



ХАБАРОВСКИЙ
ФИЛИАЛ
ФГБНУ «ВНИРО»
(«ХАБАРОВСКНИРО»)



МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОТО- И ВИДЕОСЪЕМКИ С ПОМОЩЬЮ ПОДВОДНЫХ РОБОТОВ В ПРИБРЕЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ У МОРСКИХ ПОБЕРЕЖИЙ БОЛЬШОЙ ПРОТЯЖЕННОСТИ

ДУЛЕНИН А.А.,
СВИРИДОВ В.В.,
ХАРИТОНОВ А.В.

Предпосылки исследования

- ▶ Научное исследование должно отвечать критериям верифицируемости и фальсифицируемости (проверяемости и опровергаемости) его результатов (Popper, 2002).
- ▶ Результаты исследования должны быть надежно документированы.
- ▶ Основную часть информации о прибрежных морских сообществах обеспечивают визуальные данные.
- ▶ Эти обстоятельства обуславливают актуальность применения подводных видеосистем для прибрежных исследований.
- ▶ Однако целый ряд методических аспектов, возможностей и ограничений их использования неочевидны и требуют разъяснений. Иначе результаты подводных видеосъемок могут оказаться неудовлетворительными.

Цель сообщения: дать конкретные рекомендации по выбору и использованию технических средств, обеспечивающих подводную фото- и видеосъемку в условиях морских прибрежных гидробиологических съемок большой протяженности.

Непосредственное визуальное наблюдение дна – основа адекватных описаний.

Фото- и видеозапись – основа документирования данных.

Необходим выбор подходящих инструментов.



Привязные
камеры



Профессиональные сравнимы по цене с микро-ТНПА, но имеют незащищенный от влаги пульт управления

Дешевые любительские имеют плохое качество и не могут быть исследовательским инструментом

Фото любезно предоставлены М.В. Переладовым, ВНИРО



Успешный опыт использования ТНПА специалистами ВНИРО под руководством М.В. Переладова в Баренцевом море и на Курилах

ТНПА рабочего и основного классов. Тяжелые (подводный модуль не менее 30 кг, дорогие (не менее 2,6 млн руб.), требуют работы со среднетоннажного судна

Мини-ТНПА отечественного производства ПОДХОДЯТ для прибрежных исследований.

5

- + Надежные.
- + Недорогие (от 300-400 тыс. руб.).
- + Относительно легкие, можно работать с маломерных судов
- + Неограниченное время пребывания под водой.
- Внешнее питание.
- Довольно громоздки: 4 багажных места, непригодны для работы с небольших лодок.
- Для оператора желательно наличие специально оборудованного рабочего места.
- Пульты управления не защищены от влаги, требуют наличия сухих рубок.

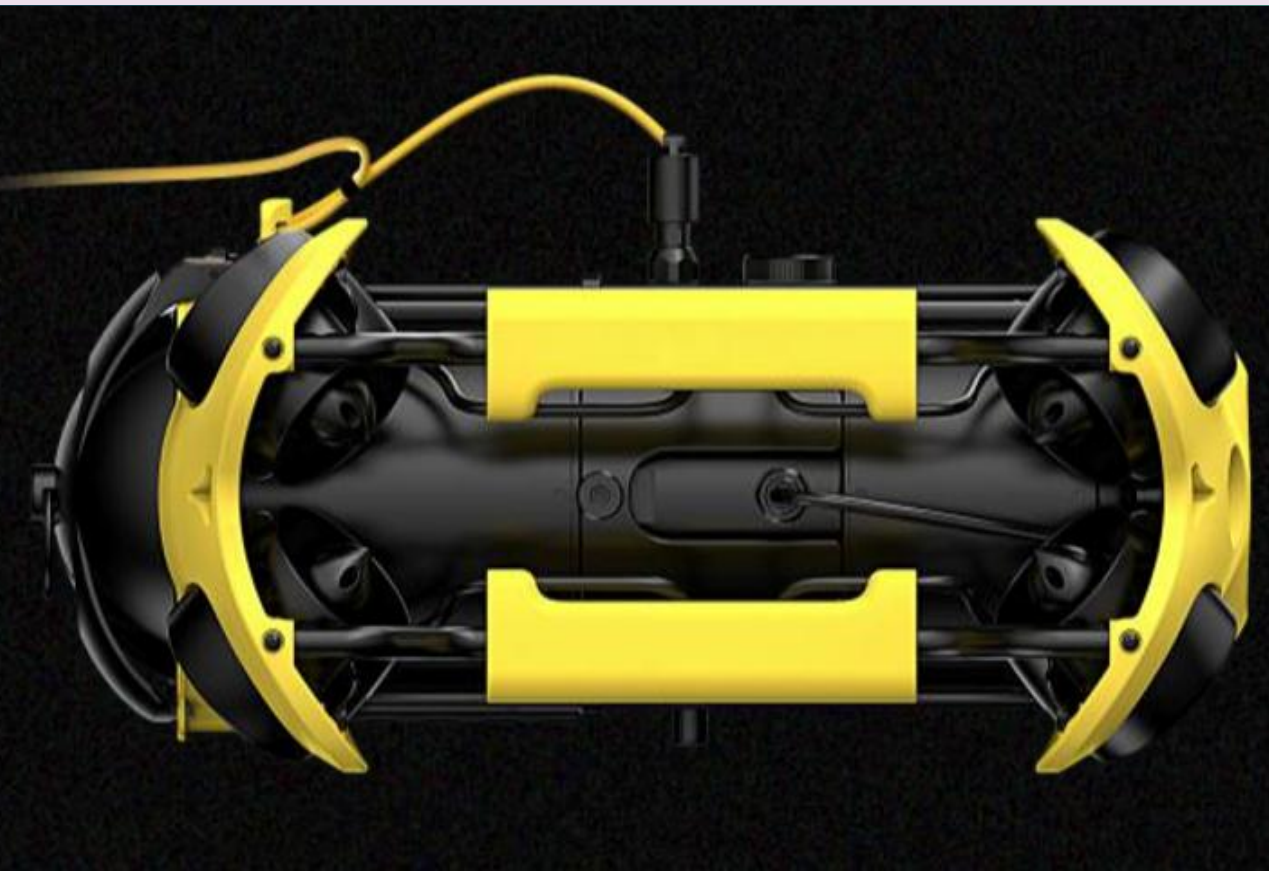


- + Относительно дешевые
- + Компактные и легкие
- + Можно работать с лодок
- + Можно работать в плохую погоду
- + Работают от батарей

Микро -ТНПА

- Ограниченное время работы
- Хуже стабилизируются под водой
- Вопросы по технической надежности

Chasing M2



Quisea Fifish V6



В Татарском проливе обследован район протяженностью 430 км, выполнено 409 станций на глубинах до 30 м.

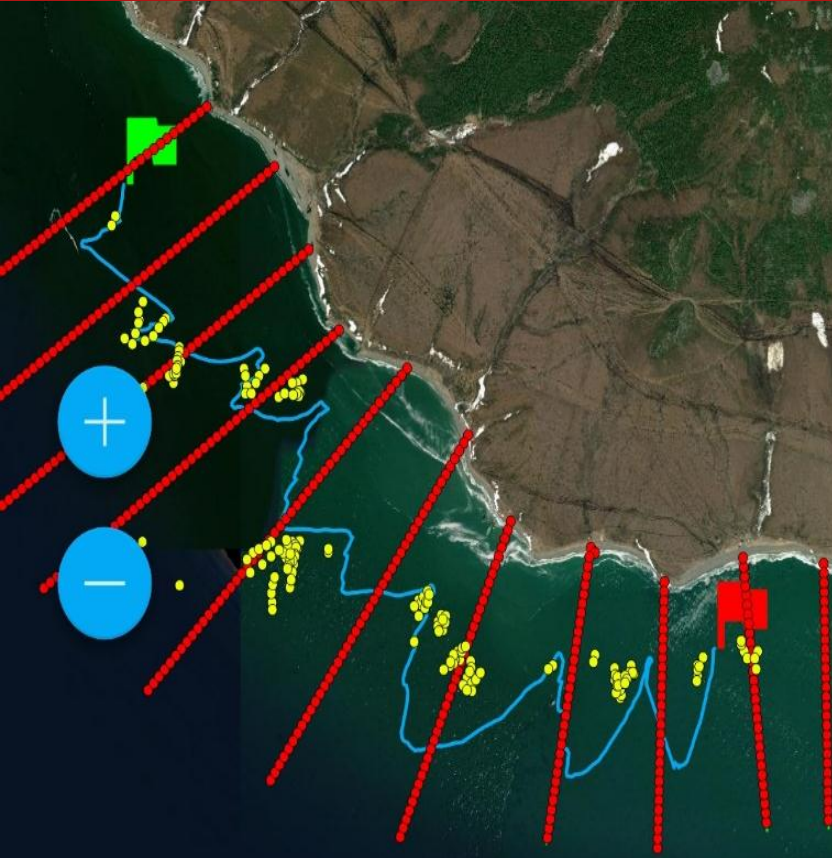
Ресурсная съемка протяженного морского побережья с помощью ТНПА проведена впервые!

