



Результаты научной деятельности Атлантического отделения ИО РАН в 2021 году

В.В. Сивков
директор АО ИО РАН

**Выполнение госзадания и
публикационная активность**

Количество базовых тем - 6

1. Тема № 0128-2021-0012

Морские природные системы Балтийского моря и Атлантического океана: формирование природных комплексов Балтийского моря и их изменение под влиянием Атлантического океана и антропогенного воздействия (рук. В.В. Сивков)

2. Тема № 0128-2021-0007

Морские и океанские экосистемы в условиях меняющегося климата и антропогенного воздействия: структура и биологическая продуктивность экосистемы Арктического бассейна и морей России, экосистемы и потенциальные биологические ресурсы открытого океана (рук. М.В. Флинт)

3. Тема № 0128-2021-0011

Технологии широкого спектра наблюдений в гидросфере на базе подводных робототехнических комплексов, обитаемых аппаратов и систем: разработка подводных аппаратов и роботизированных телеуправляемых платформ с сетевой архитектурой для мониторинга гидросферы, в том числе на предельных глубинах в Мировом океане (рук. Б.Я. Розман)

4. Тема № 0128-2021-0017

Оценка современного состояния природных комплексов Атлантического сектора Южного океана и их разнопериодной изменчивости (экосистемы, биопродуктивность, гидрофизика, гидро- и геохимия) (рук. Е.Г. Морозов)

3. Тема № 0128-2021-0015

Экстремальные опасные явления, связанные с Мировым океаном (рук. А.В. Соков)

4. Тема № 0128-2021-0016

Взаимодействие биосфер в Мировом океане(рук. В.П. Шевченко)

Информация о выполнении показателей по теме госзадания № 0128-2021-0012:

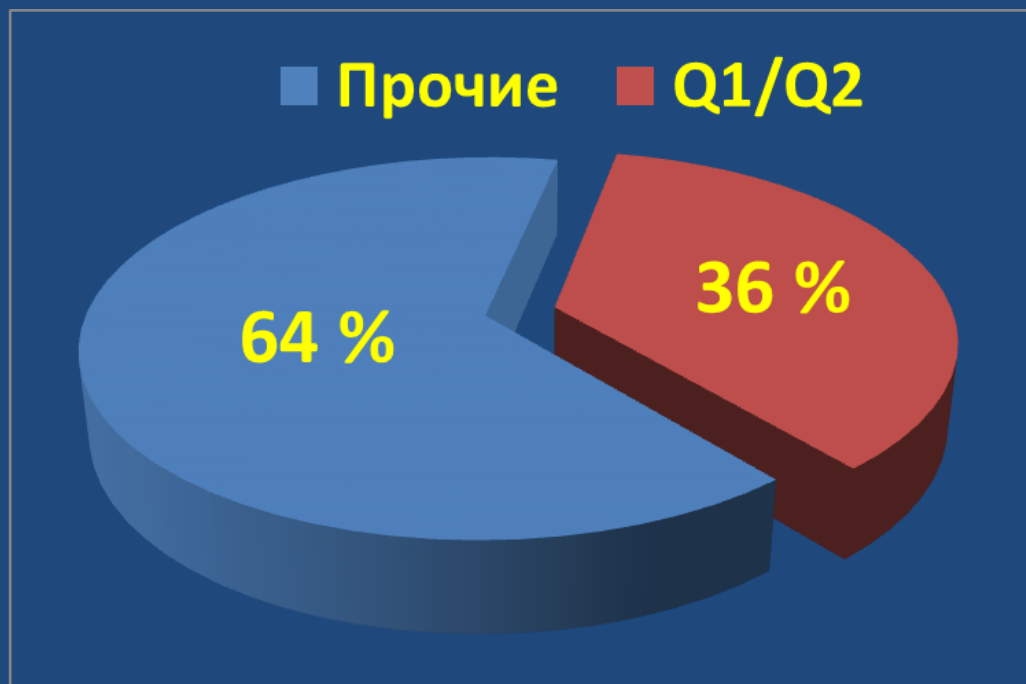
1. Количество статей в рецензируемых журналах
(план/факт): **28/28**

в том числе: **21** - в журналах WoS/Scopus

Информация о выполнении показателей по теме госзадания № 0128-2021-0012:

2. Количество и доля статей в журналах Q1/Q2:

10

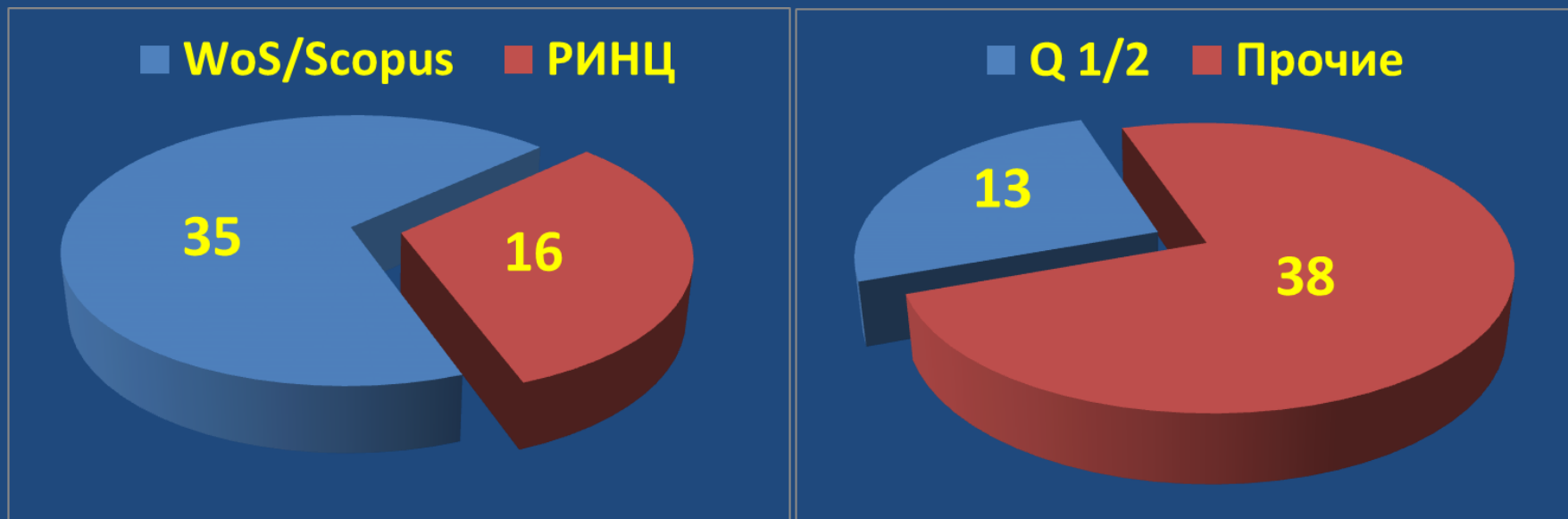


Информация о выполнении показателей по теме госзадания № 0128-2021-0012:

3. Количество научно-популярных публикаций: **1**
4. Количество статей, подготовленных совместно с зарубежными: **24**

Информация о выполнении показателей по теме госзадания № 0128-2021-0012:

5. Всего статей в рецензируемых журналах : **51**



Количество научных публикаций (WoS+Scopus)

70 (51) без темы 0017 **66 (47)**

В том числе:

По теме АО ИО РАН № 0128-2021-0012 51 (35)

По «зонтичным» темам ИО РАН:

- № 0128-2021-0015 (рук. А.В. Соков) **2 (1)**

- № 0128-2021-0016 (рук В.П. Шевченко) **2 (2)**

- № 0128-2019-0017 (рук. Е.Г. Морозов) **4 (4)**

Инициативные статьи 11 (9)

**Информация о выполнении показателей по
теме госзадания № 0128-2021-0012:**

Статьи в сборниках трудов: 5

Монографии: 2

Главы в монографиях: 4

Блок II

Другие показатели деятельности

Показатели	Количество
1. Защищенные кандидатские и докторские диссертации	0
2. Проведенные конференции, семинары	0
3. Количество научных сотрудников, выступивших с докладами на конференциях, совещаниях	43
4. Количество патентов и свидетельств о государственной регистрации	0
5. Количество грантов	26
6. Количество договоров НИР/хозяйственных	3/16
7. Международное сотрудничество (количество международных проектов)	4

8. Проведенные экспедиции

№ пп	Судно	№ рейса	Сроки	Судо- сутки	Кол-во участн.
1	Академик С. Вавилов	51	июнь - июль	15	20
2	Академик Иоффе	57	июнь - август	45	2
3	Академик М. Келдыш	84	июнь - август	34	1
4	Академик С. Вавилов	53	сентябрь-октябрь	40	1
5	Академик Иоффе	59	сентябрь-октябрь	45	14
6	Академик Б. Петров	47	сентябрь-октябрь	20	4
7	Академик Б. Петров	48	октябрь - ноябрь	15	19

Прибрежные и лагунные экспедиции (на 15 декабря)

№ пп	Маломерное плавсредство	Количество выходов
1.	КД-0232 «Норд-3»	44 (судодня)
2.	РЖД 11-05 «Ласточка»	6
3.	РЖД 09-61 «Бриг	17
4	МНИС «Ашамба»	11

9. Государственные, ведомственные и научные награды и премии:

