного законного пляжа, несмотря на то, что природные условия обеспечивают возможность купального сезона здесь в течение нескольких недель. В приморских городах нет, за единственным исключением, не только набережных, но и доступного выхода к морю.

В этих условиях остро встает вопрос необходимости оценки ущерба и восстановления рекреационных свойств территорий и особенно побережья.

Рассматривая рельеф, как компонент рекреационной среды, мы подошли к решению проблемы на основе анализа его эволюционных и организационных свойств в этой среде.

В докладе рассмотрены геоморфологические аспекты состояния рекреационных систем и экзогенная составляющая тенденций их развития. На основании анализа климатических, морфометрических и морфолитодинамических параметров проведена оценка потенциала побережья Татарского пролива, залива Мордвинова и залива Анива для создания экологически и экономически устойчивых рекреационных систем. В рамках установленного усиления размыва берегов региона за счет повышения гидродинамической активности, рассмотрены возможности сохранения и увеличения параметров пляжа

в купально-пляжных рекреационных системах. Предложены варианты рекультивации и дальнейшего рекреационного использования побережий с недопустимо высоким уровнем антропогенного воздействия. Представлена концепция СЭЗ рекреационного типа на побережье залива Мордвинова. В настоящее время несколько сот гектаров поверхности голоценовой морской террасы здесь, после отработки карьеров, превратились в болота и места свалки отходов. В докладе приводятся также примеры технико-экономического обоснования строительства устойчивых пляжей и городских набережных.

О ЕСТЕСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПЛЯЖЕЙ ЗАПАДНОГО КРЫМА

Ю.Н.Горячкин, В.В.Долотов

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
vdolotov@mail.ru*

Общеизвестно, что пляжи являются одним из главных рекреационных ресурсов Западного Крыма. Так, между оз.Донузлав и Евпаторией расположены знаменитые песчаные «золотые» пляжи, которые состоят преимущественно из биогенного материала (остатков раковин), и как считается, имеют лечебные свойства. Также общеизвестно, что в последние десятилетия они, к сожалению, интенсивно сокращались. Особенно значительному сокращению подверглись пляжи в городской черте г. Евпатория, основной причиной чего стало непродуманное гидротехническое строительство [1]. К концу XX в. проблема стала настолько серьезной, что в районе Евпатории был организован мониторинг береговой зоны, включавший измерения ширины пляжей на створах, периодические топографические съемки, анализ космических снимков и ранее выполненных аэрофото- и геодезических съемок. Полученные данные показывают, что в изменениях пляжей можно выделить составляющие, связанные с антропогенной деятельностью и естественную изменчивость. Последняя связана с межгодовой и сезонной изменчивостью штормовой деятельности и уровня моря [2]. Ряды измерений ширины пляжей на створах в явном виде содержат эти сигналы. Типичные величины сезонных изменений ширины пляжей составляют 3 – 10 м, межгодовых 1 – 3 м. Причем колебания, как правило, не синхронны по про-

странству, что свидетельствует о том, что они связаны, прежде всего, с перераспределением донных наносов под действием вдольбереговых потоков. Ещё большие изменения отмечаются после прохождения отдельных сильных штормов. По данным измерений в районе Евпатории они могут достигать до 15 м. В связи с этим, интерпретация как общей тенденции данных единичных измерений, выполненных в разные годы (что часто встречается в научной литературе), на наш взгляд, лишена смысла.

Ценную информацию дают спутниковые снимки сверхвысокого разрешения, поскольку позволяют оценивать изменения во времени площади пляжей на достаточно протяженных участках, даже в пределах отдельных литодинамических ячеек. Так, анализ такой информации в пределах литодинамической ячейки м.Карантинный – м.Безымянный в районе набережной Горького (г.Евпатория) в течение 2014 г. показал, что, изменчивость площади пляжа лежала в пределах $\pm 3 \%$ от его среднегодовой площади, в это же время размах колебаний ширины пляжа по данным на створах составлял 3 м. Для сравнения, за период после постройки мола Евпаторийского морского торгового порта этот же пляж, протяженностью 1,8 км, потерял 39 % своей площади (40,5 тыс. м²). К сожалению, снимки сверхвысокого разрешения достаточно дороги, а в зимнее время зачастую на них большую область занимает облачность, что снижает возможности их использования. Тем не менее, эта информация в совокупности с измерениями на створах наиболее предпочтительна. Значительные естественные изменения пляжей наблюдаются и в устье р.Бельбек. Наибольшая межгодовая изменчивость положения береговой линии зафиксирована на северном и центральном участках пляжа, протяженностью около 1,5 км. Амплитуда смещения береговой линии здесь составляет до 20 м, вместе с тем, в этом районе зафиксирована существенная внутригодовая изменчивость линейных и объемных размеров пляжа.

1. Горячкин Ю.Н., Иванов В.А. Современное состояние черноморских берегов Крыма // Доп. НАН України.– 2010.– № 10.– С.87-92.
2. Горячкин Ю.Н. Отклик аккумулятивных берегов Каламитского залива на изменения уровня моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь, 2011.– вып.25, т.1.– С.73-82.

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАЛАКЛАВСКОЙ БУХТЫ

К.И.Гуров, Е.И.Овсяный, С.К.Коновалов

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
gurovki@gmail.com*

Изучение донных отложений, их физических и химических характеристик, а также процессов, проходящих в системе вода – взвешенное вещество – донные отложения, – важная часть общей системы мониторинга прибрежных акваторий и развития методов интегрированного управления прибрежной средой.

В докладе представлены новые результаты исследований физико-химических характеристик донных отложений Балаклавской бухты – вещественный (органический углерод и CaCO_3) и гранулометрический составы, полученные в 2015 г. Работа выполнялась как продолжение исследований по оценке состояния цикла углерода прибрежных акваторий Черного моря с различными океанологическими характеристиками и антропогенной нагрузкой.

Как показали исследования Балаклавской бухты, выполненные в 2015 г., распределение $C_{\text{орг}}$ в поверхностном слое ДО характеризуется значительной неоднородностью, определяемой такими факторами как морфометрия бухты, особенностями гидродинамического режима и гранулометрического состава, величиной первичной продукции. Особое влияние на накопление органического вещества в ДО оказывают антропогенные факторы.

Установлено, что в пределах бухты содержание $C_{\text{орг}}$ в сухом осадке изменяется от 0,15 % в биогенных карбонатных осадках в южном бассейне бухты, сопредельным с открытым морем, до 2,95 % в мелкодисперсных алеврито-пелитовых илах в северном бассейне. Интенсивное накопление карбонатов характерно для южного бассейна, где обнаруживаются осадки, сформированные ракушечным материалом. Массовая доля CaCO_3 здесь достигает 99 %. В то же время уровень накопления ОВ в Балаклавской бухте заметно ниже, чем в Севастопольской бухте. По-видимому, эти различия обусловлены рядом факторов, в том числе, особенностями морфометрии, гидродинамики вод, уровнем антропогенной нагрузки [1]. Сравнительный анализ результатов исследования вещественного состава ДО, полученных в 2005 [4] и 2015 гг., показывает (табл.), что существует тенденция снижения накопления органического вещества в Ба-

Т а б л и ц а . Натуральная влажность (W , %), органическое вещество ($C_{орг.}$, %) и карбонатность ($CaCO_3$, %) донных осадков севастопольских бухт (слой 0 – 5 см).

акватория	число станций	W , %		$C_{орг.}$, %		$CaCO_3$, %		источник
		средн.	диапазон	средн.	диапазон	средн.	диапазон	
Севастопольская бухта	62	46,5	29,9 – 71,3	4,38	0,97 – 11,58	34,5	18,9 – 68,6	[2, 3]
Балаклавская бухта	16	51,65	11,4 – 93,3	2,43	0,66 – 4,83	40,1	18,8 – 82,9	[4]
2005 г.	19	98,5	15,9 – 150,6	1,43	0,15 – 2,97	46,0	20,8 – 99,1	эта работа
2015 г.	15	–	–	1,80	0,11 – 4,55	73,7	44,1 – 96,9	[5]
Казачья бухта								

лаклавской бухте, что, по-видимому, связано с изменением уровня антропогенной нагрузки.