Объем материала, собранного в 2021 г.

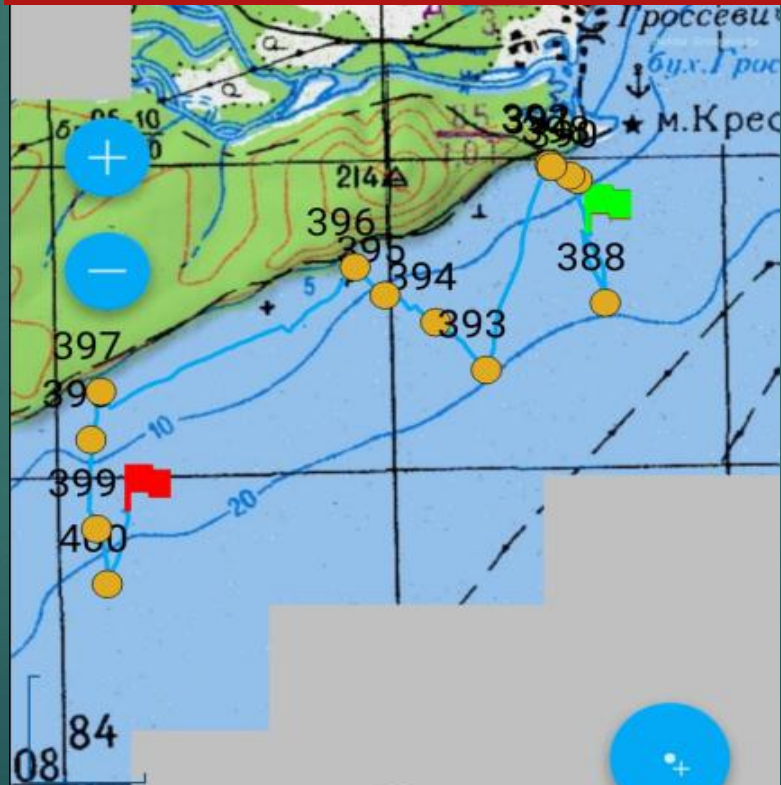


В Охотском море обследованы нерестилища сельди на 10-км участке у пос. Охотск, выполнено 46 станций на глубинах до 12 м

1. Планирование съемок по ранее полученным данным



2. Ориентирование на местности, запись координат станций и треков перемещений



3. Запись атрибутивных данных и гидробиологических описаний непосредственно при выполнении станции

Глубина	12	×
Грунт		
Галька		×
Ламинария, ПП, %	10	×
Гребешок приморский, экз./100 м	2	×
Краб колючий, экз./100 м	1	×
Краб камчатский	0	×

Использованный подводный робот помещается в руках одного человека, им можно работать с небольшой лодки



Оптимальный состав команды – 3 человека: моторист управляет лодкой, оператор кабеля следит за аппаратом, оператор пульта управляет съемкой.