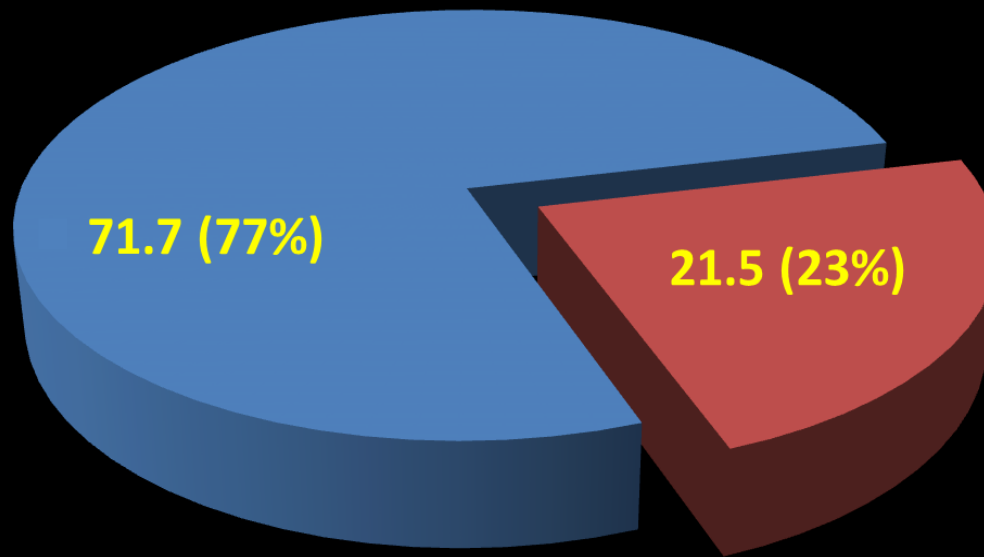
Региональные награды	7
Ведомственные награды	2
Государственные награды	1

**Бюджетное финансирование
в 2021 году
(на 15 декабря)**

71.7 млн руб.

**в т.ч. 61.6 млн руб. по
теме АО ИО РАН №0128-2021-0012**

Структура финансирования АО ИО РАН (млн руб.)



■ Бюджет ■ Внебюджет

Структура внебюджетного финансирования (млн руб.)



**Достижение показателя по зарплате в
200% от средней по региону:**

206%

Блок III

Важнейшие научные результаты

Комплексные исследования в глубоководном проходе Дискавери

1. С использованием данных натуральных измерений и ранее опубликованных данных изучено распространение Антарктической донной воды (ААДВ) в глубоководном проходе Дискавери.

В период измерений в придонном слое центральной впадины прохода Дискавери толщиной более 200 м впервые была обнаружена вода с потенциальной температурой менее 2 °С (рис. 1, 2).

2. Анализ особенностей формы вертикальных профилей потенциальной температуры и проверка по критериям, используемым для определения ААДВ в Восточной Атлантике, показали, что вода, находящаяся глубже 4400 м, соответствует большинству из них. Верхняя граница модифицированной ААДВ в проходе Дискавери может располагаться на горизонтах, близких к указанной глубине.

Комплексные исследования в глубоководном проходе Дискавери

3. На основе сопоставления геоморфологической карты, карты типов субстратов и схемы распространения ААДВ в глубоководном проходе Дискавери выделено 23 типа абиотических ландшафтов (рис. 3).

4. Ландшафтные исследования глубоководного прохода Дискавери свидетельствуют о мозаичности ландшафтов прохода, которые могут приводить к повышению биоразнообразия донной биоты. Ихнофоссилии достаточно широко представлены, демонстрируя хорошо разветвленные системы ходов и взаимных пересечений. Это является показателем хороших условий среды, характеризующейся относительно высоким содержанием кислорода, доступности питательных веществ и непрерывным осадконакоплением (рис. 4, 5).

5. Основным фактором формирования высокого разнообразия ландшафтов является сложная топография прохода, обуславливающая распределение донных осадков и особенности распространения придонной воды. Специфическое распределение ААДВ в проходе определяется, с одной стороны, усилением придонных течений при прохождении узких зон прохода, с другой – задерживающим эффектом центрального порога Дискавери

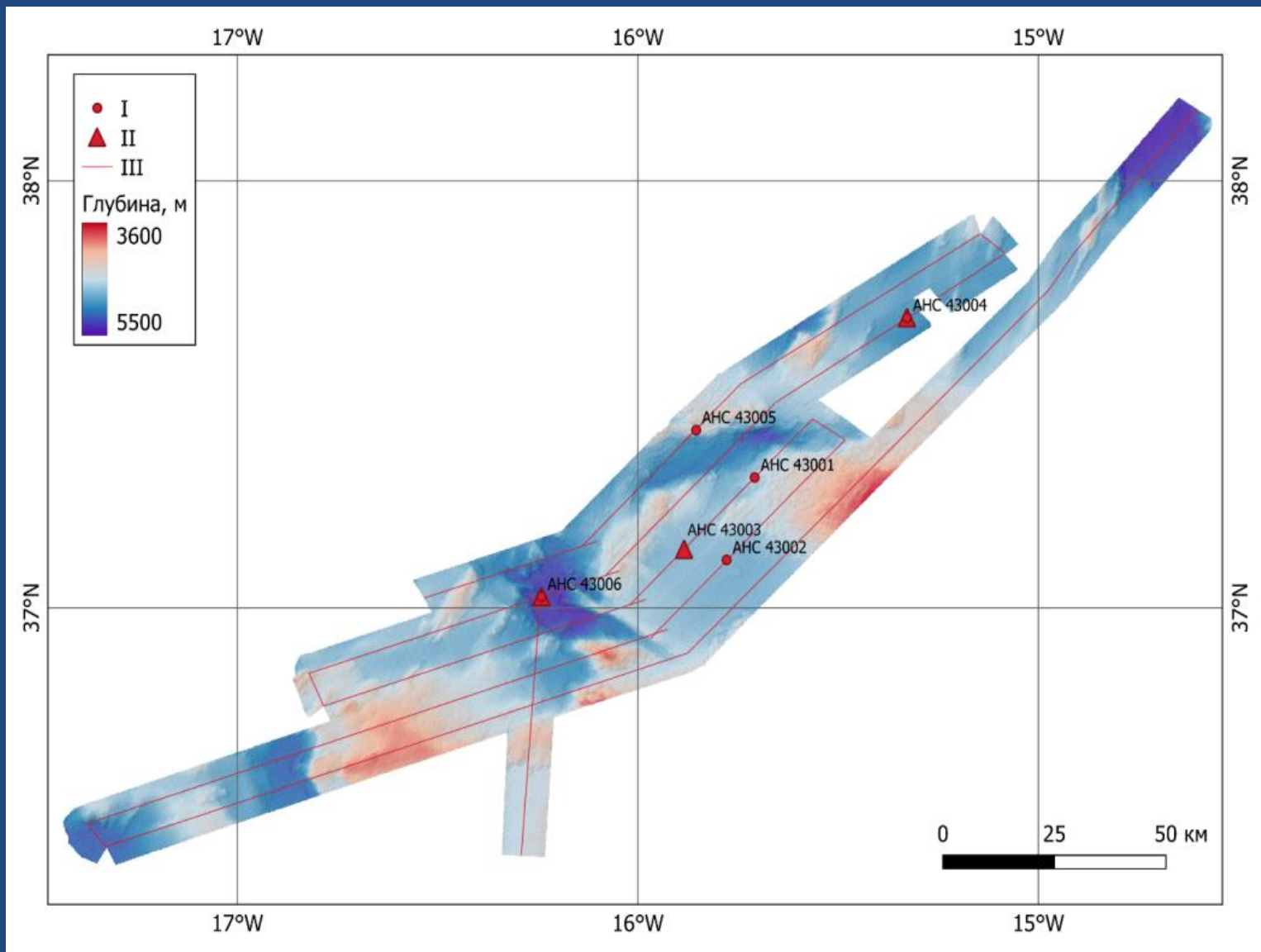


Рис. 1. Цифровая модель рельефа дна в районе глубоководного прохода Дискавери. В легенде: I – станции CTD-зондирования; II – станции отбора колонок осадков; III – геофизические галсы