При исследовании гранулометрического состава ДО установлено, что фракционный состав за десять последних лет претерпел заметные изменения. В большей степени это касается песчаного и гравийного материала, количественных характеристик и особенностей пространственного распределения. Содержание илистого материала в отложениях Балаклавской бухты в среднем по всем пробам увеличилось с 58,2 до 65,9 %, а мелкодисперсный материал по-прежнему сосредоточен в западной и северо-западной частях северной акватории. Среднее значение для крупнодисперсного материала возросло в среднем на 1 % и составляет в долевом отношении 19,6 %. В пробах 2005 г. содержание ракушечного гравия с детритом в этом районе изменяется в диапазоне 2,58 – 11,79 %, а для 2015 г. – 1,95 – 61,13 %. Фракция илистых песков наоборот сократилась с 23,08 до 14,9 %. Отличительной особенностью пространственного распределения является увеличение доли гравийной и песчаной фракций в южном бассейне, на выходе из бухты.

1. Ломакин П.Д., Попов М.А. Океанологическая характеристика и оценка загрязнения вод Балаклавской бухты. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – 184 с.
2. Osadchaya T.S., Ovsyaniy E.I., Kemp R., Romanov A.S., Ignatieva O.G. Organic carbon and oil hydrocarbons in botton sediments of Sevastopol bay (the Black Sea)

// Marine ecol. J.– 2003.– v.II, № 2.– P.94-101.

3. *Игнатьева О.Г., Овсяный Е.И., Романов А.С., Коновалов С.К., Орехова Н.А.* Карбонатная система вод и содержание органического углерода в донных осадках Севастопольской бухты (Черное море) по данным наблюдений с 1998 по 2005 гг. // Морской гидрофизический журнал.– 2008.– № 2.– С.57-67.
4. *Овсяный Е.И., Котельянец Е.А., Орехова Н.А.* Мышьяк и тяжелые металлы в донных отложениях Балаклавской бухты (Черное море) // Морской гидрофизический журнал.– 2009.– № 4.– С.67-80.
5. *Романов А.С., Орехова Н.А., Игнатьева О.Г., Коновалов С.К., Овсяный Е.И.* Влияние физико-химических характеристик донных осадков на распределение микроэлементов на примере бухт Севастополя (Черное море) // Экология моря.– 2007.– вып.73.– С.85-90.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ ПЛЯЖА ПОС.ЛЮБИМОВКА

А.В.Долотов, В.В.Долотов

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
vdolotov@mail.ru*

Изменения пляжа пос.Любимовка Севастопольского региона изучается достаточно подробно, начиная с 2007 г. Причин пристального внимания к этому объекту несколько: пляж является самым протяженным в регионе и расположен в планомерно развивающейся рекреационной зоне. В природном отношении он представляет собой сочетание участков с полным и неполным профилем пляжа, при этом они разделены примерно посередине устьем реки Бельбек. Дополнительные особенности вносит подразделение участков пляжа по принадлежности пансионатам, базам отдыха и непосредственно муниципальному территориальному образованию, что определяет различные нормы качества инфраструктуры в кадастровых оценках пляжей.

В период с 2007 г. по настоящее время Морским гидрофизическим институтом было выполнено большое количество экспедиционных съемок территории и акватории пляжа, включая результаты промера глубин на расстоянии до 800 м от берега. В настоящей работе представлены результаты статистических оценок смещения береговой линии пляжа, полученные по предварительно оцифрованным спутниковым снимкам [1] за период 2005 – 2013 гг. и данным натурных наблюдений с учетом дополнительного источника – спутникового снимка высокого разрешения 1966 г.

Весь комплект пространственных данных оценивается с использованием методики *DSAS (Digital Shoreline Analysis System)*, разработанной американскими учеными и реализованной в виде дополнительного бесплатного модуля геоинформационной системы *ESRI ArcGIS*. Каждый вид данных оценивается с учетом их возможной погрешности и выражается в виде пространственно связанных таблиц различных статистических характеристик.

В результате получены такие основные статистические показатели, как средняя скорость смещения в год, абсолютные смещения между крайними линиями и крайними датами по всей линии берега, рассчитанными по данным поперечных сечений, проведенных с интервалом 50 м. Все три показателя однозначно подтверждают сделанный ранее вывод о наличии трех отдельных геоморфологических зон пляжа. Полученные данные оцениваются и анализируются с учетом ранее полученных результатов.

1. *Долотов В.В., Попова А.В.* Долгопериодная динамика пляжа пос.Любимовка // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь, 2014.– вып.28.– С.31-41.

ЦИФРОВОЙ КРЫМ: ДЕТАЛЬНЫЙ МАССИВ КООРДИНАТ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

А.В.Долотов, Ю.Н.Горячкин

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
vdolotov@mail.ru*

Одним из направлений работы Морского гидрофизического института РАН является внедрение ГИС-технологий, которые позволяют создавать цифровые массивы базовых карт и результатов наблюдений, а также выполнять многие виды пространственно-временного анализа состояния и динамики береговой зоны.

До настоящего времени в геоинформационных разработках МГИ использовался цифровой массив контуров береговой линии Крыма, имеющийся с 2004 г. в свободном доступе сети Интернет в формате ГИС *MapInfo*. Как показала практика, этот массив пригоден для многих видов анализа [1]. Вместе с тем, потребности практики требуют, во-первых, его обновления, учитывая долговременную изменчивость береговой линии (тут достаточно привести пример образования в 2010 г. острова на месте дистальной части Бакальской косы

[2]), и, во-вторых, более высокого пространственного разрешения. Проекты, выполняемые в МГИ в настоящее время, оперируют точностью пространственного позиционирования в 1 м, что вызывает потребность получения высокоточной векторной карты современного положения береговой линии Крыма и топологически связанных с ней объектов береговой зоны.

После предварительной оценки качества представленных исторических снимков на известном ресурсе *GoogleEarth* и проверки сопоставимости их координат было установлено, что вся прибрежная зона Крыма представлена, за небольшим исключением, достаточно качественными снимками в период 2010 – 2015 гг. Более ранние снимки в отдельных районах имеют смещение по долготе и широте до 7 – 12 м, что установлено наложением одних снимков на другие. Используемые для побережья Крыма снимки имеют заявленное разрешение 0,6 м на пиксел, что позволяет оцифровывать береговую линию с точностью, близкой к 1 м. Несмотря на большую трудоёмкость, такая оцифровка была выполнена нами для всего побережья Крымского п-ова. Она выполнялась отдельными отрезками, конвертируемыми в формат *kmz* и импортируемыми затем в ГИС *ESRI ArcGIS Desktop*. По результатам выполненной работы был получен подробный цифровой массив данных о координатах береговой линии, включающий около 185000 точек на протяжении около 1200 км побережья, что в среднем соответствует 1 точке на 6 м. Используемый ранее массив имел примерно на порядок худшее разрешение, что не позволяло подключить к ГИС такие важные объекты, как, например, берегозащитные сооружения, имеющие сравнительно небольшие размеры. Использование же нового цифрового массива дало возможность оцифровать множество прибрежных объектов, таких как буны, причалы, молы, подпорные стенки, лагуны и изолированные озера, острова и отдельно стоящие скалы и включить их в общую ГИС.

Полученный цифровой массив предполагается использовать в продолжение таких проектов, как «Разработка интерактивной информационно-справочной системы прибрежной зоны Крыма», «Кадастр пляжей Крыма» и др. С помощью его была успешно выполнена работа по картографическому наполнению проекта под эгидой Русского географического общества [3].

1. Дологов В.В., Горячкин Ю.Н. Информационно-справочная система "Морские берега Крыма" // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2013. – вып.27, т.1. – С.358-362.