Работа со смартфона или планшета. Скриншот видеосъемки с ТНПА



Положение



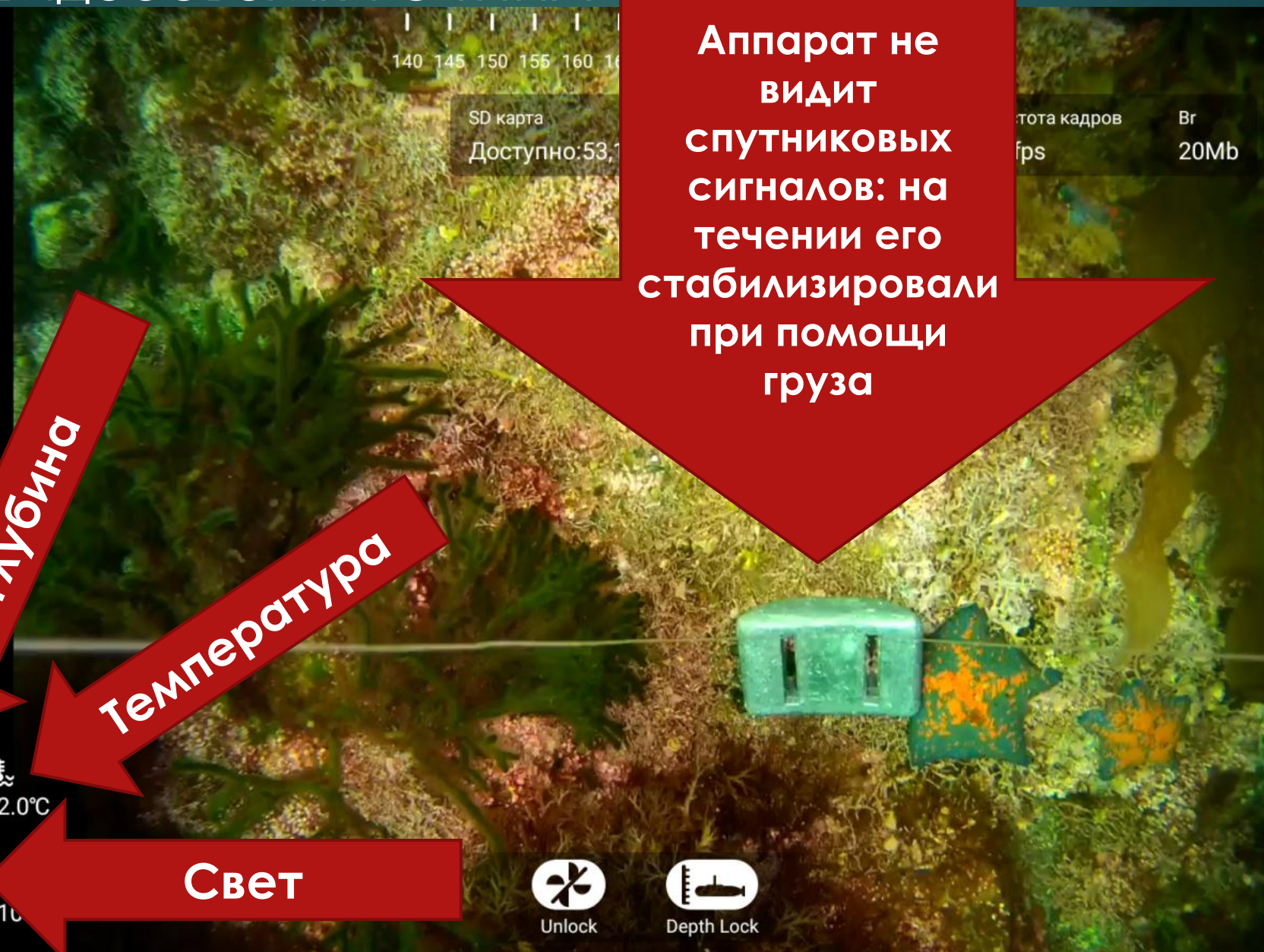
Глубина

8.3m 12.0°C
100% 110

Температура

Свет

**Аппарат не
ВИДИТ
СПУТНИКОВЫХ
СИГНАЛОВ: на
течении его
стабилизировали
при помощи
груза**



61%
ISO AUTO Wb R:279 G:128 B:225

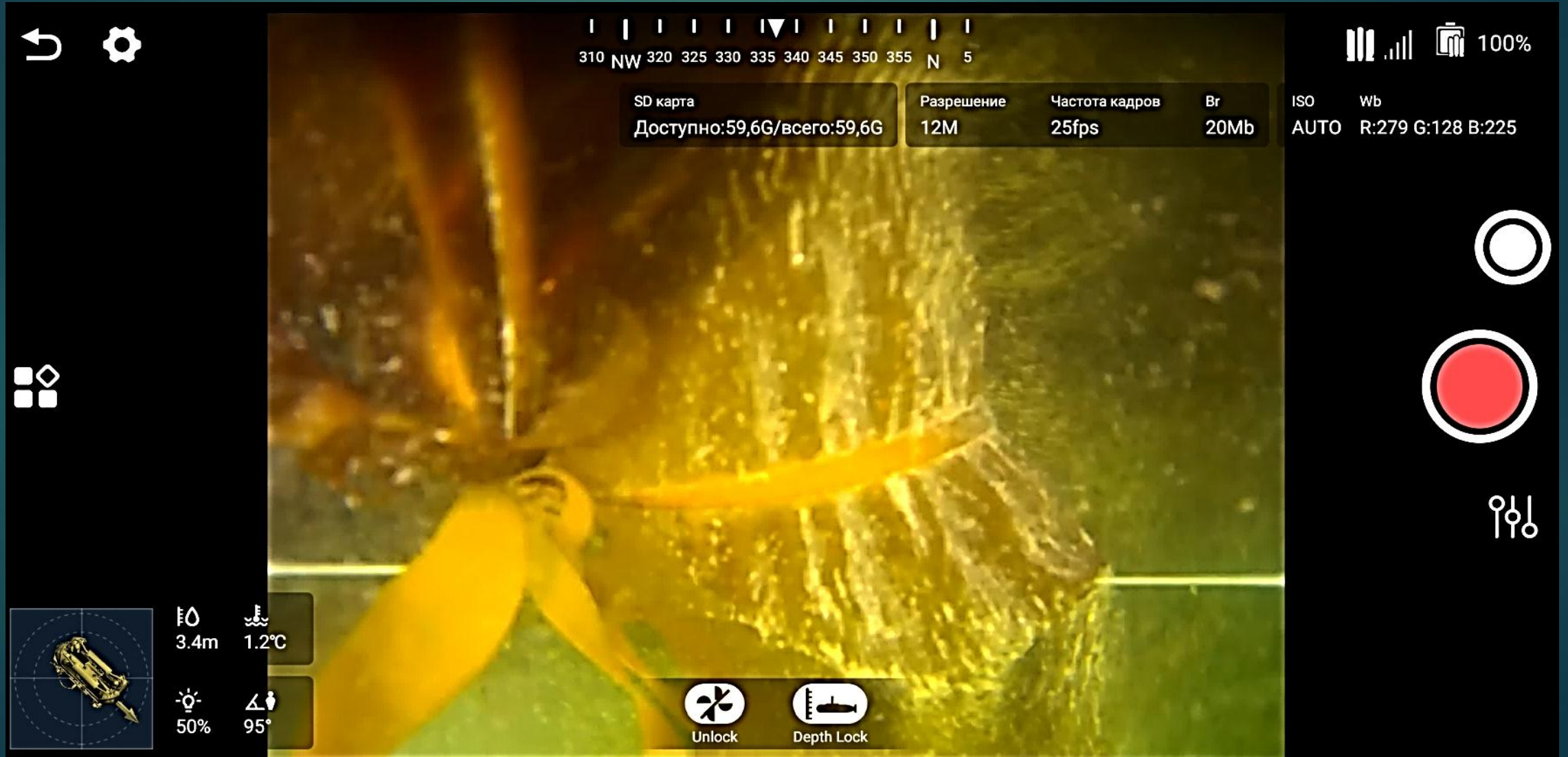


Unlock Depth Lock

00:00:02

Охотское море, нерестилища сельди. Волнение и течения. Точечные погружения или короткие трансекты. Серии скриншотов. Включаем свет для улучшения детализации. Фото среднего качества.

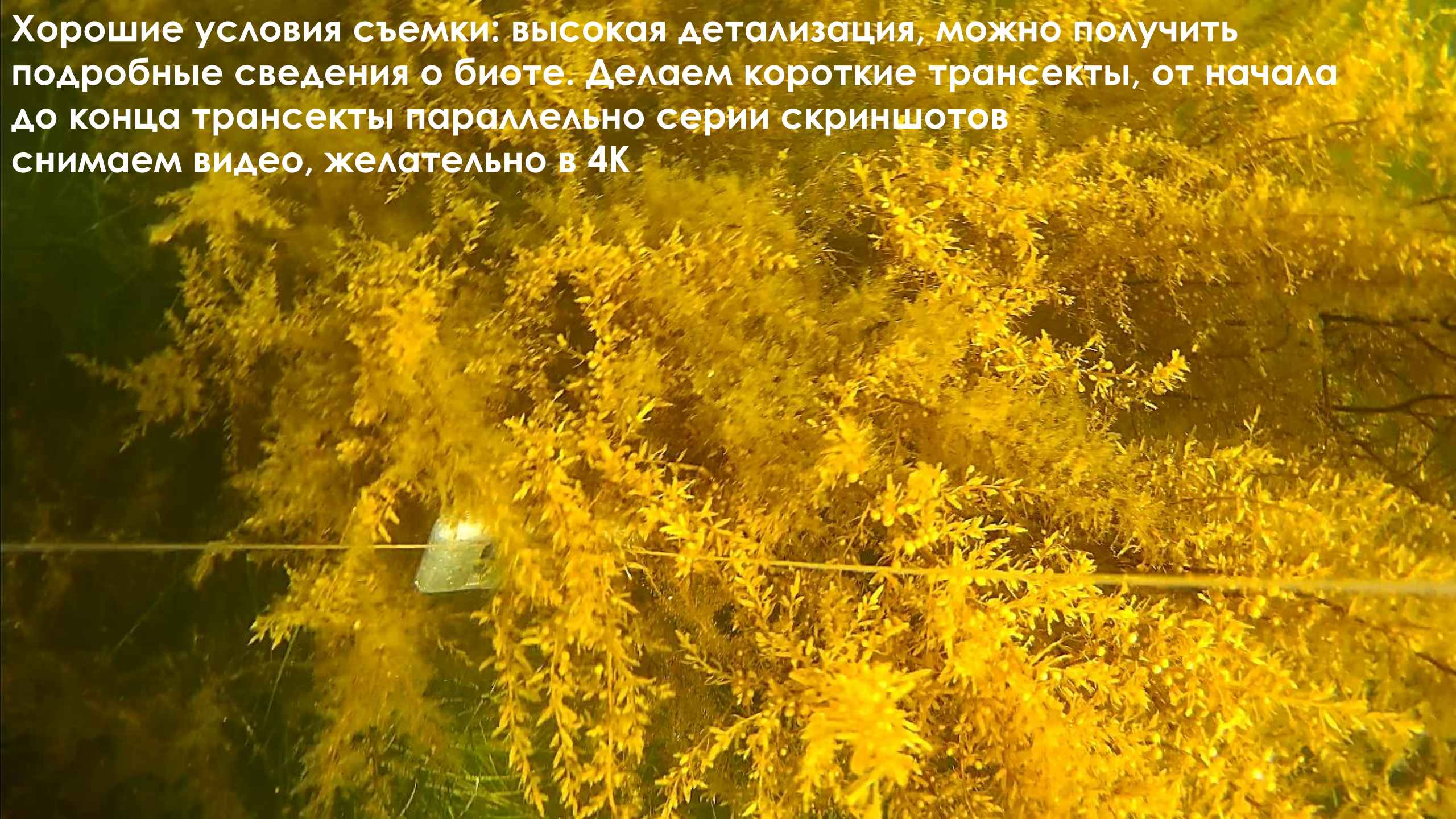
Alaria esculenta, обыкрение.