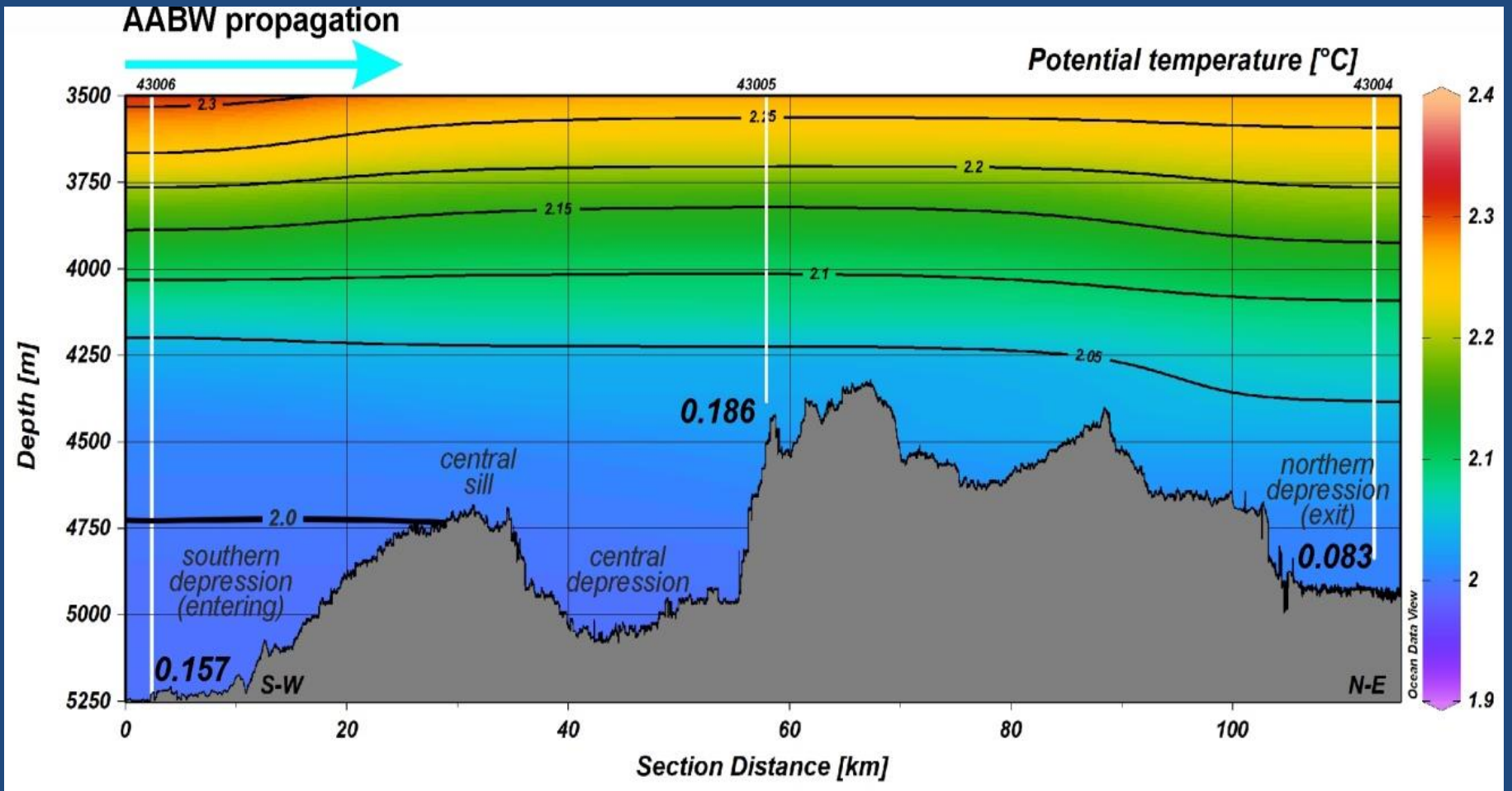
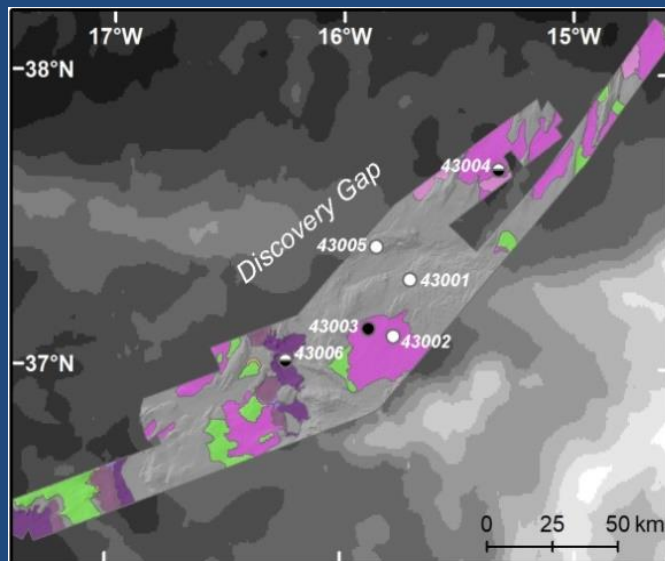
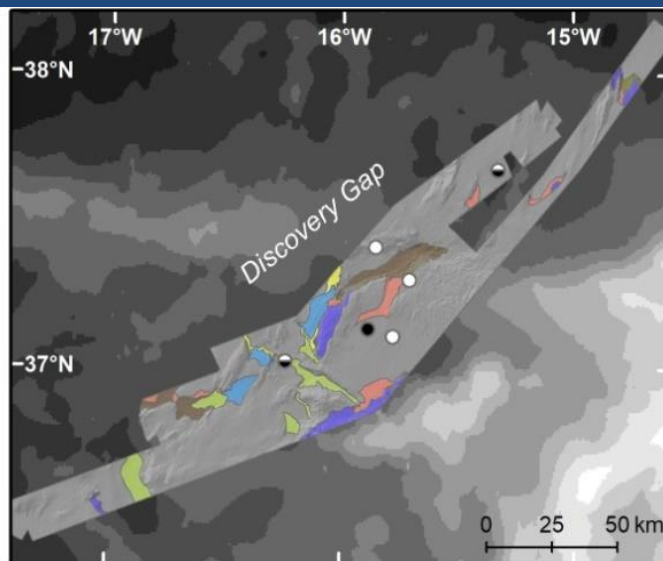


Рис. 2. Профиль потенциальной температуры воды в придонном слое и концентрация взвешенного вещества (черный курсив) в глубоководном проходе Дискавери на станциях АНС-43006, -43005 и -43004. Изотерма 2 °C – верхняя граница трансформированной ААДВ

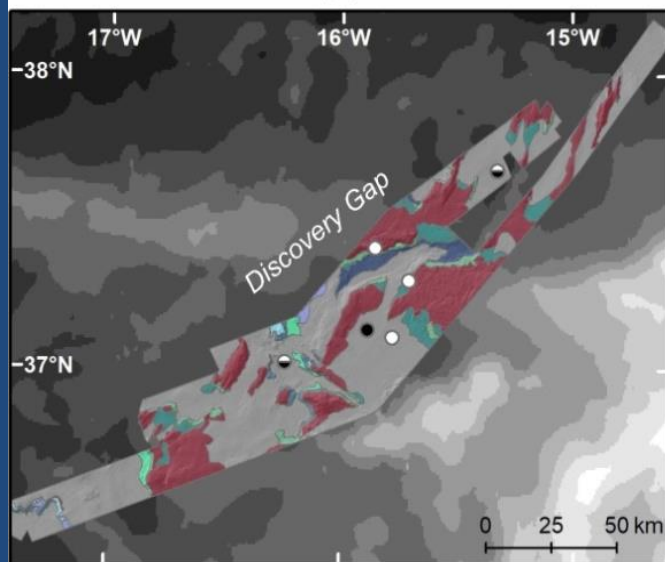
Рис. 4. Ландшафты глубоководного прохода Дискавери: а) ландшафты мягких грунтов; б) ландшафты плотных грунтов; с) ландшафты твердых грунтов



(a)



(b)

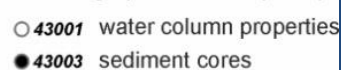


(c)

Landscapes

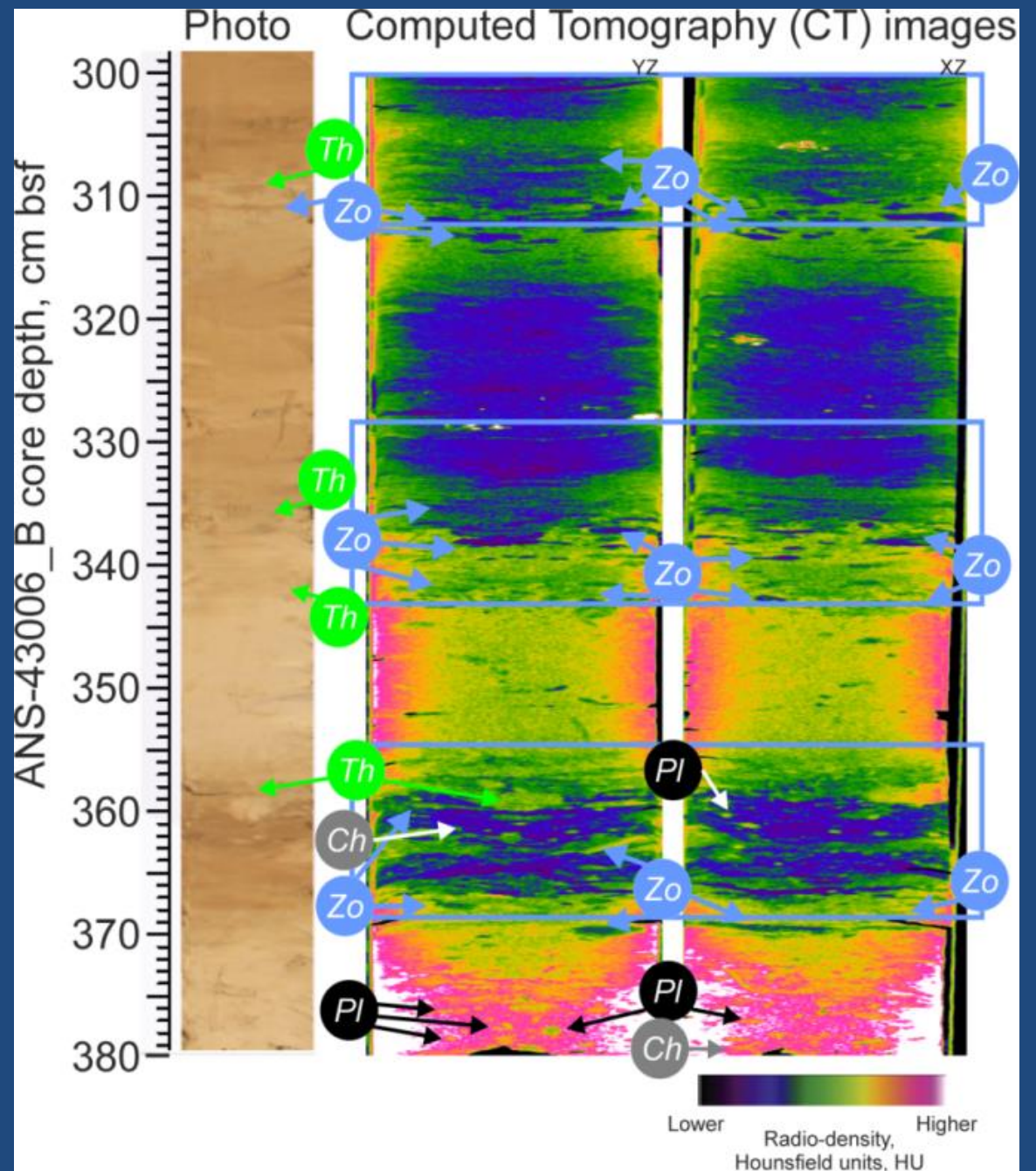


Oceanographic stations (ANS-)