2. Горячкин Ю.Н., Иванов В.А. Новый остров в Черном море? // Доп. НАН України.– 2013.– № 8.– С.100-104.
3. Современное состояние береговой зоны Крыма / Под ред. Ю.Н. Горячкина).– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2015.– 252 с.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНАХ ЧЕРНОГО МОРЯ НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

О.А. Дымова, Н.В. Маркова

*Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь
olgadym@yahoo.com, n.v.markova@mail.ru*

Активная хозяйственная деятельность в прибрежной зоне Черного моря стимулирует рост научных исследований, направленных на решение задач рационального природопользования. Развитие рекреационного потенциала прибрежных территорий требует знания региональных особенностей гидрофизических характеристик. Наиболее востребованными из них являются трехмерные поля течений и температуры. Численное моделирование гидродинамических процессов в прибрежной зоне, позволяющее воспроизвести указанные поля с высокой дискретностью по времени и пространству, является, поэтому, важной и актуальной задачей.

Для ее решения использовалась численная нелинейная термогидродинамическая модель МГИ [1]. Анализировались результаты серии расчетов, проведенных с учетом как осредненных многолетних климатических данных [2], так и реального атмосферного форсинга [3]. Результаты моделирования сравнивались с данными контактных измерений температуры и солёности в прибрежной зоне [4]. В районах Крымского и Кавказского побережья выявлена интенсивная мезомасштабная изменчивость исследуемых полей. Показано, в частности, что вихри, формирующиеся у Южного берега Крыма, вызывают увеличение скоростей вдольбереговых течений и определяют их направление, подъем и опускание вод различной температуры.

Информация о состоянии водной среды в прибрежных акваториях, полученная в результате численных экспериментов, может быть использована при решении таких задач как моделирование транспорта наносов, загрязняющих веществ, защиты береговых и гидротехнических сооружений и пр.

1. Демьшиев С.Г., Коротаев Г.К. Численная энергосбалансированная модель бароклинных течений океана на сетке C / Численные модели и результаты калибровочных расчетов течений в Атлантическом океане. – М.: ИВМ РАН, 1992. – С.163-231.
2. Белокопытов В.Н. Термохалинная и гидролого-акустическая структура вод Черного моря / Дисс. канд. геогр. наук. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2004. – 160 с.
3. Mesoscale modelling seen as a basic tool for weather forecasting and atmospheric research // World Meteorological Organization Bulletin. – 1997. – v.46, № 4. – P.317-324.
4. Зацепин А.Г., Островский А.Г., Кременецкий В.В., Низов С.С. и др. Подспутниковый полигон для изучения гидрофизических процессов в шельфово-склоновой зоне Черного моря // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. – 2014. – № 1. – С.16-29.

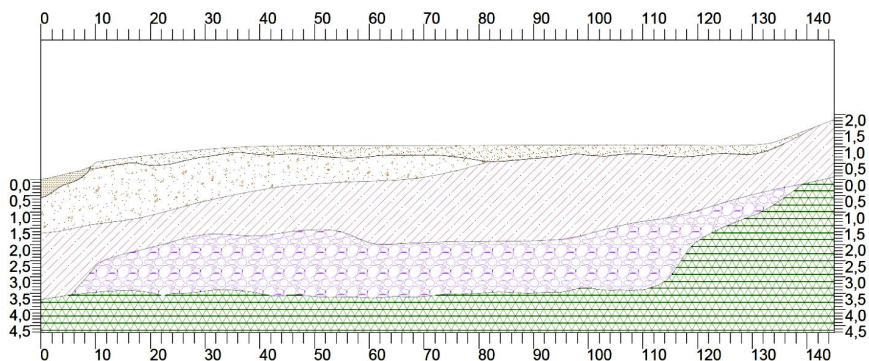
ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ И СЕЙСМОПРОФИЛИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФА БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ МОРЕЙ И ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОЕМОВ

А.Л.Загоскин, Е.И.Игнатов, П.Н.Терский

*Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова, г.Москва
ign38@mail.ru*

В рамках реализации ряда проектов по исследованию современного состояния морских берегов и дна пресноводных водоемов проведён комплекс работ по георадиолокационному зондированию и сейсмопрофилению. При этом появилась уникальная возможность получить сравнительную информацию о разрешающих способностях разных технических систем особенно в условиях пресноводных водоемов. При работах был использован георадар ОКО-2 с антенным блоком 400 мГц, глубина проникновения которого составляет 4,5 м, и профилограф (АП) Knudsen 3214 Chirp, с глубиной проникновения до 20 м.

Георадарная съемка проводилась по профилям, перпендикулярным береговой линии на ключевых участках. Профиль начинался на возвышенности, спускался к урезу воды и продолжался на акватории до глубины 5 – 6 м, которая является пределом охвата толщи георадаром. Продолжением профиля отложений на акватории являлся профиль НСП. Таким образом, профили георадарной съемки и НСП дублировали друг друга на акватории и уточняли расчленение толщи отложений. Съемка на акватории проводилась с надувной лод-



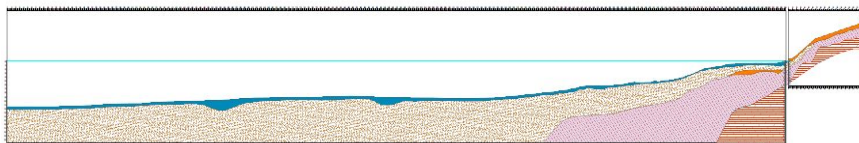
Р и с . 1 . Профиль берега Онежского озера.

ки, по берегу – перемещением георадара по намеченному профилю.

В качестве примера приведено два профиля. Первый профиль береговой (рис.1), георадарный профиль расположен на берегу Онежского озера, в 2 км к югу от деревни Климовская. Длина профиля составляет 144 м, глубина 4,5 м. Начало профиля прилегает к урезу озера.

От уреза на протяжении 10 м представлена древняя озерная терраса, далее следуют эоловые надувы по всей длине профиля, глубиной около 1 м. Под этим слоем находятся озерно-ледниковые отложения до отметки 80 м, мощностью 1,5 м. Далее следуют флювиогляциальные отложения по всей длине профиля, мощность горизонта составляет порядка двух метров, под этим горизонтом расположена морена, которая лежит на коренных девонских отложениях. Коренная порода находится на всём протяжении профиля, начиная с глубины 3,5 м.

Второй пример (рис.2) представляет собой совмещённый разрез из двух профилей береговой и водной части. На водной части профиля выделен слой современных донных отложений, мощностью 0,5 – 2 м, под которым расположена озерно-ледниковая толща до максимальной глубины профиля. Начиная от отметки 1335 м, находится флювиогляциальная толща, которая выходит на береговой участок. Под



Р и с . 2 . Совмещённый профиль береговой и водной части.

ними от отметки 1770 и до конца профиля находятся протерозойские песчаники. Совмещение профилей позволяет полностью интерпретировать донные отложения на малой и большой глубинах.

Выполненный комплекс работ показывает возможность применения георадарного зондирования как для береговой, так и для морской (озерной) части работ пресноводной акватории. В сравнении с методом НСП, георадарное зондирование имеет большее преимущество в виде детальности съёмки и разрешающей способности, но при этом сейсмопрофилирование даёт большее проникновение по толще. Поэтому при исследовании водоёмов большой глубины целесообразно использовать эти приборы совместно для получения полной картины подстилающей поверхности.

ТИПИЗАЦИЯ БЕРЕГОВ КРЫМА

Е.И.Игнатов, С.А.Лукьянова, Г.Д.Соловьёва

*Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова, г.Москва
Geomorpho2006@yandex.ru*

Для эффективного решения проблем рационального использования и охраны морских берегов, одного из основных природных ресурсов Крыма, необходимо знание и понимание пространственного распределения разных типов берегов. В связи с этим в Лаборатории морской геоморфологии географического факультета МГУ была составлена новая Карта типов берегов Крыма (масштаб 1:500 000). В основу этой карты была положена известная классификация морских берегов, которая рассматривает морские берега по степени переработки морем края прибрежной суши [1]. Согласно этой классификации, берега выстраиваются в определенную генетическую последовательность – от неизменных и слабо измененных морем берегов до полностью переработанных морским волнением. Эти две главные категории морских берегов, вместе с входящими в их состав разновидностями типов берегов, составляют основное содержание легенды к представляемой карте.