Плохие условия съемки. Большое количество взвеси. Темне менее, **виден** доминант растительности и наличие обькрения. Делаем большее количество скриншотов до получения относительно **качественных** изображений. Выключаем свет: осветители в мутной воде сильно портят картинку.



Хорошие условия съемки: высокая детализация, можно получить подробные сведения о биоте. Делаем короткие трансекты, от начала до конца трансекты параллельно серии скриншотов снимаем видео, желательно в 4К



Как геореферировать фото? Программа GeoSetter. Автоматическое присвоение снимкам координат треков перемещений, записанных в мобильной ГИС

The screenshot displays the GeoSetter application window. The main area shows a grid of 12 photo thumbnails, each with a location pin icon, a timestamp, coordinates, and a star rating. The bottom status bar indicates "110 Графические файлы (110 с геоданными) - 1 Выбранный".

The right-hand side features an "Image Info (ExifTool)" panel with the following metadata:

Название	Значение
ExifTool (1)	
Warning	FileName encoding not specified
Camera (3)	
Make	HUAWEI
Camera Model Name	STK-LX1
Light Source	Unknown
Document (1)	
XMP Toolkit	Image::ExifTool 10.96
Image (45)	
File Name	20210528_145421.jpg
Directory	
File Size	628 kB
File Permissions	rw-rw-rw-
File Type	JPEG
File Type Extension	jpg
MIME Type	image/jpeg
ExifData Codes	Disabling (Metadata, MM)

Below the metadata panel, there are tabs for "Карта", "Image Info (ExifTool)", "Process Queue", and "Map Log". The "Tracks" panel at the bottom shows a search bar with "15" and a list of tracks:

- export_2021-05-28--14-02-23.gpx (не загружено)
- экспорт из ГМ станции тунгусская.dbf (не загружено)

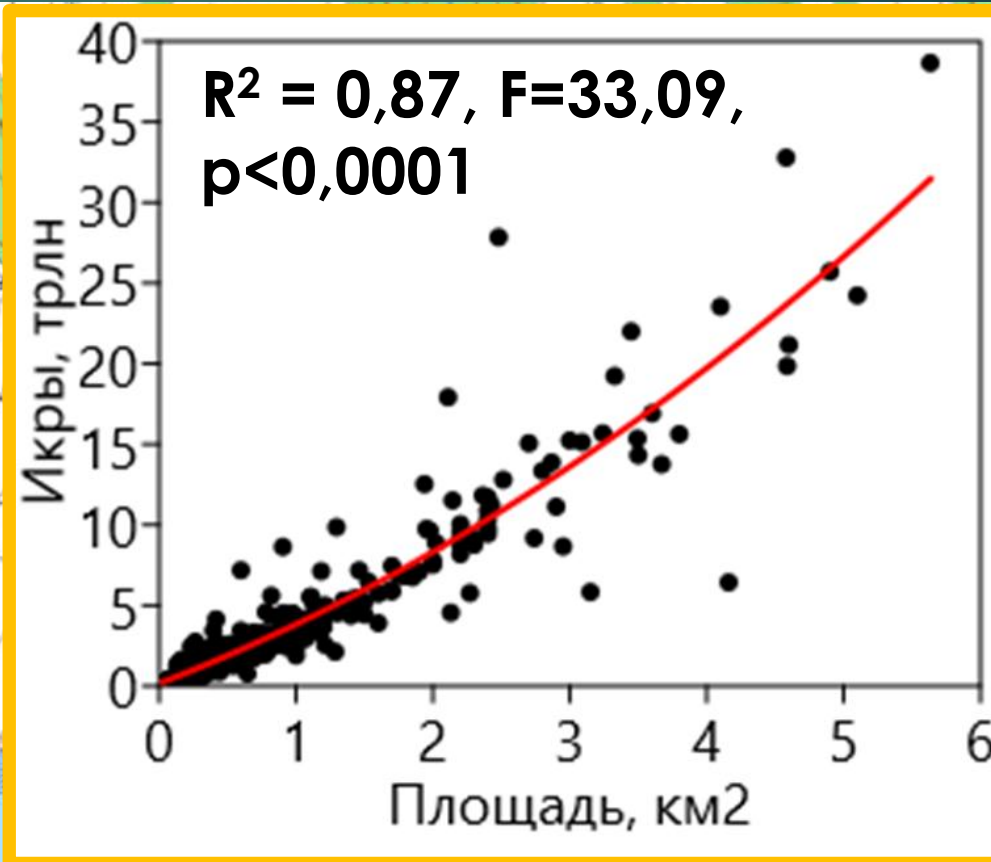
Перетаскиваем картинки в ГИС Global Mapper. Пиктограммы точно в месте выполнения фото. Изображения открываются по щелчку мыши по пиктограмме.

Оконтуривание водорослевого пояса, 1,6 км²

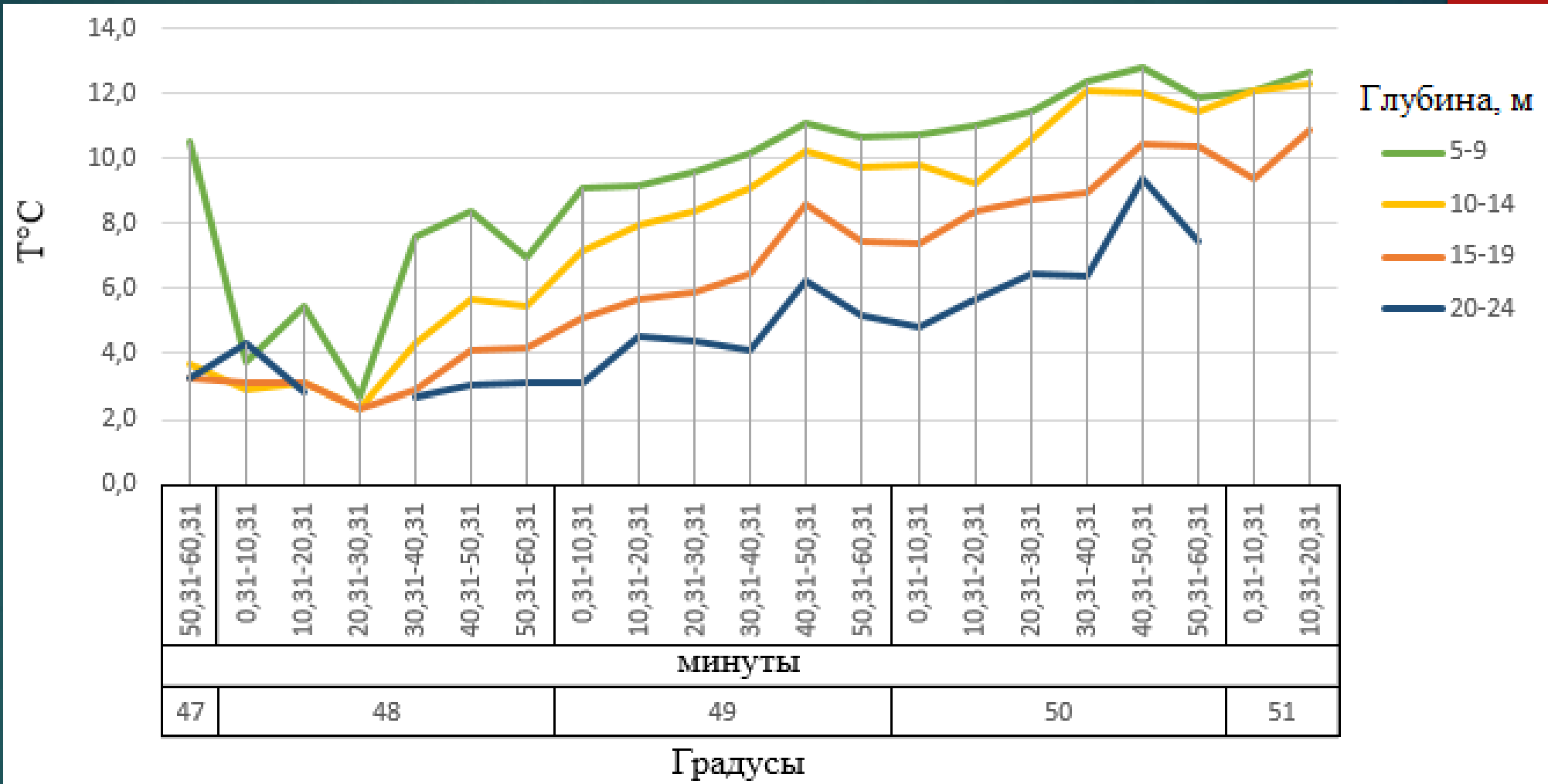


МикроТНПА – наиболее перспективный инструмент выполнения икорных съемок на нерестилищах сельди, особенно учитывая, что количество отложенной икры сильно зависит от площади нерестилищ.