Dorokhova, E.V.; Rodríguez-Tovar, F.J.; Dorokhov, D.V.; Kuleshova, L.A.; Mena, A.; Glazkova, T.; Krechik, V.A. Landscape Mapping, Ichnological and Benthic Foraminifera Trends in a Deep-Water Gateway, Discovery Gap, NE Atlantic // Geosciences. – 2021. – V. 11. – P. 474.

Пример анализа
ихнофоссилий в нижней
части колонки АНС-
43006_В. Сокращения: *Th*,
Thalassinoides; *Pl*,
Planolites; *Zo*, *Zoophycos*;
Ch, *Chondrites*



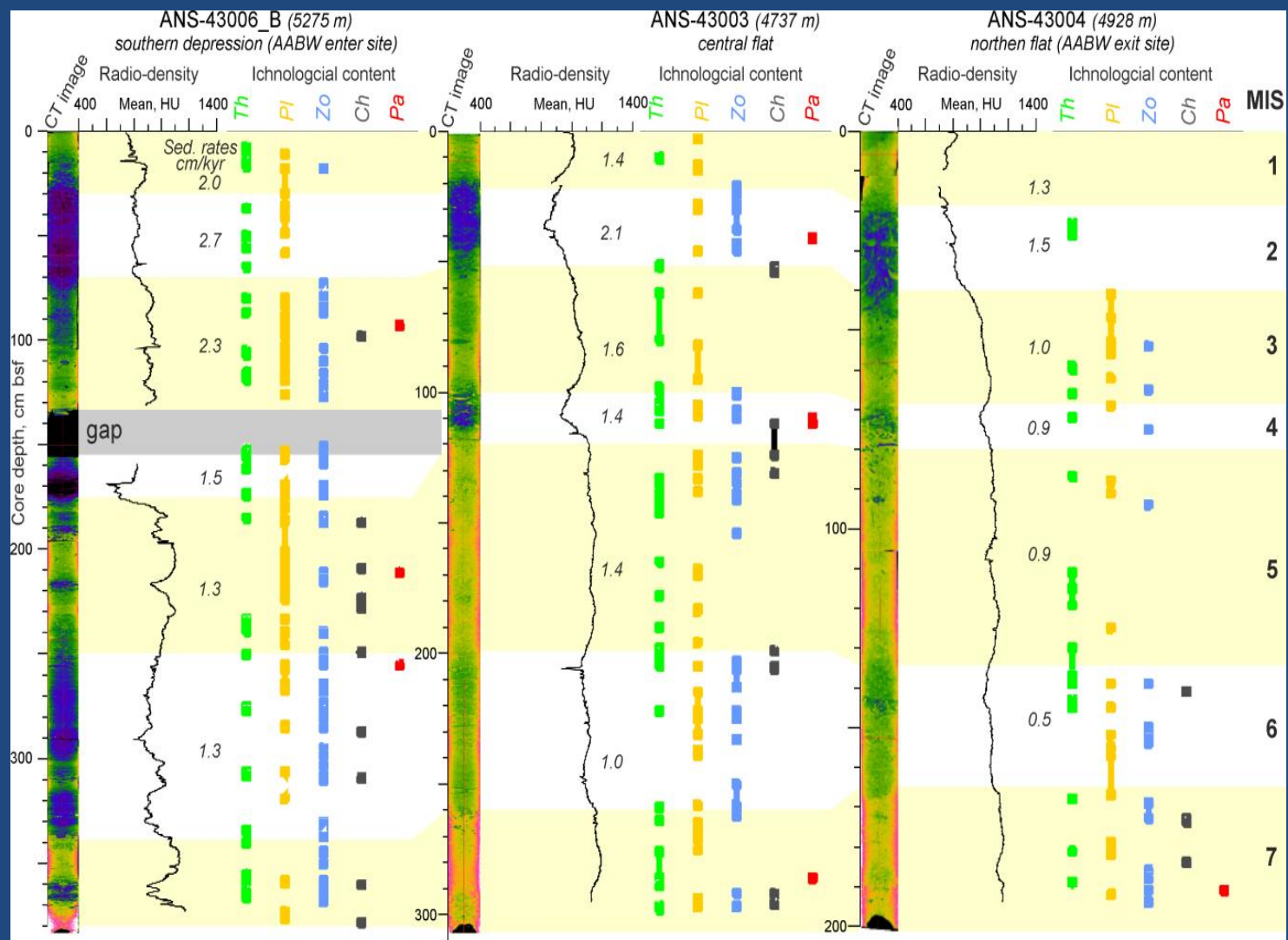


Рис. 5. Томографические снимки колонок и результаты ихнологических исследований колонок донных отложений Дискавери. Скорости осадконакопления подписаны курсивом; MIS – морские изотопные стадии; HU – плотность по шкале Хаунсфилда; ихнофоссилии: *Th*, *Thalassinoides*; *Pl*, *Planolites*; *Zo*, *Zoophycos*; *Ch*, *Chondrites*; *Pa*, *Palaeophycus*.

Загрязнение микропластиком прибрежной зоны Балтийского моря

При поддержке РФФИ издана
монография
«Микропластик в морской среде»

И.П. Чубаренко, Е.Е. Есюкова, Л.И. Хатмуллина,
О.И. Лобчук, И.А. Исаченко, Т.В. Буканова

МИКРОПЛАСТИК В МОРСКОЙ СРЕДЕ

И.П. Чубаренко, Е.Е. Есюкова,
Л.И. Хатмуллина, О.И. Лобчук,
И.А. Исаченко, Т.В. Буканова



МИКРОПЛАСТИК В МОРСКОЙ СРЕДЕ



Загрязнение микропластиком прибрежной зоны Балтийского моря

1. Исследовано распределение мелких (0.5-2 мм) и крупных (2-5 мм) частиц микропластика в 51 образце песков с поверхности пляжа в 7 районах вдоль южного побережья Балтийского моря (Польша и Германия) (рис. 1). Частицы микропластика (МП) (всего 3267 штук) были обнаружены на всех участках и во всех зонах пляжа, при этом общее среднее значение концентрации МП (0,5–5 мм) составило 68 ± 117 шт./кг сух.веса. Химический состав найденных частиц МП был установлен с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния. Загрязнение МП пляжей в национальных парках было таким же, как и на других пляжах.
2. Наибольшее загрязнение было обнаружено в зоне текущего заплеска (60.1 ± 36.6 шт./кг сух.веса, S-MP). Относительно стабильная картина загрязнения мелким МП (S-MP) наблюдалась в зоне уреза, где средние значения в разных районах побережья варьировались от 21,0 до 58,1 шт./кг сух.веса, при общем среднем значении $30,4 \pm 13,7$ шт./кг сух.веса.
3. Фрагменты пенополистирола составляли около 38% от общего количества собранных частиц. Волокна были преобладающей формой частиц МП (до 55% от всех собранных частиц МП).

Загрязнение микропластиком прибрежной зоны Балтийского моря

4. Укоренённая донная растительность на глубине 3-9 м на подводном склоне в юго-восточной части Балтийского моря (как нитчатые, так и хрящевые виды водорослей) эффективно удерживает частицы микропластика (0.2-5 мм).

Уровень загрязнения донной растительности частицами МП - 1245 ± 1020 шт./м², или 376 ± 404 шт./кг. сух.веса, что на порядок выше, чем в песках зоны уреза в данном районе (рис. 2)

5. Самым распространённым типом обнаруженных фрагментов МП являются черные эластичные частицы (как показал сравнительный спектроскопический анализ образцов) от деформированных и разбитых автомобильных покрышек, попавших в морскую среду из полуразрушенных береговых защитных сооружений (с волногасящим ковром из утилизированных автопокрышек): в пробах вне/в зарослях до 68,9%, а в пробах водорослей с валунов – до 87,5% от всех фрагментов в этих пробах.

Загрязнение микропластиком прибрежной зоны Балтийского моря

6. Основными типами антропогенного мусора, обнаруженного на пляжах Калининградской области, являются: пластиковые изделия и их фрагменты — 25 %, пенополистирол — 17 %, и сигаретные фильтры — 16 %. Также зафиксировано большое количество мусора, представляющий собой разрушенный геосинтетический материал, доля которого составила 14% от общего количества образцов. Парафин, пластиковые стаканчики и крышки от бутылок, воздушные шары и ленты, пеллеты составляют по 2 % от всего собранного мусора. Из данных видно, что пластик или изделия из него составляют 90% от всего собранного мусора на побережье Калининградской области (рис. 3).