Чтобы получить их соотношения, по карте проведено измерение протяженности берегов каждого типа. Измерение проводилось последовательно вдоль береговой линии каждого участка циркулем с раствором 2 мм (1 км в масштабе карты). Следует оговориться, что фактическое измерение длины отдельных отрезков береговой линии дает лишь приблизительные результаты и целиком зависит от масштаба

карты. Поэтому при оценке распространенности разных типов берегов целесообразнее пользоваться их процентными соотношениями.

Выполненные по карте измерения распространенности берегов разных типов показали, прежде всего, специфику всех побережий Крыма, что связано с местными геолого-тектоническими неоднородностями побережий, их физико-географическими и климатическими характеристиками, экспозицией к морскому волнению. Эти особенности обеспечили преобладание на Западном побережье аккумулятивных берегов разного типа, составляющих в сумме 40,7 % (пляжевые 19,1 %, лагунные 21,6 %) от общей длины береговой линии побережья (табл.). Значительное распространение имеют типичные абразионные берега (34,6 %). На Восточном побережье преобладают типичные абразионные и лагунные берега. Для Южного побережья наиболее характерны абразионно-оползневые берега с хорошо развитой сетью искусственных галечных пляжей, в пределах Сивашского побережья господствуют абразионно-аккумулятивные и осушные берега.

В целом, для всего Крымского п-ова с общей протяженностью береговой линии примерно 1333 км характерно заметное преобладание типичных абразионных берегов, которые составляют четверть всех их типов (табл.). Такие берега в том или ином виде присутствуют на всех побережьях Крыма, а при продолжительном подъеме уровня моря их роль, несомненно, будет возрастать. Несколько меньшее, но также существенное значение имеют абразионно-аккумулятивные (18 %) и лагунные (15,7 %) берега, главным образом, за счет их широкого развития на западном и, особенно, на Сивашском побережьях. Следующими по распространенности являются аккумулятивные пляжевые (9,3 %), осушные (7,7 %), абразионные обвально-оползневые (6,9 %) и абразионно-оползневые (5,4 %) типы берегов. При этом первые и третьи из них, в основном, связаны с западным и восточным побережьями, абразионно-оползневые – с южным побережьем, а осушные берега почти целиком принадлежат Сивашам. Заметное значение имеют также искусственные аккумулятивные (4 %) и сугубо техногенные (3,4 %) берега, тяготеющие, в основном, к южному и восточному побережьям.

1. *Леонтьев О.К., Лукьянова С.А., Никифоров Л.Г., Соловьева Г.Д., Холодilin Н.А.* Карта типов берегов и побережий Мирового океана // Рельеф и ландшафты. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – С.116-126.

Т а б л и ц а . Соотношения типов берегов Крымского п-ова.

побе- режья	типы берегов													
	1	абразионные					7	аккумулятивные					13	всего
		2	3	4	5	6		8	9	10	11	12		
запад														
км	—	123	—	—	24	3,5	46,0	68,0	77,0	7,0	—	7,5	—	356
%		34,6			6,7	1,0	12,9	19,1	21,6	2,0		2,1		100
юг														
км	28,5	29,5	7,0	67,0	—	—	22,5	9,0	—	—	1,0	47,5	29,5	241
%	11,8	12,2	2,9	27,8			9,3	3,7			0,4	19,7	12,2	100
восток														
км	—	145	18,5	5,5	12,0	3,0	2,5	40,0	74,5	—	—	—	16,0	318
%		45,7	5,8	1,7	3,8	0,9	0,8	12,7	23,4				5,8	100
морские берега Крыма														
км	28,5	297,5	25,5	72,5	36,0	6,5	71,0	117,0	151,5	7,0	1,0	55,0	45,5	915
%	3,1	32,5	2,8	7,9	3,9	0,7	7,8	12,8	16,6	0,8	0,1	6,0	5,0	100
Сиваш														
км	—	34,0	—	—	56,0	—	167	7,5	58,0	96,0	—	—	—	418
%		8,1			13,3		40,0	1,7	13,9	23,0				100
все берега Крыма (+ Сиваш)														
км	28,5	331,5	25,5	72,5	92,0	6,5	238	124,5	209,5	103	1,0	55,0	45,5	1333
%	2,1	25,0	11,9	5,4	6,9	0,5	18	9,3	15,7	7,7	0,1	4,0	3,4	100

Типы берегов: 1 – слабо измененные морем, 2 – абразионные, 3 – абразионно-денудационные, 4 – абразионно-оползневые, 5 – абразионные обвальнo-оползневые, 6 – абразионные отмершие, 7 – абразионно-аккумулятивные, 8 – аккумулятивные пляжевые, 9 – лагунные, 10 – осушные, 11 – дельтовые, 12 – аккумулятивные искусственные, 13 – техногенные.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ МАССИВОВ ПРИРОДНЫМИ АТМОСФЕРНЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ РАЗРЯДАМИ

В. А. Исаев

*Республиканский академический научно-исследовательский
и проектно-конструкторский институт горной геологии,
геомеханики и маркшейдерского дела, г. Донецк
isavla@rambler.ru*

Склонные к оползневым деформациям массивы пород широко распространены в современных естественных и антропогенных ландшафтах. Так, например, на Крымском п-ове насчитывается свыше 1500 участков, подверженных оползням.

Оползневые процессы является частью природных эрозионных систем. Остановить такие процессы невозможно, но упреждающими мероприятиями можно предотвратить катастрофическое развитие оползней на участках возможного воздействия оползнеопасных массивов на объекты хозяйственной деятельности и места рекреации.

Среди большого количества способов борьбы с оползнями предпочтительно необходимо отдавать экологически безопасным, имитирующим природные процессы. К таким, по мнению автора, относятся способы монолитизации оползнеопасных массивов с помощью электрического тока.

В ряде случаев на локальных участках возможно осушение оползневого массива путем пропускания постоянного электрического тока через грунт.

В то же время имеются оползни, занимающие обширные площади, время жизни которых исчисляется десятилетиями и столетиями (Кучук-Койский и др.), переживающие неоднократные периоды активизации, нередко с катастрофическими последствиями, и периоды относительной стабильности. Для укрепления таких оползней целесообразно использовать атмосферные грозовые разряды.

Тело оползня предварительно изучается геологическими, геоморфологическими и геофизическими методами. Затем на поверхности оползневого массива устанавливаются хорошо заземленные громоотводы с целью провоцирования ударов молний вблизи поверхностей скольжения.

При ударах молний в теле оползня образуются фульгуриты (корнеподобные, спекшиеся до состояния стекла, образования), скрепляющие рыхлые накопления в относительно монолитные бло-

ки. Все это приводит к упрочению оползневого массива и спеканию глинистых пород на поверхностях скольжения, что делает невозможным оползание.

Монолитизация тела оползня происходит с минимальными трудовыми и стоимостными затратами, т.к. не требуется специального оборудования и процесс осуществляется за счет природного источника энергии.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОБЫТИЙ НА МАЛЫХ РЕКАХ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА РЕКИ АДАГУМ

К.Е.Краевский, А.В.Прусов

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
avprusov@gmail.com*

Прогностическая модель катастрофических паводков на малых реках Южного берега Крыма и Краснодарского края состоит из двух блоков – атмосферного (прогноз основных параметров атмосферной циркуляции в исследуемом бассейне реки) и гидрологического (точнее, гидравлического) блока, описывающего поверхностный сток.

При отладке модели использовались данные наблюдений, полученные во время реальных событий катастрофических паводков (и селей) на реках южного Крыма и Краснодарского края. На первом этапе модель адаптировалась к бассейну реки Адагум (Краснодарский край) на примере события экстремального ливневого паводка, произошедшего 6 – 7 июля 2012 г. Выпавшие в течение 6 – 7 июля осадки являются рекордными и не наблюдались никогда. Суммы суточных осадков по метеостанции Крымск ранее не превышали 80 мм, а сумма осадков только за ночь с 6 на 7 июля составила 156 мм! Зона экстремальных осадков охватила всю территорию бассейна Адагум.