Оконтуривание площадей с обыкрением, $0,5 \text{ км}^2$

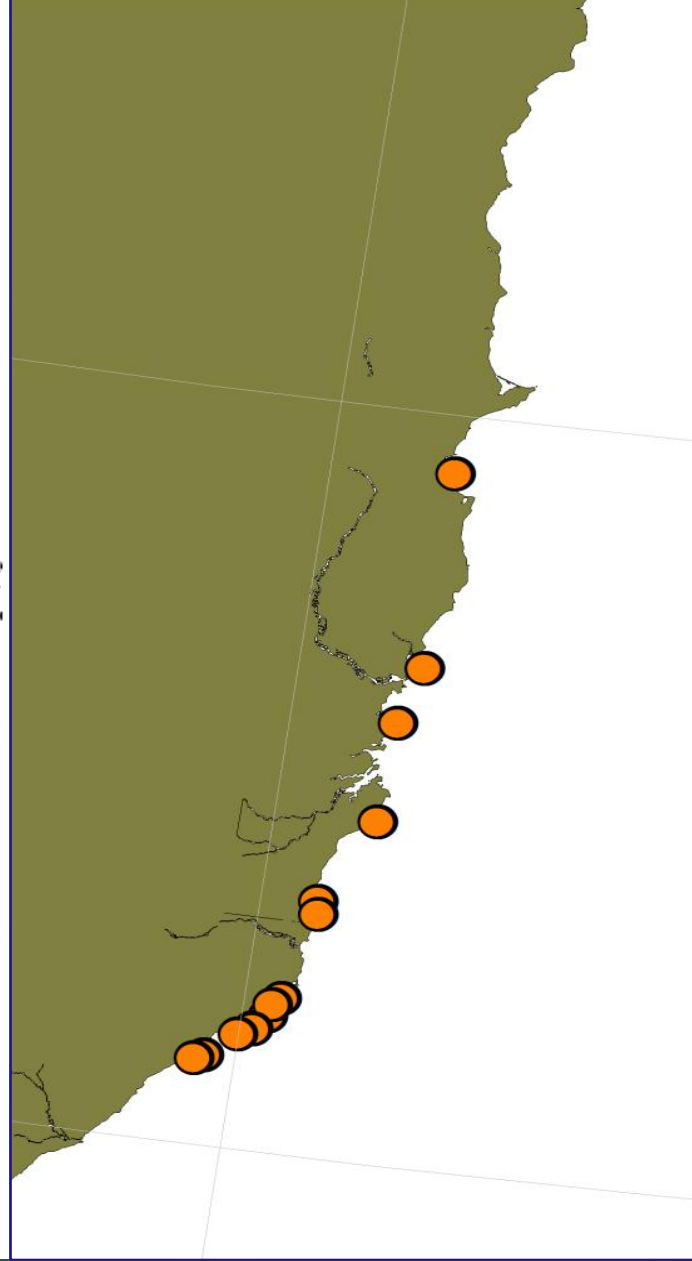
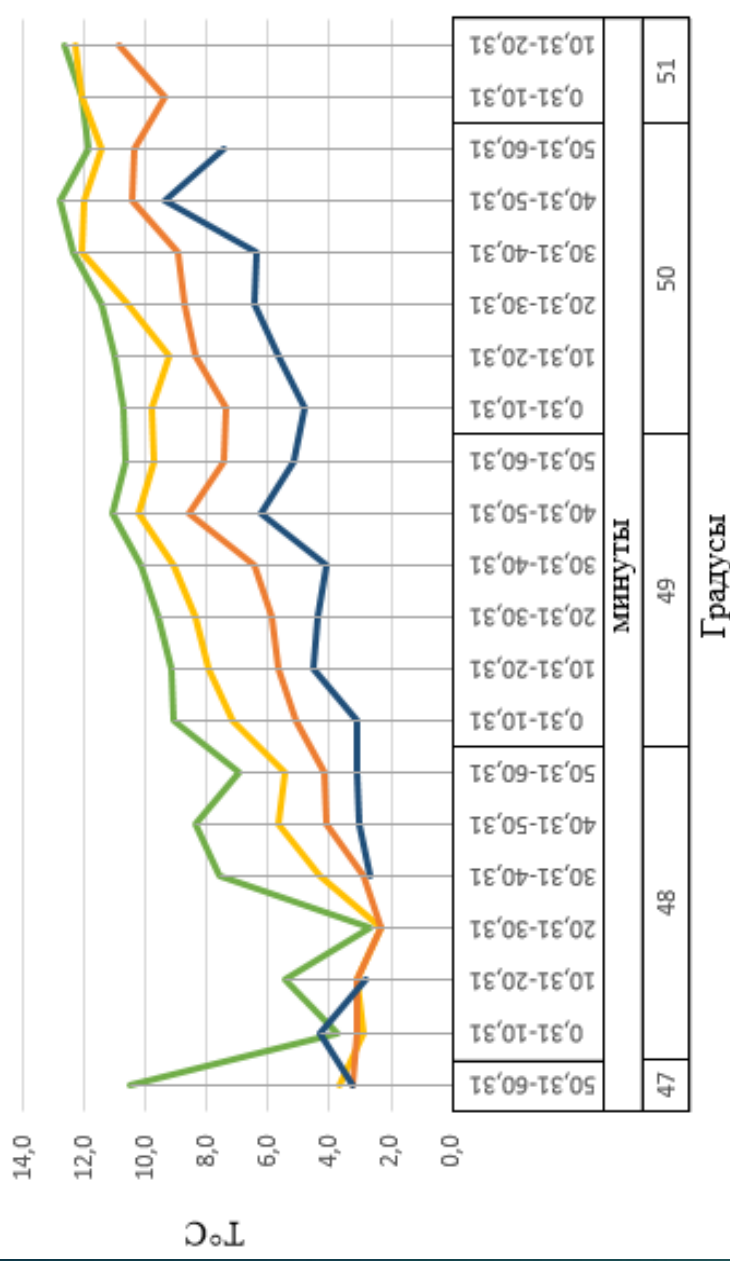


Впервые! Придонные температуры воды в северо-западной части Татарского пролива, диапазоны глубин 5-24 м



Микро-ТНПА позволяют получать данные о температурах и других гидрологических показателях у дна и в заданных диапазонах глубин

Изучение закономерностей распределения биоты, обусловленных экологическими градиентами