7. Основными источниками загрязнения являются туризм (58 %), строительство (27 %) и рыболовство (8 %) [33].

8. Изучены природные факторы, приводящие к крупным выбросам морского мусора на побережья морей и океанов. Наибольшее влияние на выброс морского мусора оказывает поверхностное волнение (высота и направление подхода преобладающих волн) во время фазы стихания шторма. Полученные результаты важны для разработки системы прогнозирования массовых выбросов морского мусора на берег Балтийского моря для принятия оперативных мер по устранению потенциально опасных загрязнений.

Рис. 1. Пляжи южной части Балтийского моря, методика исследований и основные выводы работы

Частицы МП обнаружены во всех образцах.

Среднее значение концентрации МП (0.5-5 мм) 68 ± 117 шт. / кг сух.веса (n=51)

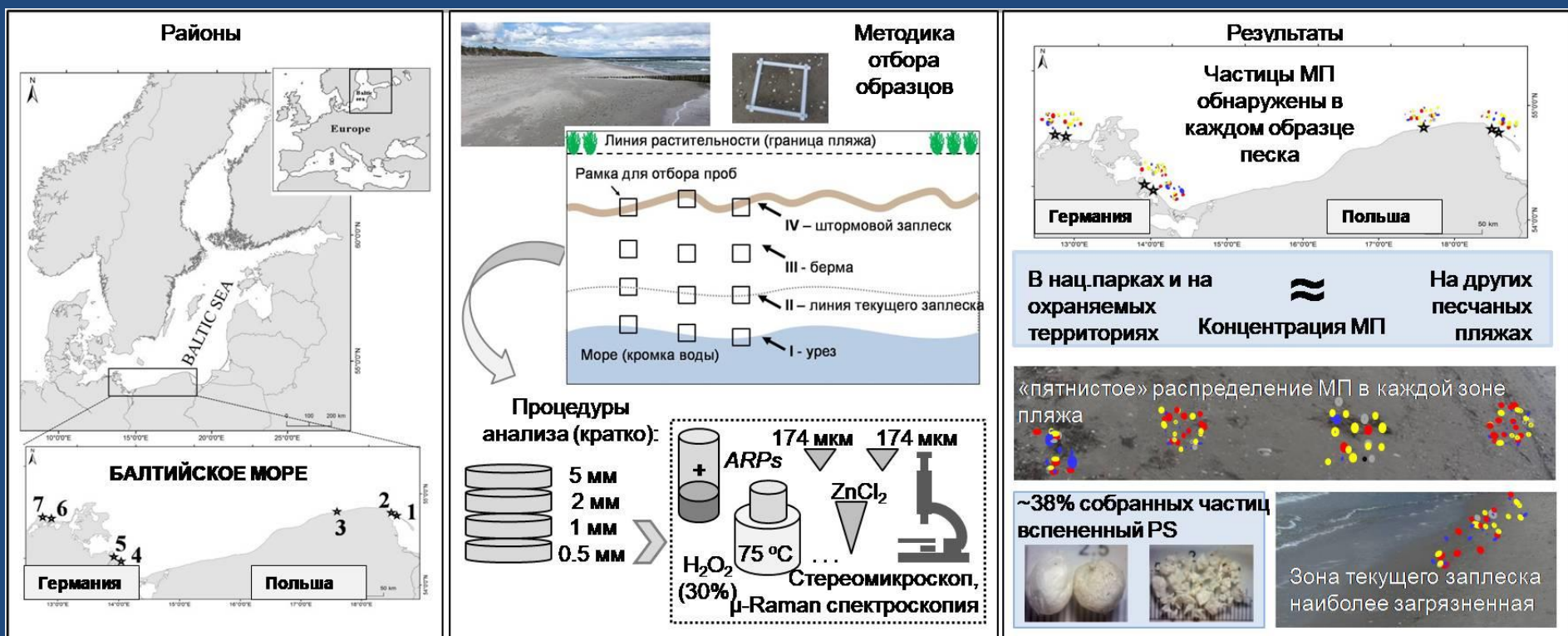


Рис. 2. Методика отбора и обработки проб и основные выводы работы

Уровень загрязнения донной растительности частицами МП - 1245 ± 1020 шт./м², или 376 ± 404 шт./кг. сух.веса, что на порядок выше, чем в песках зоны уреза в данном районе





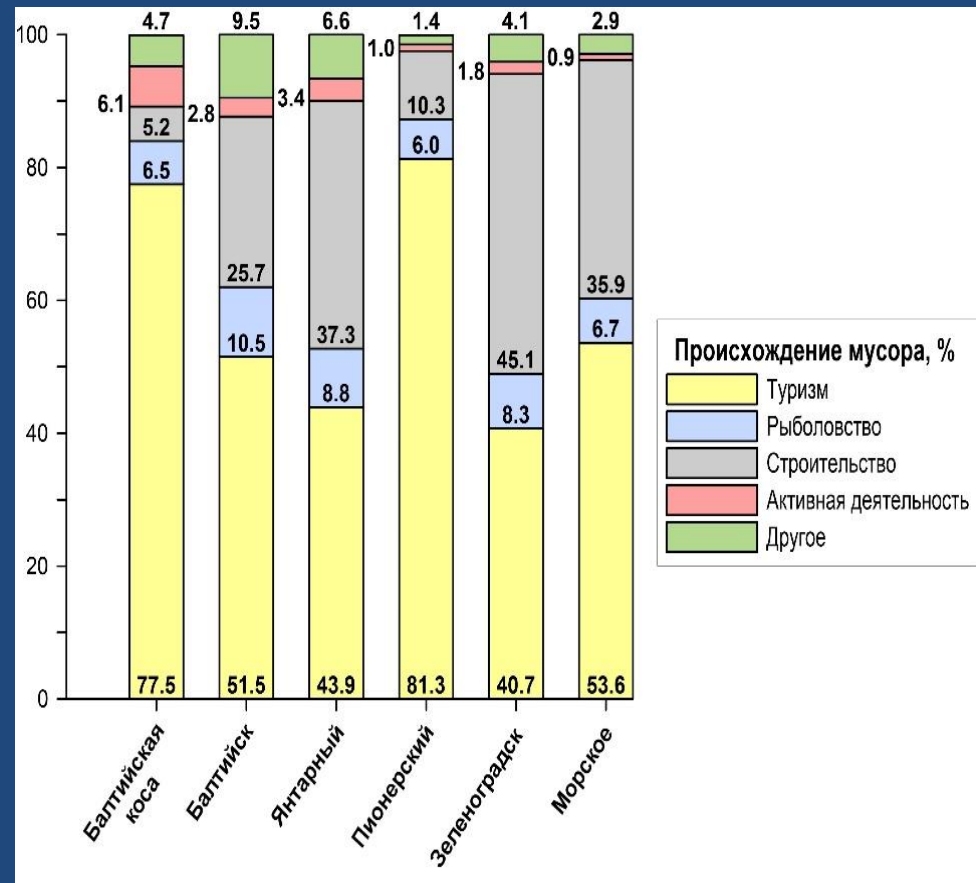
Лобчук О.И., Килесо А.В. Пространственное распределение и источники антропогенного морского мусора на побережье Калининградской области // Гидрометеорология и экология. 2020. № 61. С. 521–533. doi: 10.33933/2074–2762–2020–61–521–533.

Фетисов С.В., Чубаренко И.П., Есюкова Е.Е. Анализ метеорологических и гидрофизических факторов массового вымывания морского мусора на берег Самбийского полуострова (Балтийское море) // Процессы в геосредах. 2021. 2 (28). С. 1146–1154.

Метод OSPAR, 6 пляжей, три сезона (лето, осень, зима 2019/2020 гг.).

Рис. 3. Основные источники загрязнения – туризм и строительство.

Основные типы мусора – пластик, сигаретные окурки, пенополистирол



Развитие природных условий на прибрежных низменностях Юго-Восточной Балтики в голоцене

1. Изучено отражение глобальных климатических событий в российском секторе Юго-Восточной Балтики, а именно в прибрежной низменности в дельте Немана (рис. 1). В качестве материала для исследования использованы торфяные залежи верхового болота Козьего, отражающие непрерывную голоценовую летопись.

2. Выделены стадии развития растительности, сопряжённые с перестройкой ландшафта в позднеледниковье и голоцене (12200 кал.л.н. – н. вр.) (рис. 2, 3):

Холмистая прибрежная терраса с песчаными дюнами на морене (7500-7000 кал.л.н. – вероятное затопление территории, нивелирование рельефа)

- Открытые криофильные сообщества (12200–9700 кал.л.н.)

- Господство берёзовых и сосновых лесов, (9700–6400 кал.л.н.)