По результатам полевых обследований, выполненных специалистами Краснодарского ЦГМС, и опросов местных жителей можно утверждать, что паводками были охвачены все основные водотоки бассейна реки Адагум и все её притоки.

Расчёты проводились при помощи гидравлической модели МГИ. Ее основой служат данные о рельефе рассматриваемого региона с пространственным разрешением 66×93 м. Ключевым параметром нашей модели является поле направлений потоков воды, которое в каждой ячейке рассчитывается через возвышение поверхно-

сти. Основные трудности при определении направления потока – ключевого параметра в топографии дренажа – возникают в плоской части региона, где ошибка в определении высоты места даже в 1 м может привести к серьезному искажению гидрографической картины. При поиске направлений стока в изучаемом регионе (бассейне реки) необходимо иметь географические координаты основных элементов его гидрографической сети (русел рек, контуров озер, водохранилищ, болот, плотин, дамб и т.п.). При этом точность их привязки должна быть не хуже точности используемых цифровых данных о возвышении уровня поверхности. В нашем случае, для данных *DTED Level 1* желательная точность привязки гидрографической сети должна быть как на топографических картах масштаба 1:50 000 – 1:100 000 (горизонтальный шаг в массивах *DTED Level 1* составляет 3").

Вторым, но не менее важным элементом, необходимым при моделировании являются данные по осадкам. Данные по осадкам восстанавливались с помощью мезомасштабной модели атмосферной циркуляции в регионе бассейна реки Адагум на 6 – 7 июля 2012 г.

При наличии всех необходимых данных для моделирования экстремальных событий в бассейне реки Адагум были проведены и проанализированы расчеты с помощью гидравлической модели МГИ.

ОПЕРАТИВНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ РАЗМЫВОВ ПЕСЧАНОГО БЕРЕГА С ПРИМЕНЕНИЕМ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ФИРМЫ *LEICAGEOSYSTEMS*

В.В.Крыленко, О.В.Пушкарев, М.В.Крыленко

Южное отделение

*Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН, г.Геленджик
krylenko@mail.ru*

Достоверный прогноз изменений в береговой зоне является актуальной проблемой в связи с усилением хозяйственной деятельности в береговой зоне моря. Наиболее быстрые и масштабные изменения в штормовых условиях характерны для аккумулятивных берегов [1]. Отсутствие оперативных данных о динамике аккумулятивных участков побережья затрудняет выполнение достоверных прогностических расчетов эволюции берегов, необходимых для предотвращения подмыва сооружений.

Для геодезической съемки использовалось оборудование спутниковой системы позиционирования фирмы *LeicaGeosystems*, в состав которого входили два двухчастотных приемных устройства

(*LeicaGS10*, *LeicaGS15*), обрабатывающие сигналы навигационных спутников *GPS* (*L1*, *L2*), ГЛОНАСС (*L1*,*L2*), приемная антенна и полевой контроллер *LeicaCS10* для управления режимами и параметрами съемки. Функционирование системы поддерживалось программным обеспечением *LeicaSmartWorxViva* [2].

Исходя из условий и задач съемки, аппаратурно-программная конфигурация системы соответствовала режиму *RTK*-кинематики и позволяла проведение непрерывной кинематической съемки в реальном времени. В качестве опорного пункта задействовалось приемное устройство *GS10* с антенной *AS10*, установленное стационарно.

Геодезическая съемка местности в режиме *RTK*-кинематики производилась следующим образом. С помощью полевого контроллера *CS10* на стационарном пункте оператор устанавливал необходимые параметры *RTK*-базы. Непосредственно перед началом съемки полевой контроллер настраивался на ее проведение в автоматическом режиме с заданными параметрами. После завершения полевых работ полученная информация из внутренней памяти контроллера переносилась на внешние носители и использовалась для последующей обработки.

В связи с тем, что сроки проведения полевых работ были ограничены, требовалось максимально ускорить процесс съемки. Для приемного устройства *GS15*, выполнявшего функцию передвижного приемника (*RTK*-ровер) была подготовлена специальная конструкция, позволяющая разместить прибор за плечами оператора, облегчая ему пешее перемещение на участке съемки. Для определения величины погрешности, связанной с неравномерностью движения оператора, было проведено измерение на участке с ровной поверхностью. С учетом особенностей морфологического строения аккумулятивных берегов автоматический отсчет координат производился при смещении прибора на 2 м в плане или при относительном изменении его высотного положения на 20 см.

Разработанная методика была использована для фиксации межштормовой динамики береговой линии аккумулятивных берегов Краснодарского края. Использование разработанной методики с применением комплекса спутниковой системы позиционирования фирмы *LeicaGeosystems* позволило в сжатые сроки провести большой объем работ, быстро определять масштабы и скорость изменения аккумулятивных берегов в результате штормовой деятельности и передавать пользователям необходимые для предотвращения последствий размывов данные.

1. Косьян Р.Д., Крыленко В.В., Куклев С.Б. Анапские пляжи – хрупкое природное образование // Природа.– 2012.– № 2.– С.19-28.
2. Крыленко В.В. Применение оборудования ГНСС LEICA GEOSYSTEMS в научных исследованиях / Геопрофи.– М., 2013.– вып.5.– С.19-23.

ВОДНЫЙ БАЛАНС ЧЕРНОГО МОРЯ

А.Е.Липченко, Н.Н.Дьяков

*Севастопольское отделение Государственного океанографического
института им.Н.Н.Зубова, г.Севастополь
lipchenko@optima.com.ua*

Изменения величин составляющих водного баланса Черного моря во многом определяют гидрологическую структуру и циркуляцию вод моря, солеобмен и соответственно оказывают воздействие на природные условия прибрежной зоны, рекреационного комплекса, марикультурного хозяйства и рыболовства. Особенно существенно такое влияние проявляется в современных условиях – в период глобальных климатических изменений. Региональные проявления таких изменений в последние десятилетия в Черноморском бассейне привели к режимным сдвигам в температурных, ветровых условиях, количестве выпадающих атмосферных осадков, внесли существенный вклад в рост среднего уровня моря. В связи с этим, несомненно, актуальной является задача уточнения расчета воднобалансовых компонент, разработки надежных методов их вычисления на месячных, сезонных и годовых масштабах. Интенсивное развитие методов дистанционного зондирования атмосферы и океана, а также значительное улучшение качества данных реанализа ведущих Мировых Центров в последние годы позволяет сегодня с приемлемой точностью решить эту задачу.

Для расчета атмосферных осадков, выпадающих на поверхность моря, кроме традиционной методики ГОИН [1] нами были использованы многолетние массивы данных реанализа осадков *GPCC*, а также данные американского реанализа *TRMM_3B43RT V7*. Расчет месячных и годовых величин испарения производился на основе анализа потоков скрытого тепла массива данных реанализов *JRA-55*, *ERA-40*, *ERA-Interim*, *NCEP*. Для расчета изменений объема вод Черного моря анализировались среднемесячные аномалии уровня моря по данным спутниковой альтиметрии (*AVISO*). Были уточнены методы расчета величин компонент водообмена через Босфор и суммарного стока рек в Черное море.

Выполненные за период 1958 – 2013 гг. по новой методике расчеты, по сравнению с [1], дали, примерно, на 60 % большую величину (415 км^3) среднемноголетнего годового количества атмосферных осадков, выпадающих на поверхность моря. Среднемноголетняя величина годового стока рек увеличилась на 5 % и составила 355 км^3 . Расчет испарения показал, что его среднемноголетняя величина увеличилась на 20 % (413 км^3). В результате осредненная за период 1958 – 2013 гг. величина годового пресного баланса составила 357 км^3 , что на 40 % больше, чем дал расчет по традиционной методике [1]. Такое различие объясняется занижением величин пресного баланса в [1], прежде всего, за счет недооценки количества выпадающих на поверхность Черного моря осадков, рассчитываемых здесь методом модульных коэффициентов по данным ограниченного числа прибрежных гидрометеостанций. Правильность наших данных подтверждается хорошим соответствием рассчитанных величин компонент водообмена через пролив Босфор с экспериментальными данными измерений течений в проливе, приведенных в [2].