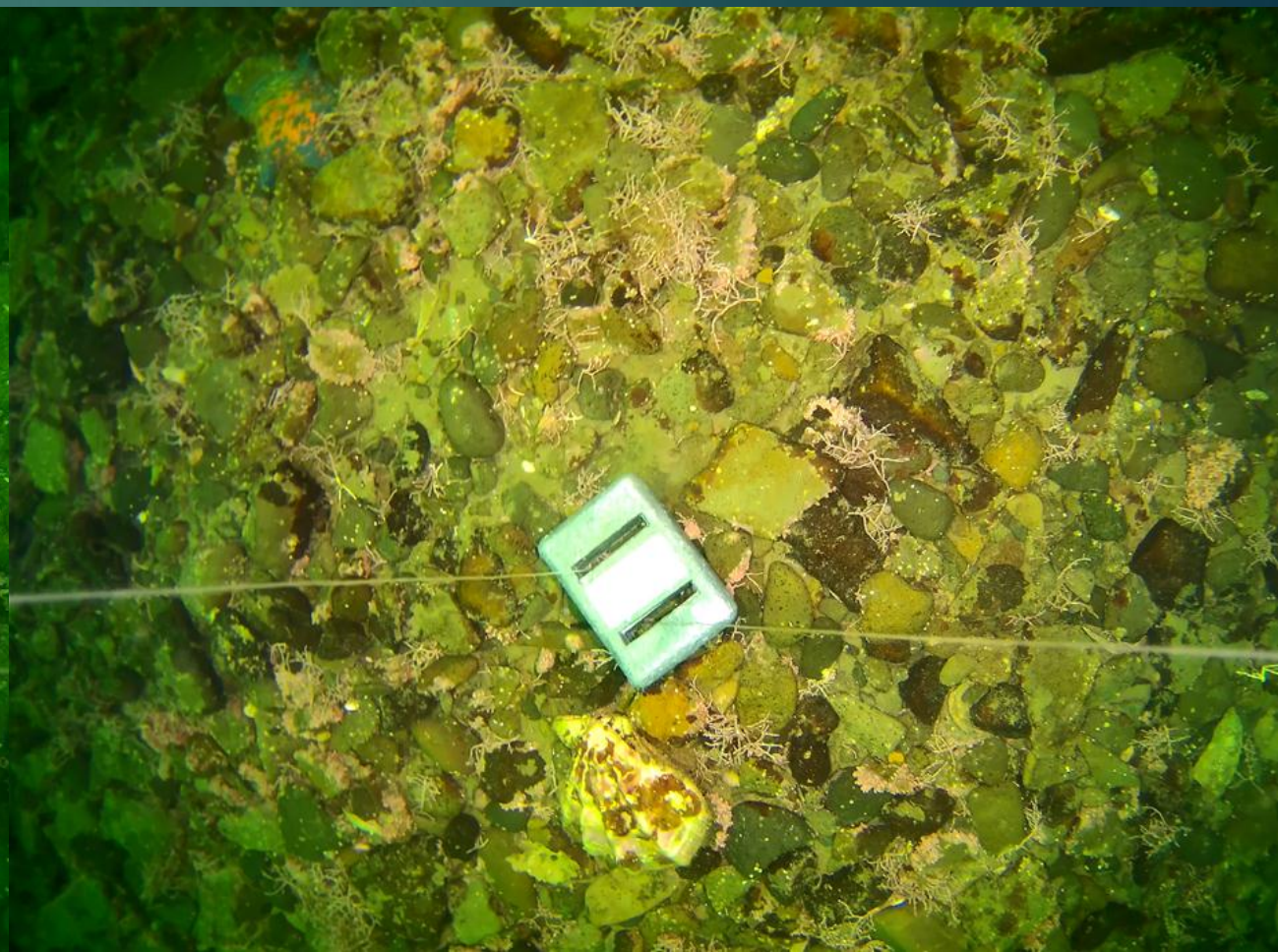
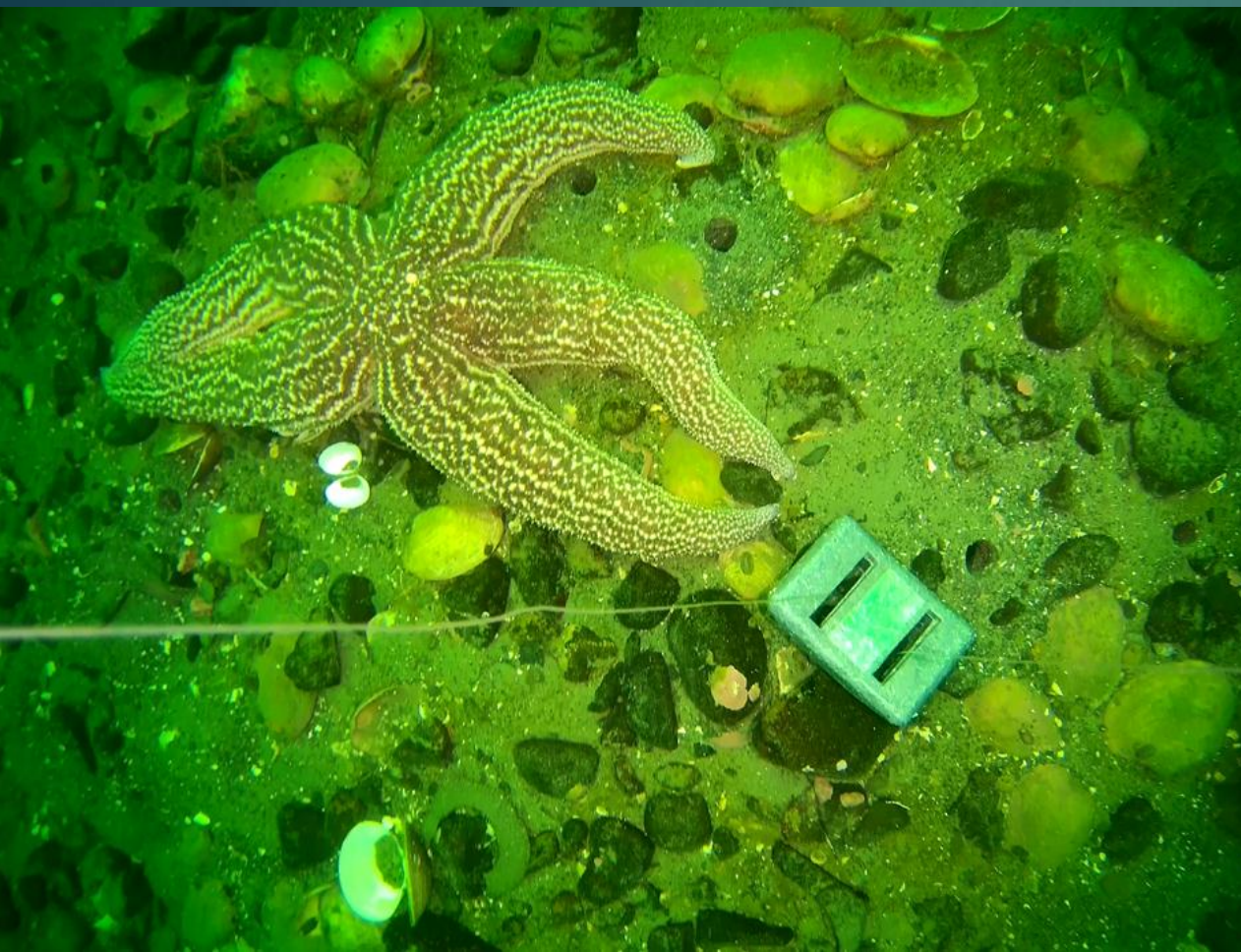


КОЛЮЧИЙ КРАБ НАИБОЛЕЕ ЧАСТО ВСТРЕЧАЛСЯ В ОБЛАСТИ САМЫХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

ДЛЯ УЧЕТА РЕДКО РАСПОЛОЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ С ТИПА НУЖНЫ ДЛИННЫЕ ТРАНСЕКТЫ – ДО 1 КМ ПРОТЯЖЕННОСТИ, ДО 1 ЧАСА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ
КАЧЕСТВО ВИДЕО СНИЖАЕМ ДО МИНИМУМА