Низменная моренная равнина (3500-2700 кал.л.н. – периодическое подтопление территории)

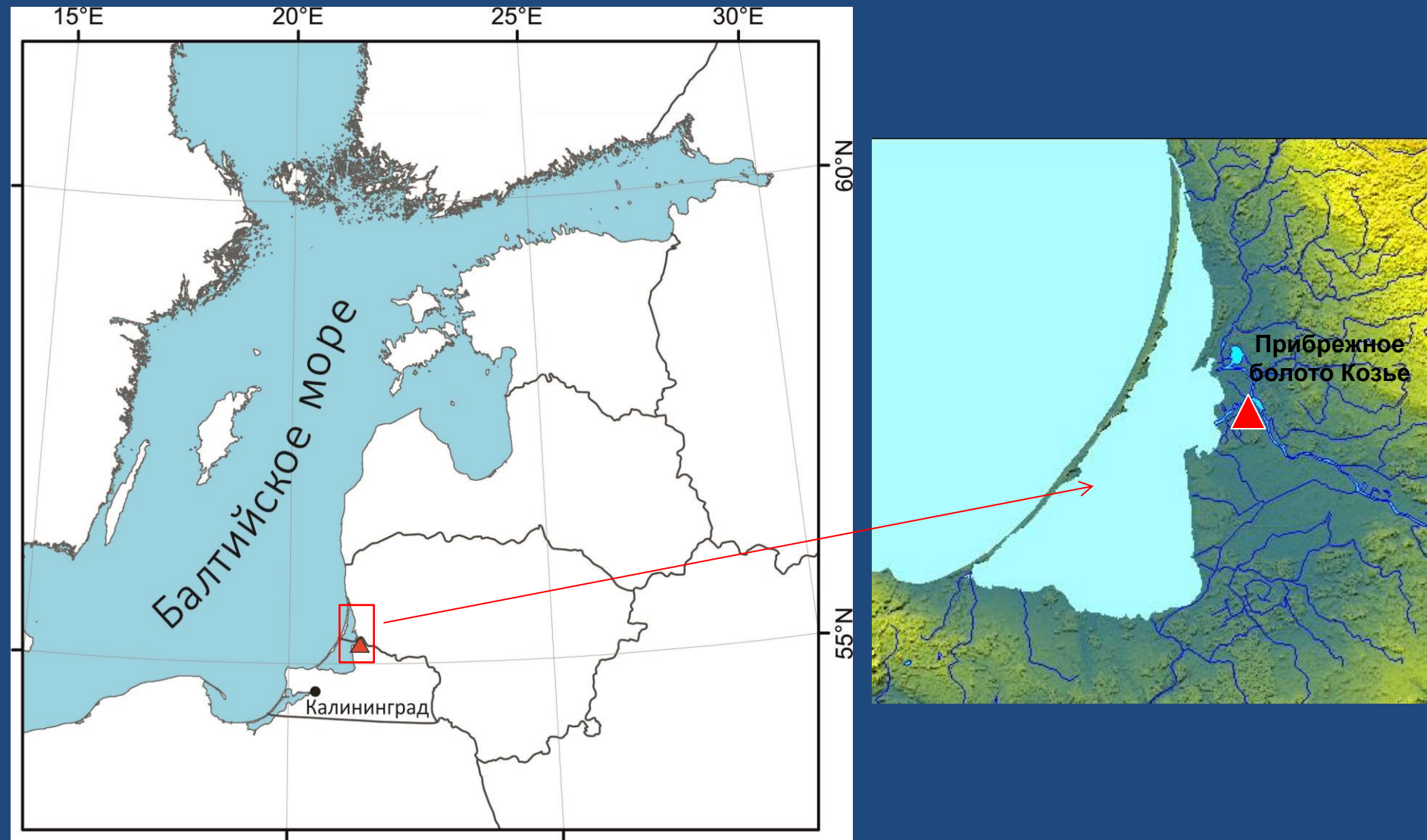
- Максимум широколиственных (неморальных) лесов (6400–3500 кал.л.н.)

- Экспансия черноольшаников, (3500–2700 кал.л.н.)

Формирование дельтового ландшафта

- Развитие елово-широколиственных лесов, болот, черноольшаников (2700–250 кал.л.н.)

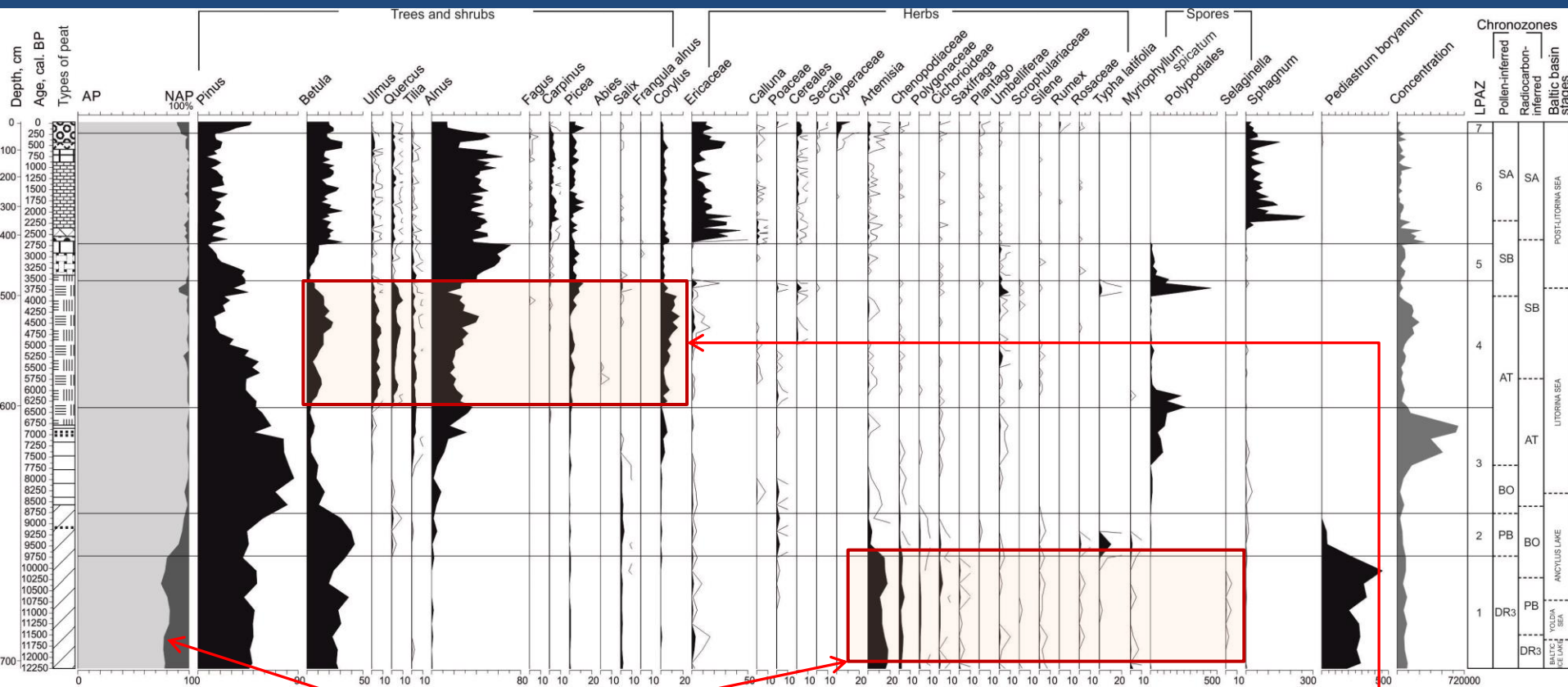
- Антропогенная перестройка ландшафта (250 кал.л.н.- н. вр.)



**Рис. 1. Российский сектор прибрежной низменности в дельте Немана
недостаточно изучен палеогеографически**

Рис. 2. Спорово-пыльцевые комплексы:

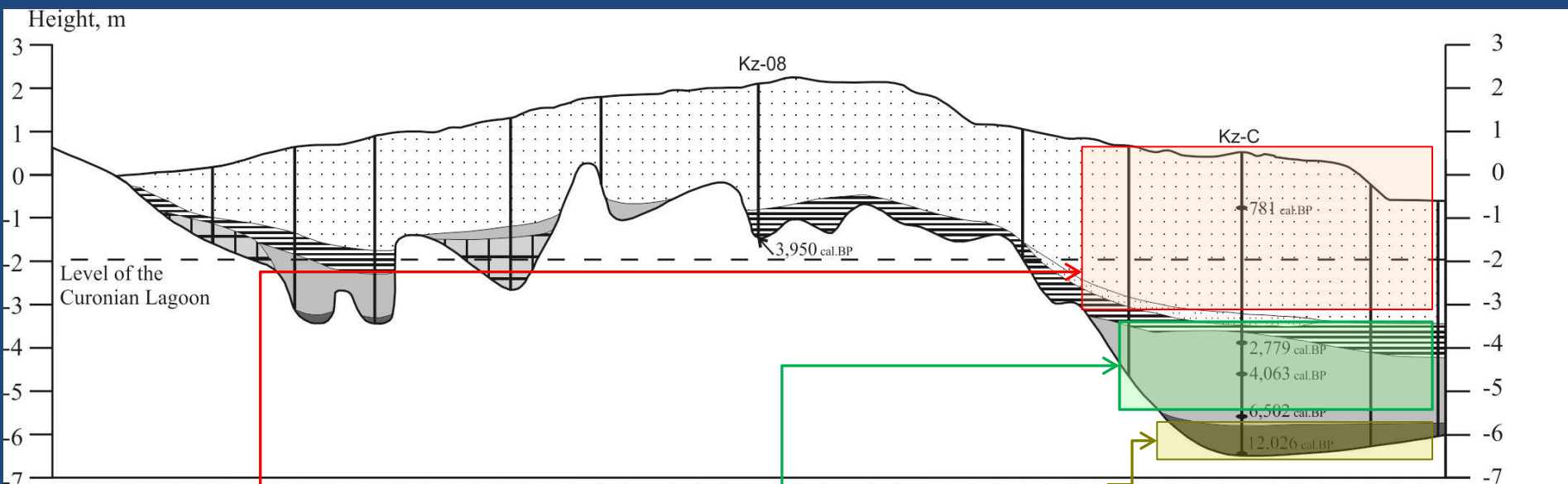
фиксируют задержку в смене растительного покрова на 1000 и более лет – возможно, связанную с региональными климатическими и геоморфологич. особенностями



Сохранение криофильных разреженных сообществ (тундрово-степного типа) вплоть до конца раннего голоцена (9700 кал.л.н.)