1. *Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т.IV. Черное море. Вып.1. Гидрометеорологические условия.*– С.-Пб.: Гидрометеиздат, 1991.– 430 с.
2. *Иванов В.А., Белокопытов В.Н. Океанография Черного моря.*– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011.– 212 с.

МОНАЦИТОВЫЙ ПЕСОК КАК КОМПОНЕНТ РАДИОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПЛЯЖЕЙ КЕРЧЕНСКО-ТАМАНСКИХ ПОБЕРЕЖИЙ

И.С.Подымов, Т.М.Подымова

Южное отделение

*Института океанологии им.П.П.Ширшова РАН, г.Геленджик
podymov@coastdyn.ru, tpodymova@inbox.ru*

Опасным природным фактором на побережье Черного и Азовского морей являются так называемые «черные пески» (монациты). Монацит – минерал, фосфат редкоземельных элементов (*Ce, La, Nd, Th*) PO_4 , которые замещаются торием. Содержание окисей редкоземельных элементов в монаците доходит до 60 %. Монацит кристаллизуется в моноклинной системе, образуя пластинчатые, толстотаблитчатые полупрозрачные (или непрозрачные) кристаллы, неправильные зерна, зернистые массы. Цвет монацита – от желтого, жел-

то-зеленого до коричневого, красно-бурого и розового. Твердость по шкале Мооса 5 – 5,5. Плотность 4900 – 5500 кг/м³. Блеск стеклянный, кристаллы хрупкие, радиоактивные. Радиоактивными элементами монацитовых песков являются ²³²Th, ²³⁸U и продукты их распада.

Уровень бета-гамма излучений в местах скопления «черных песков» составляет 30 – 500 мкР/час. Но в некоторых местах и в разные годы может доходить до 900 – 10000 мкР/час. По данным одной из экспедиций МГУ удельная активность проб «черного песка», отобранного в районе Таганрога, составляла 9240 ± 138 Бк/кг по ²³²Th и 698 ± 42 Бк/кг по ²³⁸U. Гамма-спектры проб, отобранных в разных местах акватории Черного и Азовского морей, дают содержание тория от 5 – 7 до 60 – 65 % относительно содержания урана. Минералогический состав монацитовых песков Азово-Черноморского бассейна представлен кремнием, железом, титаном, марганцем, магнием, цинком, хромом, кальцием, калием, натрием, редкоземельными элементами, торием, ураном, цирконием.

Визуально отмечено, что основным компонентом крупных фракций (0,3 – 0,6 мм) «черных песков» является слабо окрашенный минерал. Темные минералы представлены более мелкими частицами (0,05 – 0,2 мм). Т.о., основная масса (более 70 %) исследованного материала, состоящая из кварца, граната и циркона, сосредоточена во фракции 0,2 – 0,315 мм. Более крупная фракция (0,315 – 0,6 мм) – ракушечник и обломочный материал (3 – 13 %). Фракция тяжелых металлов (0,05 – 0,160 мм) составляет 10 – 13 % исходного материала. В нее входят минералы черного цвета: ильменит и магнетит. Они окрашивают песок в черный цвет. Пример «монацитового песка» под микроскопом показан на рис.1.

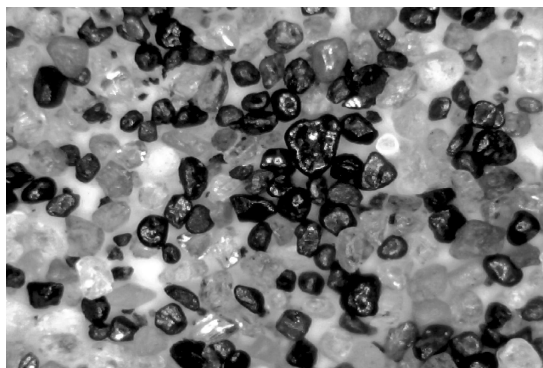
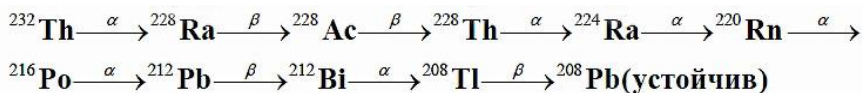


Рис. 1. Монацитовый песок с пляжа Черного моря (пос. Веселовка) под микроскопом. Физический размер пробы по горизонтали – 1 мм. Использовано увеличение микроскопа $\times 800$. Фото выполнено в отраженном свете.



Р и с . 2 . Схема радиоактивных превращений в семействе тория.

Основным источником радиоактивного излучения монацитов является ${}^{232}\text{Th}$ и продукты его распада. Несколько упрощенно схема радиоактивных превращений в семействе тория показана на рис.2.

Рис.2 показывает, что опасность «черных песков» связана с внутренним облучением торием (изотопом радона ${}^{220}\text{Rn}$) и продуктами его распада. Радионуклиды попадают в легкие в виде вдыхаемого газа и мелких пылевидных частиц, разносимых ветром.

При разрушении горных пород, включающих монацит, последний накапливается в россыпях, представляющих крупные месторождения. Такие месторождения наблюдаются, в частности, на юге Донецкой области и, по некоторым данным [1], в Крыму. Месторождения монацитов, находящиеся в прибрежной зоне, создают ряд проблем с наступлением купального сезона. В результате природных процессов и естественной флотации за осенне-зимне-весенний период на побережье скапливается значительное количество «черного песка». Иногда, после шторма, пляжи в буквальном смысле засыпает радиоактивными песками. На рис.3 отмечены места на карте, где в разное время были обнаружены «черные пески».

Игнорировать радиационную опасность «чёрных песков» нельзя. Комбинированное воздействие на организм урана и тория весьма



Р и с . 3 . Места обнаружения «черных песков».

опасно. Но и закрывать всё побережье для массового отдыха тоже ни к чему. Достаточно выявлять места локализации «чёрных песков», брать их под контроль и проводить защитные мероприятия и, по возможности, избегать мест их скопления.

Исследования проводятся в рамках проектов РНФ 14-17-00547 и 14-50-00095.

1. *Горячкин Ю.Н.* Состояние и проблемы береговой зоны Крыма // Береговая зона – взгляд в будущее. Материалы XXV Международной береговой конференции.– М.: ГЕОС, 2014.– т.1.– С.35-37.

ПЛЯЖИ КРЫМА И СЕВАСТОПОЛЯ: ОТ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ / СИСТЕМ ДО КЛАСТЕРОВ

И. Л. Прыгунова

*Филиал МГУ им.М.В.Ломоносова в Севастополе, г.Севастополь
irina_prygunova@mail.ru*

Туристско-рекреационная деятельность как стратегическое направление социально-экономического развития в Крымском федеральном округе базируется, в первую очередь, на уникальных природных условиях и ресурсах, отличающихся высоким ландшафтно-терапевтическим и ландшафтно-эстетическим потенциалом. Поэтому изучение, сохранение, территориальное развитие и поддержание в качественном состоянии ценных природных, в том числе, рекреационных территорий / акваторий и ресурсов является важной региональной задачей.

Под рекреационной территорией (РТ) обычно подразумевается участок суши или водного пространства, обладающий комплексом рекреационных ресурсов (включая природные, трудовые, материально-технические и др.), использующийся для отдыха людей, которые по размерности делятся на места отдыха, зоны, районы и регионы, являющиеся объектом исследования в рекреационной географии. На полуострове представлены все типы РТ, причем процесс их формирования и усиления интенсивности использования, учитывая общую стратегию развития региона, продолжается.