ОПИСАНИЕ И КАРТИРОВАНИЕ ДОННЫХ ЛАНДШАФТОВ

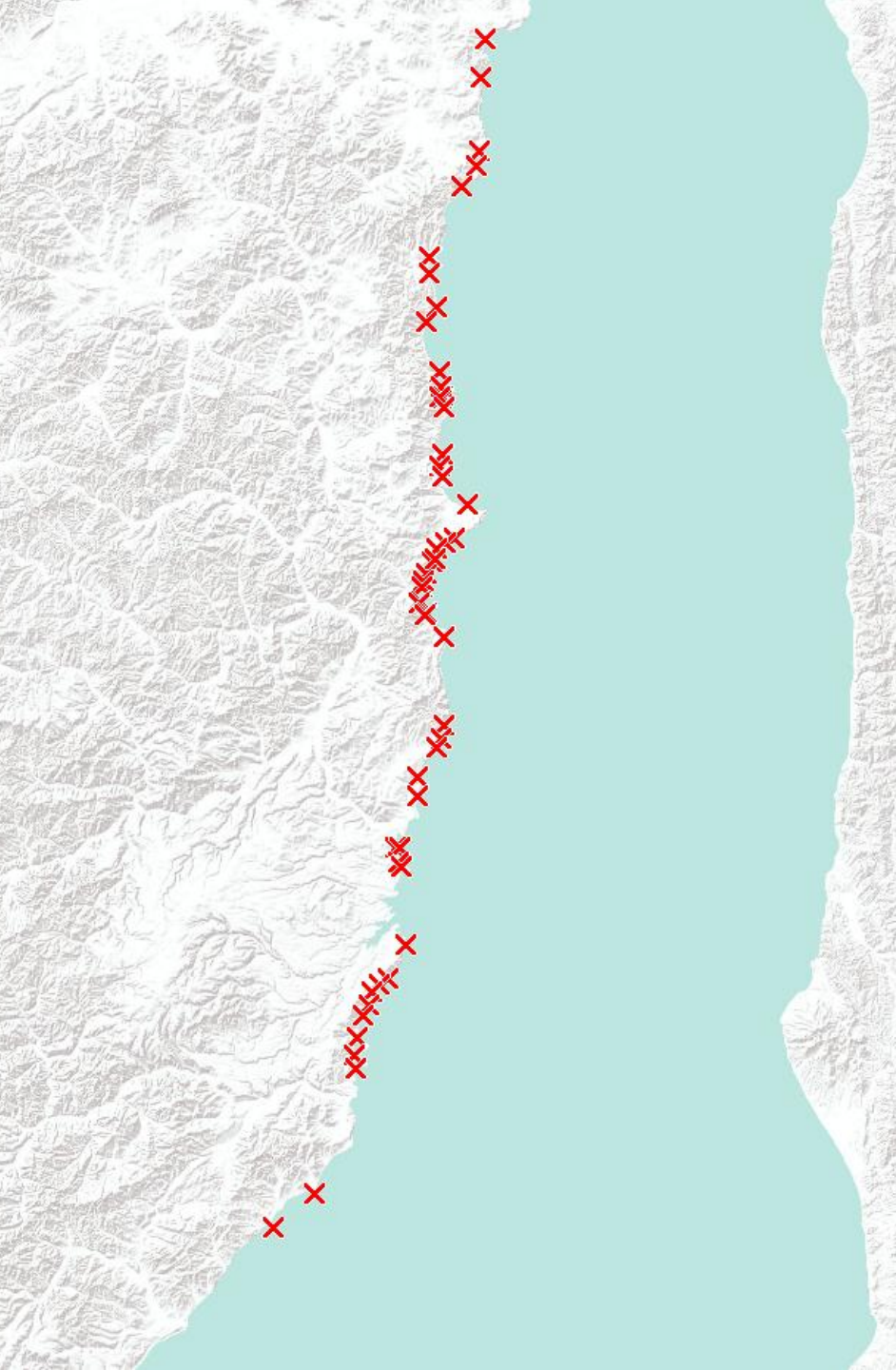
Поселения приморского гребешка приурочены к группе ландшафтов подвижных грунтов



Изобаты 10-20 м, ареноид – песчаные равнины,
основное местообитание приморского гребешка

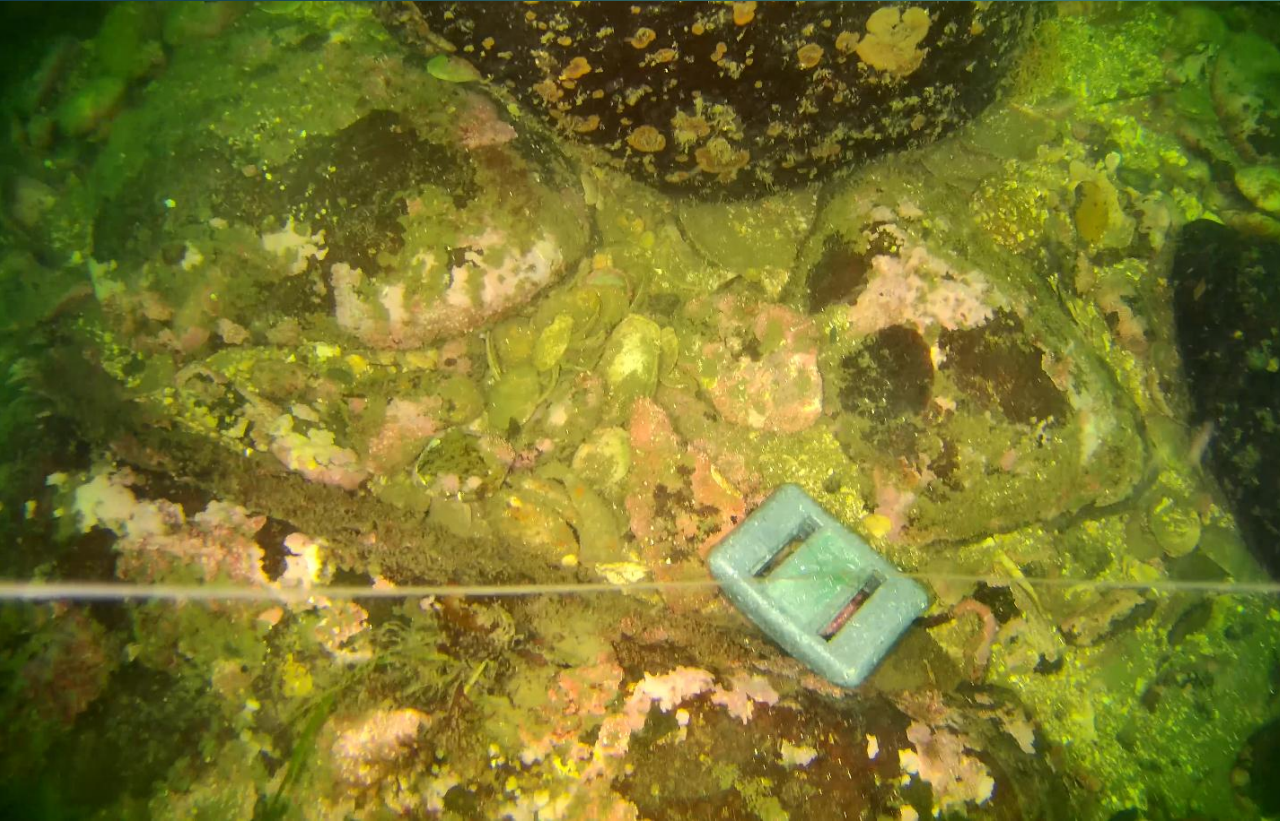


Площадь ландшафтов, заселенных приморским гребешком – 140 км². При частоте встречаемости 19 %, средней плотности 0,01 экз./м² и средней индивидуальной массе 480 г, его общий запас 128 т, округленно – 130 т. Поселения промысловой плотности отсутствуют.