Распространение широколиственных сообществ климатического оптимума лишь со второй половины среднего голоцена (6400–3500 кал.л.н.)

Рис. 3. Литостратиграфический профиль (разрез) прибрежного болота с распределением торфяных слоёв
Отражено развитие прибрежных болотных экосистем Ю-В Балтики



**Дельтовая низменность
(2500 кал.л.н. – наст. вр.)**

Быстрое развитие верховых сфагновых болот.
Идёт слияние мелких болот в крупные массивы. Отлагаются мощные залежи верховых торфов.

**Прибрежная моренная равнина
(7000–2500 кал.л.н.)**

Медленное развитие травяных болот в котловинах. Отлагаются низинные торфа.

**Холмистая прибрежная терраса
(12200–7000 кал.л.н.)**

Болотообразовательный процесс отсутствует. Развиты низкопродуктивные гидрофильные моховые сообщества. Отлагаются сапропели.

Водообмен в системе соединенных береговых лагун Балтийского моря

1. С использованием данных об уровне воды (2002–2007 гг.) на гидрологических постах, расположенных в Калининградском и Куршском заливах и реках Преголе и Дейме, были изучены потенциально благоприятные условия для перетоков воды между Калининградским и Куршским заливами через два рукава реки Преголи (рис. 1, 2). Были обнаружены эпизоды (продолжительностью от двух суток) "обратного уклона", когда уровень воды в Калининградском заливе (7 случаев) и Куршском заливе (41 случай) был выше, чем в соединяющих их речных потоках. Это подтверждает теоретическую возможность перетока воды между Калининградским и Куршским заливами туда и обратно. Прямые измерения придонных течений подтвердили факты возникновения обратных течений в обеих устьевых рукавах Преголи – в Нижней Преголе и Дейме

2. Проведена оценка объемов водообмена между Калининградским заливом и Балтийским морем через Балтийский пролив.

Для периодов измерений (зима и весна):

Сток превышал заток – естественно, т.к. имеется значимый сток рек.

Длительность актов стока и затока – от 5–6 до 40–56 часов. Заток – в среднем 15.5 часов, сток - 19.5.

Водообмен в системе соединенных береговых лагун Балтийского моря

3. Интенсивность водообмена лагуны с морем (заток-сток) составила в среднем – 870 и 880 м³/с (или 3.14 и 3.16 миллиона м³ в час) соответственно; максимально - 2200 и 2300 м³/с (или 8.00 и 8.31 миллион м³ в час) соответственно (рис. 3).

4. Продемонстрирована хорошая зависимость (коэф. корреляции более 0,85) между кумулятивным (совокупным) водообменом (сумма стоковой и затоковой составляющих за определенный период) и динамикой уровня моря (рис. 4). Эта зависимость получена по данным измерений и является ожидаемой из теоретических представлений (постановка граничных условий при 2-мерном моделировании открытых границ).

Выявленная математическая зависимость будет иметь широкое практическое применение, т.к. по ней можно оценивать водообмен, опираясь на данные о вариации уровня. А вот традиционно предполагаемая прямая зависимость между водообменом и ветром не подтвердилась.

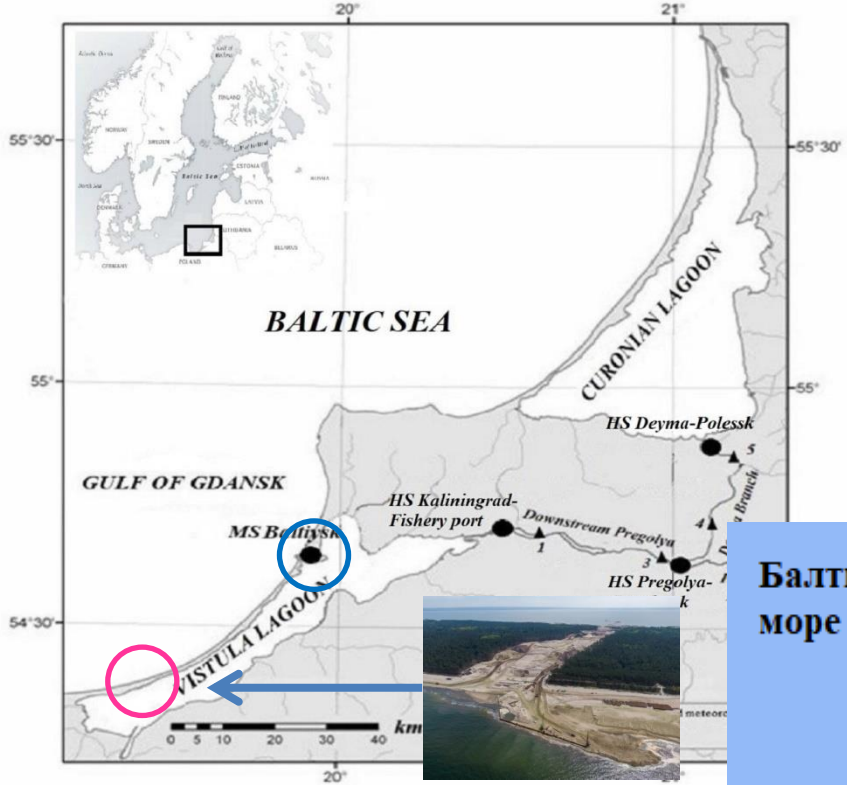


Рис. 1. Район исследования и пути возможных перетоков между лагунами



Возможны ли перетоки вод между лагунами?

Как оценить водообмен по данным стандартных измерений?

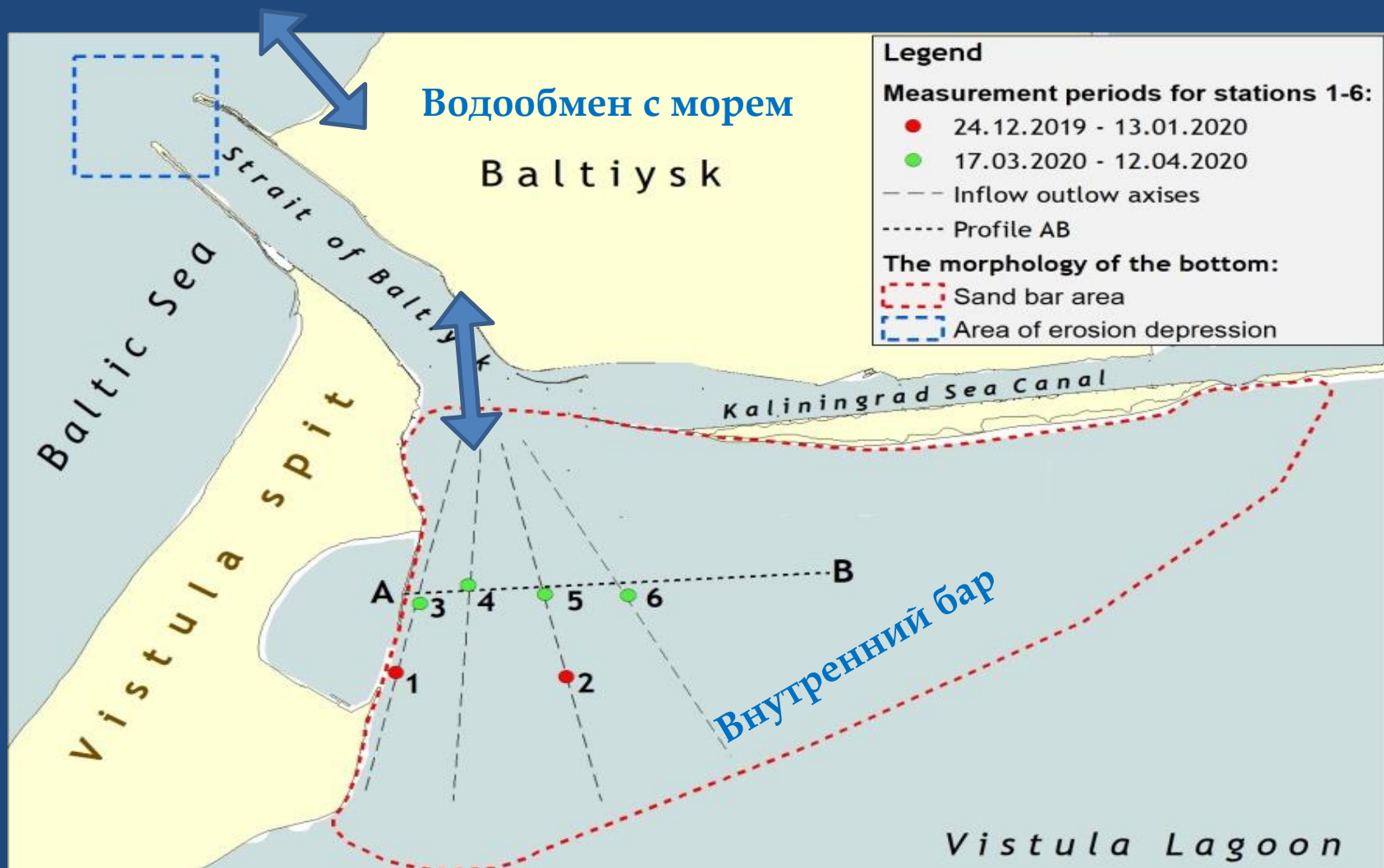
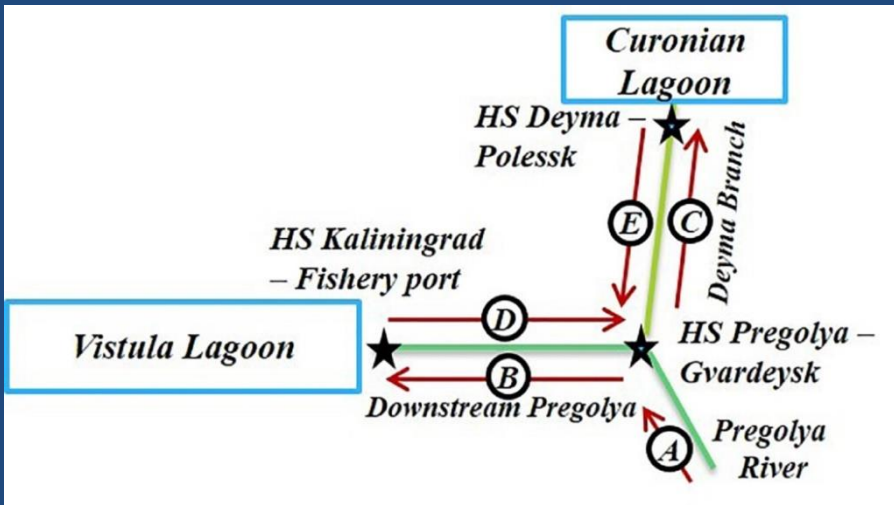