Пляжи относят: к местам отдыха, имеющим как природные, так и административные границы; с закрепленным землеотводом и сложившимся рекреационным типом природопользования или стихийно формирующимся на других типах природопользования, фактиче-

ски не имеющим «своей земли»; природным или искусственно-созданным ресурсом развития городских территорий/акваторий, которые в процессе управления требуют особых навыков и режимов регулирования и управления. Базовая модель рекреационной системы и ее модификации, с учетом развития научного понимания процессов в обществе и природе (эколого-географическая, информационная модели), позволяет рассмотреть пляж как специфическую природно-социально-экономическую систему. Сам процесс развития пляжа от природной системы к социально-экономической можно понимать как поэтапность освоения и рационального преобразования, управления природно-социально-экономическими процессами для нужд отдыха населения от территориальной рекреационной системы (ТРС) до кластерной системы. Примером такого развития пляжей могут служить модельные территории – пляжи Юго-Западного Крыма от косы Северной до мыса Лукулл, изучаемые как специфические ТРС с конца XX в. (пляжи «Учкуевка», «Любимовка» и «дикие»), позволяющие рассматривать все этапы формирования систем / кластеров одновременно.

ГИС «БЕРЕГОВАЯ ЗОНА КРЫМА» КАК ОСНОВА ВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ДИНАМИКИ ПОБЕРЕЖЬЯ

О.С.Романюк, В.И.Морозов*, Ю.Н.Горячкин**,
В.В.Долотов**, М.Н.Рыжий***

**«Крымгеология», г.Симферополь*

***Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь*

****ООО «Инжзащита», г.Ялта*

Разработаны два варианта содержания геоинформационной системы (ГИС) береговой зоны Крыма. Один из них содержит 150 позиций с дополнительными 300 уточняющими дескрипторами. И второй, соответственно, на 50 и 150 дескрипторов. В зависимости от поставленных задач, характера обследуемой территории, финансирования и других условий количество определяемых параметров может изменяться.

Смысловые блоки ГИС включают геологическую, геоморфологическую, лито- и гидродинамические характеристики, а также сервисные программы обработки данных наблюдений. Для примера приведем предлагаемую часть раздела, факторы-условия, определяющие формирование берега:

№	дескрипторы
1.	Номер участка по общей классификации
2.	Нумерация по кадастру обследуемой территории
3.	Геолого-геоморфологические факторы
3.1.	Литолого-стратиграфические комплексы пород: – комплекс флишеидных пород среднего триаса – нижней юры; – комплекс прочных монолитных мраморовидных карбонатных пород верхней юры и среднего мела; – комплекс глин палеоген-неогенового возраста (майкопская серия); – комплекс рифовых палеогеновых карбонатных пород; – комплекс пластовых неогеновых известняков; – комплекс галечно-глинистых плиоценовых пород (тавльская и массандровская свиты и кизилджарская толща); – комплекс четвертичных отложений: – морские и лиманно-морские; – континентальных суглинков.
3.2.	Ширина абразионной террасы, км;
3.3.	Наклон поверхности абразионной террасы, град.;
3.4.	Характер поверхности абразионной террасы, код;
3.5.	Наличие обломочного материала в волновой зоне: – в подводной части; – в надводной части; – ширина полосы крупнообломочного материала; – визуальное или полуинструментальное определение объема крупнообломочного материала, м³/м пог.
3.6.	Современные тектонические движения: – восходящие; – нисходящие.

Унификация наблюдений, сбора и обработки фактического материала делает сравнимыми результаты работ на различных территориях различными исследователями.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ И ТАЯНИЯ ЛЬДА
В УСЛОВИЯХ ЗИМЫ 2011 – 2012 ГГ.
ДЛЯ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА**

Ю. Н. Рябцев

*Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь
ruab@mail.ru*

Предложена оптимизированная (исключены все итерационные процедуры) локально-одномерная модель термодинамики формирования и таяния льда. Проведен численный расчет формирования и таяния льда для реальных условий зимы 2011 – 2012 гг. под действием внешних условий.

Для численного эксперимента из архива погоды в п. Тамань взяты данные наблюдений для давления, влажности, скорости ветра, облачности, температуры воздуха с 1 ноября 2011 г. по 7 апреля 2012 г. Положение метеостанции Тамань: 45,23 с.ш. 36,75 в.д., высота над уровнем моря 5 м.

Проведен расчет изменения температуры воды столба жидкости с ноября по апрель, обусловленного постепенным выхолаживанием и последующим прогревом под действием термодинамических факторов. При достижении водой в поверхностном слое температуры замерзания начинается образование льда. Для солёности 15,6 ‰ температура замерзания равна $-0,852^{\circ}\text{C}$. В расчете в соответствии с вынуждающими факторами этого года это происходит в конце января, в течение февраля ледяной покров нарастает и в марте начинает таять. Весь этот период вода подо льдом отдает тепло, за счет внутренних слоев, постепенно охлаждаясь. При этом средняя температура стремится к температуре замерзания. Общая глубина принималась 4 м.

Максимальных величин 35,7 см в расчетах толщина льда достигла 26 февраля. Лед просуществовал почти два месяца (59 сут). Рассчитанная толщина льда соответствует как представлениям о средних толщинах по многолетним наблюдениям, так и значениям толщин, наблюдавшимся в условиях зимы сезона 2011 – 2012 гг. в южной части Азовского моря.

Высота водяного столба в процессе формирования и эволюции льда по времени меняется, часть массы воды переходит в лед. Лед над поверхностью возвышается на 3,5 см (1 : 10,5). Солёность начинает меняться с началом образования льда. При этом в воду поступает соль из объёма воды, перешедшего в лед. При таянии, наоборот, происхо-

дит распреснение воды. В конечном итоге величина солёности до льдообразования равна величине солёности после, так как срабатывает процедура конвективной устойчивости и все перемешивается. Величина изменения солёности пренебрежимо мала для Таманского залива с его низкой солёностью, но принципиально эффект учитывался.

В данной модели нет учета снежного покрова, т.к. в наблюдениях, как правило, отмечалась незначительность или полное отсутствие снежного покрова из-за сильных ветров. Данные о величинах снежного покрова имеются только на прибрежных метеостанциях и отсутствуют для внутренних районов моря.

Полученные результаты хорошо удовлетворяют имеющимся наблюдениям о сроках и толщинах льдообразования в южной части Азовского моря и Таманском заливе зимой 2011 – 2012 гг. В сочетании с полной трехмерной моделью гидродинамики и учетом суточного хода внешних вынуждающих факторов модель позволяет получить пространственное распределение формирования и эволюции ледяного покрова.

ВНУТРИСЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ СИВАША, ВЫЗВАННАЯ ВЕТРОВЫМИ УСЛОВИЯМИ

Р.Р.Станичная, Е.С.Щурова

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
rrsta@mail.ru, shchurova88@gmail.com*

Исследованиями берегов Сиваша занимались Шустов Б.С., Леонтьев О.К., Леонтьев В.К., Шуйский Ю.Д., Михайлов В.А., однако знания достаточно разрознены и рассредоточены во времени, систематические наблюдения не выполняются. Современные методы дистанционного зондирования позволяют оценивать динамику береговой линии в условиях постоянно меняющихся антропогенных и природно-климатических факторов, выделять определяющие условия этих изменений.

В данной работе проанализирована внутрисезонная динамика берегов Сиваша при различных погодных условиях, с использованием спутниковых данных, учитывая природно-климатические факторы влияния. Для этого были собраны и проанализированы снимки *Landsat* за летний сезон 2013 г., использовались также метеорологические данные по Азовскому морю, взятые из архива отдела дистанционных методов исследований МГИ.

В ходе работы особое внимание было уделено ветровым условиям, поскольку Сиваш является мелководным заливом, и главным фактором колебания уровня и важнейшей рельефообразующей причиной являются сгонно-нагонные явления. Проводилось сравнение береговых зон в дни, когда преобладали ветры северо-восточных румбов, определяющие процессы нагонов с днями, когда преобладали ветра, не влияющие на изменения берега.

В результате анализа спутниковых данных были определены участки, которые при нагонных ветрах затопляются водой, с другой стороны, были выделены большие ветровые засухи, которые обнажаются на сотни метров в результате сгонов. При нагонах в Сиваше уровень обычно повышается на 0,5 м, реже до 0,7 – 0,8 м [1], в зависимости от глубины и характера береговой зоны, площади нагонов варьируются от 30 – 60 м. В Западном Сиваше, где глубины едва достигают 0,5 м, воздействие сгонно-нагонных процессов особенно заметно. Так некоторые участки осушаются во время сгона до 500 м.

Таким образом, использование современных спутниковых методов открывает возможности систематического наблюдения за изменениями береговой линии залива Сиваш при различных погодных условиях, что особенно актуально, поскольку исследуемый объект с точки зрения проведения традиционных экспедиционных исследований весьма сложный. Кроме того, спутниковые данные позволяют получать информацию о пространственных изменениях береговой линии.

1. Михайлов В.А. Про характер берегов Сиваша // Ученые записки ТНУ. Серия «География». – 2005. – т.20 (59), № 2. – С.322-333.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОФРОНТА В РАЙОНЕ СТОКА РЕК НА ШЕЛЬФЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

М.В.Цыганова

*Морской гидрофизический институт РАН, г.Севастополь
mteresh@yandex.ru*

Работа посвящена изучению закономерностей трансформации речных вод в приустьевой области реки на шельфе Черного моря. Основная цель исследования заключалась в проверке результатов расчетов по простой аналитической модели с данными гидрологических съемок, в определении горизонтальных и вертикальных масштабов фронтальной зоны и чисел Россби, Бюргера в зависимости

от расхода реки, геометрии устья и параметров стратификации шельфа. В результате получены оценки изменчивости трансформации гидрофронта, глубины залегания и положения внешней границы стоковой фронтальной зоны, которые сравнивались с наблюдаемыми значениями на северо-западном шельфе Черного моря в районе впадения реки Дунай.

Проанализировано распространение речных вод по данным SeaWiFS за период 1997 – 2012 гг.; положение границы фронта по спутниковым изображениям в видимом диапазоне спектра хорошо согласуется с полученными оценками горизонтальных масштабов стоковой фронтальной зоны, что дает основание для развития количественных методов спутникового мониторинга распространения речных вод на шельфе Черного моря.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

<i>Алексеев Д.В.</i> _____	17, 39, 109	<i>Добролюбов С.А.</i> _____	115
<i>Алескерова А.А.</i> _____	55, 104	<i>Долотов А.В.</i> _____	123, 124
<i>Алехин Г.Н.</i> _____	73	<i>Долотов В.В.</i> _____	66, 119, 123, 141
<i>Алимаев В.А.</i> _____	21	<i>Дробышев Ю.И.</i> _____	118
<i>Архипкин В.С.</i> _____	115	<i>Дымова О.А.</i> _____	126
<i>Архипов В.В.</i> _____	116	<i>Дьяков Н.Н.</i> _____	93, 136
<i>Афанасьев В.В.</i> _____	24, 56, 118	<i>Жук Е.В.</i> _____	77
<i>Багаев А.В.</i> _____	97	<i>Загоскин А.Л.</i> _____	127
<i>Баранов В.И.</i> _____	111	<i>Зацепин А.Г.</i> _____	111
<i>Баянкина Т.М.</i> _____	106	<i>Зима В.В.</i> _____	113
<i>Белогудов А.А.</i> _____	93	<i>Иванов В.А.</i> _____	80, 97, 100
<i>Белокопытов В.Н.</i> _____	102	<i>Ивлиева О.В.</i> _____	59
<i>Беспалова Л.А.</i> _____	59	<i>Игнатов Е.И.</i> _____	16, 58, 116, 118, 127, 129
<i>Богуславский А.С.</i> _____	51, 80	<i>Игумнова Е.М.</i> _____	81, 83
<i>Волкова Т.А.</i> _____	32	<i>Ингеров А.В.</i> _____	77
<i>Вольфман Ю.М.</i> _____	64	<i>Исаев В.А.</i> _____	132
<i>Воронина В.В.</i> _____	32	<i>Казаков С.И.</i> _____	51, 66, 80
<i>Галковская Л.К.</i> _____	77	<i>Канин В.А.</i> _____	73
<i>Годин Е.А.</i> _____	77	<i>Катлине Коблев А.Х.</i> _____	61
<i>Горячкин Ю.Н.</i> _____	9, 28, 35, 46, 119, 124, 141	<i>Каширина Е.С.</i> _____	58
<i>Грязин Д.Г.</i> _____	40	<i>Козловская О.Н.</i> _____	86
<i>Гуров К.И.</i> _____	100, 121	<i>Кокин О.В.</i> _____	116
<i>Демидов А.Н.</i> _____	48	<i>Колесникова Е.Я.</i> _____	64
<i>Джамаль С.В.</i> _____	42	<i>Кондратьев С.И.</i> _____	86
<i>Дивинский Б.В.</i> _____	37	<i>Коновалов С.К.</i> _____	85, 90, 100, 121

Корзинин Д.В.	44	Пластун Т.В.	77
Косьян Р.Д.	37	Подымов И.С.	68, 70, 137
Котельянец Е.А.	100	Подымов О.И.	111
Кочергин В.С.	107, 108	Подымова Т.М.	68, 70, 137
Кочергин С.В.	107, 108	Позаченюк Е.А.	19
Краевский К.Е.	100, 133	Полозок А.А.	17, 39, 109
Краснобай А.А.	21	Прусов А.В.	100, 133
Крыленко В.В.	134	Прыгунова И.Л.	140
Крыленко М.В.	134	Пушкарев О.В.	134
Кубряков А.А.	55, 102, 104	Романюк О.С.	14, 141
Кузнецов А.С.	51, 66, 80, 113	Рыжий М.Н.	13, 141
Кузнецов С.Ю.	52, 110	Рябцев Ю.Н.	143
Куклев С.Б.	111	Санин А.Ю.	116
Лазоренко Д.И.	35, 39, 104	Сапрыкина Я.В.	52, 110
Лемешко Е.Е.	104, 109	Сизов А.А.	106
Лемешко Е.М.	100, 109, 113	Слепчук К.А.	75, 97
Липченко А.Е.	136	Совга Е.Е.	75
Ломакин П.Д.	96	Соловьева Г.Д.	129
Лукиянова С.А.	129	Солодова С.М.	83
Лысенко В.И.	30	Соцкова Л.М.	92
Макаров К.Н.	61	Станичная Р.Р.	55, 144
Маркова Н.В.	126	Станичный С.В.	55, 102, 104
Медведев Е.В.	88	Терский П.Н.	127
Мезенцева И.В.	75	Тимошенко Т.Ю.	93
Миненкова В.В.	32	Тимченко И.Е.	81, 83
Миньковская Р.Я.	48	Тявлин Р.М.	25, 27
Михайличенко С.Ю.	17, 46	Тявлилина Г.В.	25, 27
Михайлова Н.В.	106	Уба А.В.	24
Моисеенко О.Г.	88, 90	Удовик В.Ф.	28, 46
Морозов А.Н.	113	Филобок А.А.	32
Морозов В.И.	141	Фомин В.В.	17, 35, 39, 104, 109
Мысленков С.А.	115	Халиулин А.Х.	77
Мысливец В.И.	62	Харитоновна Л.В.	17, 35
Несин Д.Ю.	42	Хмара Т.В.	75
Никифоров Ю.И.	83	Хоружий Д.С.	88
Никольский Н.В.	102	Цокоров Д.С.	21
Новиков А.А.	58	Цыганова М.В.	145
Овсяный Е.И.	121	Часовников В.К.	95
Окара И.В.	92	Чепыженко А.А.	96
Орехова Н.А.	85, 90	Чепыженко А.И.	96
Останин А.М.	64	Чистов С.В.	16, 116
Пасынков А.А.	33	Шик Н.В.	30, 53
Пащенко А.В.	73	Штремель М.Н.	52, 110
Петров В.А.	25, 27	Шутов С.А.	113
Пешков В.М.	12	Щурова Е.С.	144
Пиотух В.Б.	106, 111	Ярославцев Н.А.	25, 27

Тезисы докладов научно-практической конференции
«Пути решения проблемы сохранения и восстановления пляжей
Крымского полуострова»

Технический редактор Т.В.Хмара

Подписано к печати 2015 г.
Формат 60 84 1/16. Бумага офсетная.
Заказ № . Тираж экз.