Рис. 2. Пути водообмена между Калининградским заливом и Балтийским морем

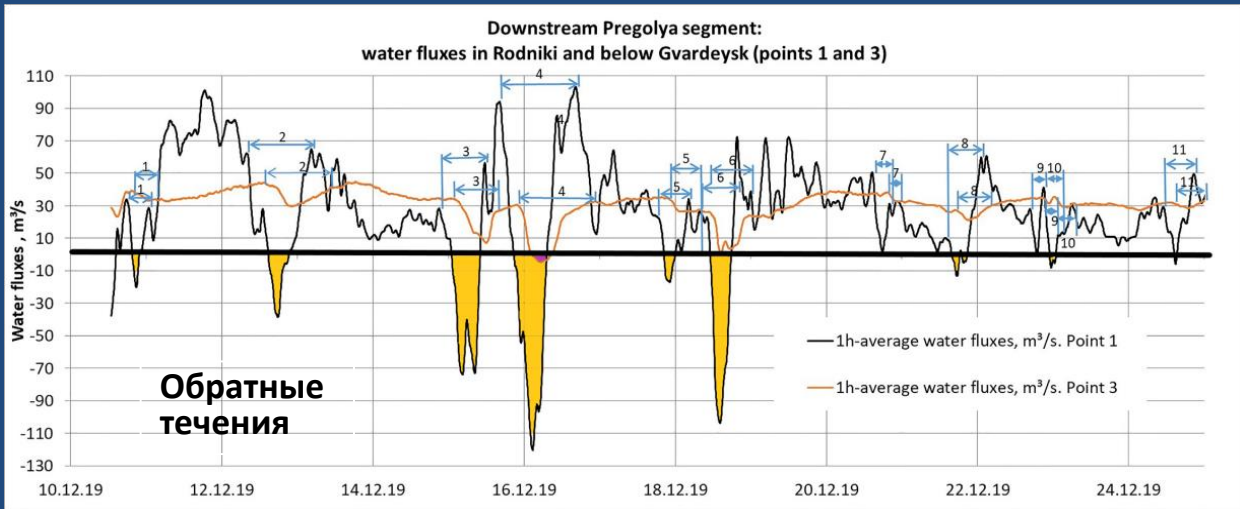


Уровень моря (2 раза в сутки) – 2002 – 2007 гг.;
 Уровни с трех постов пересчитывались в единую систему (Балтийскую систему высот – БС)

Критерий – обратный наклон в течение 2 суток и более:

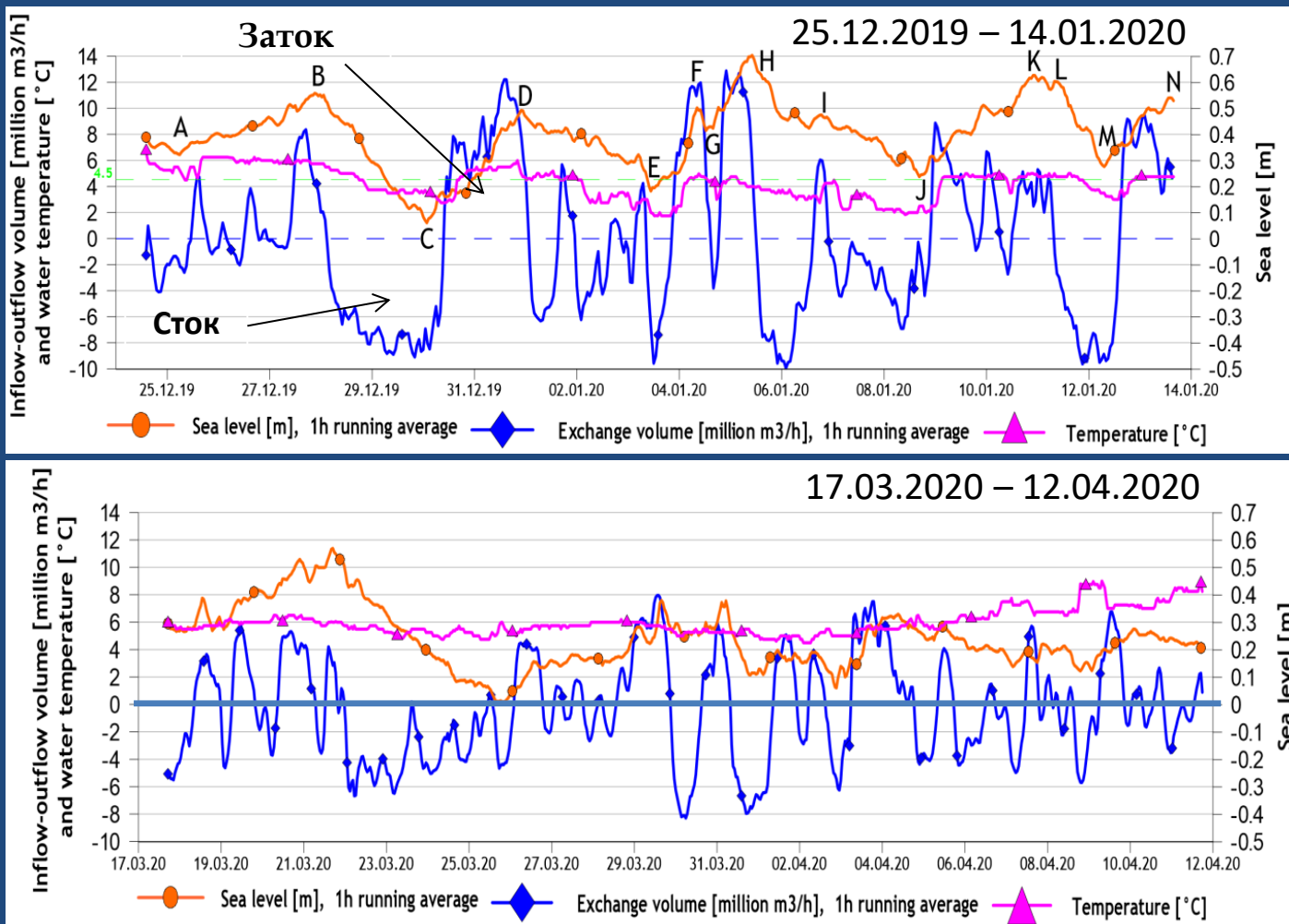
6 эпизодов - благопр. для перетоков ВЗ -> КЗ:
 12 эпизодов (???) - для перетоков КЗ -> ВЗ,
 но нет свидетельств о перетоках из КЗ!!!

Прямая проверка путем измерения течений придонными инклинометрами:



Несовпадение обратных течений (измерения) и обратных уклонов (по данным постов) из-за неверных абсолютных привязок уровенных постов в БС.
 План - верификация геодезических привязок нулей постов.

Рис. 3.
Водообмен
лагуны с морем



Для оценок может использоваться линейная связь между кумулятивным водообменом и колебаниями уровня моря по данным в проливе, связывающем лагуну с морем. Коэффициент корреляции – 0.78.

$$V_{cum} = \int_{T_0}^t v(\tau) d\tau = A \cdot h(t) + B \quad (4)$$

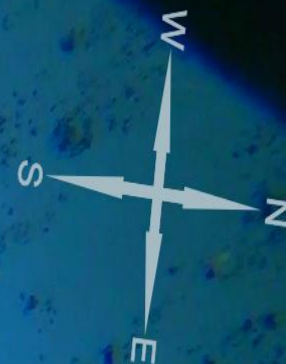
where $A, B = \text{constants}$: $A = 692.53 \text{ million m}^2$, $B = -309.12 \text{ million m}^3$, and the rate of water exchange v [million m^3/s] may be expressed in the differential form

$$v(t) = S \cdot Q(t) = A \cdot \frac{dh}{dt} \quad (5)$$



Рис. 4. Связь водообмена с колебанием уровня в проливе

Heading 263.1



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Видеосъемка в глубоководном проходе Западном (59-й рейс ПС «Академик Иоффе»)