Учет макрофитов: ландшафтно-ценотический принцип

Концизий –
валунно-глыбовые навалы,
к которым приурочены
поселения водорослей-
макрофитов



Сегетий – песчаные равнины
с лугами морских трав рода
Zostera

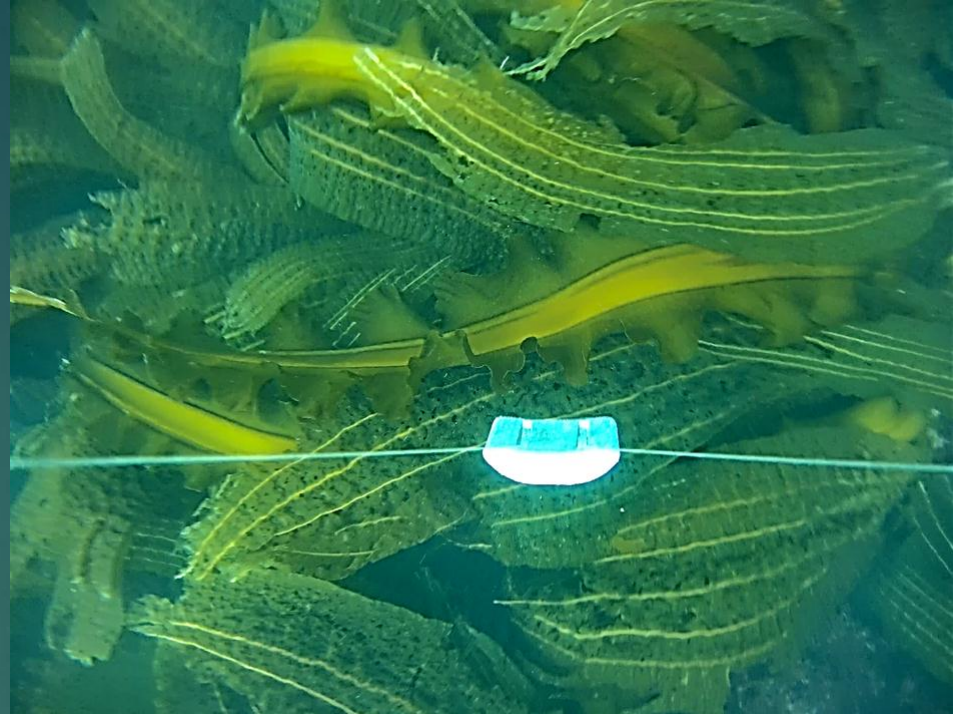
Учет экосистемные характеристики растительности:

- ▶ 1. Флора СЗТП - 190 видов макрофитов [Дуленин, 2008 по: Клочкова, 1996].
- ▶ 2. Количественные характеристики есть для 44 видов (23 %) [Дуленин, 2020].
- ▶ 3. В районе выражено доминирование: на отдельных участках формируются ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ ВИДОВ – АДАПТИВНЫЕ ЗОНЫ [Волвенко, 2018, 2019], где один вид количественно преобладает над остальными.
- ▶ 4. Растительные ассоциации, ВЫДЕЛЯЕМЫЕ ВИЗУАЛЬНО и возглавляемые единственным доминантом, описаны для 17 видов (9 %). Они формируют 68 % площади растительного покрова [Дуленин, 2021]. Их характеристики и следует учитывать для практических задач инженерной экологии (в рыбохозяйственных характеристиках, для расчета ущербов, и т.п.).
- ▶ 5. Промысловыми и потенциально-промысловыми являются 9 видов (5 %) [Ресурсы...,2020]. Промысловые запасы приурочены к своим АДАПТИВНЫМ ЗОНАМ, где формируются их ассоциации.
- ▶ 6. Реально добывают только сахарину японскую – ее ресурсы следует регулярно учитывать с ТНПА, картируя локализацию адаптивных зон.

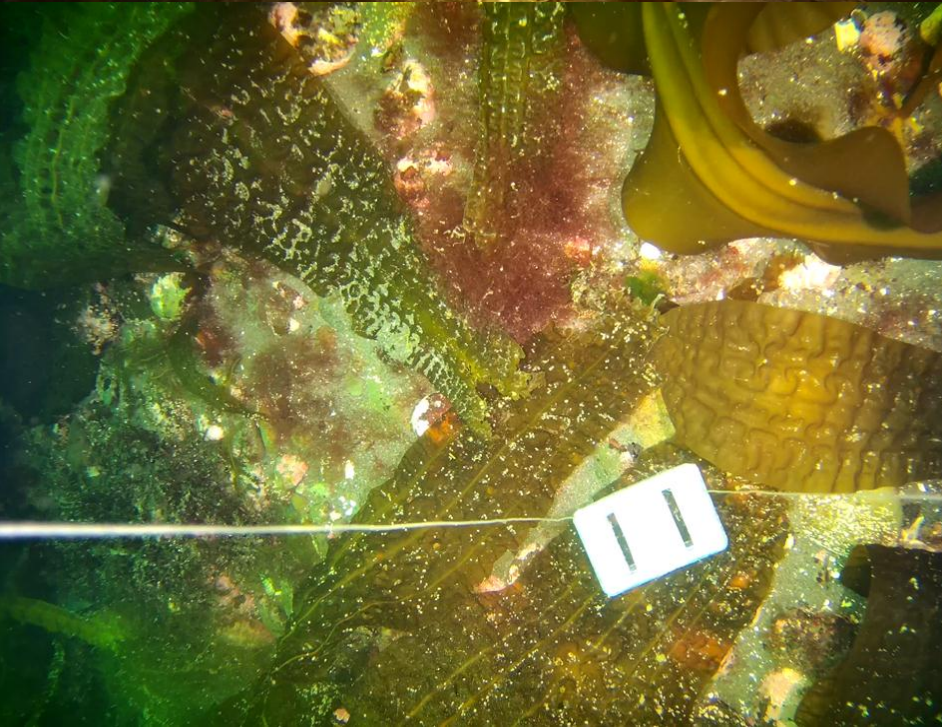


Ассоциации бурых водорослей

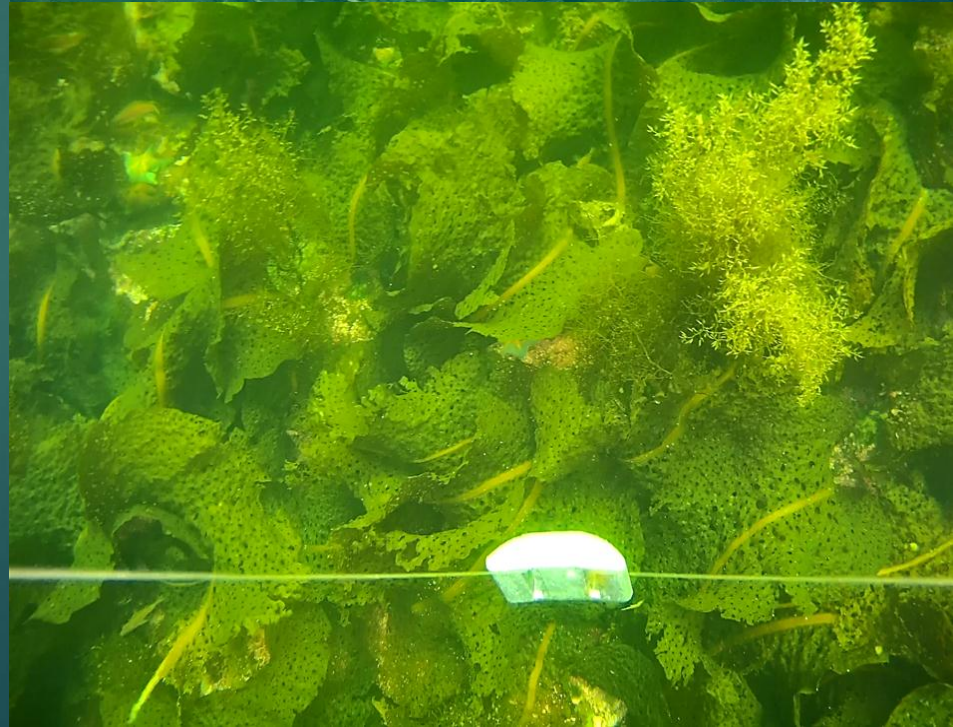
Ассоциация
*Saccharinetum
cichorioidae*



Ассоциация
*Costaretum
costatae*



Ассоциация
*Saccharinetum
sculperae*



Ассоциация
*Agaretum
clathratae*



Ассоциации красных водорослей

Ассоциация
Ptilotetum
asplenioidae



Ассоциация
Bossieletum
compressae



Ассоциация
Cortexetum
corallinae



Ассоциация
Hildenbrandtietum
rubrae

Таблица
качественного
состава и
количественных
характеристик
ассоциации
*Saccharinetum
japonicae* –

основа для
оценки ресурсов
и экологических
характеристик
поселений
сахарины
японской

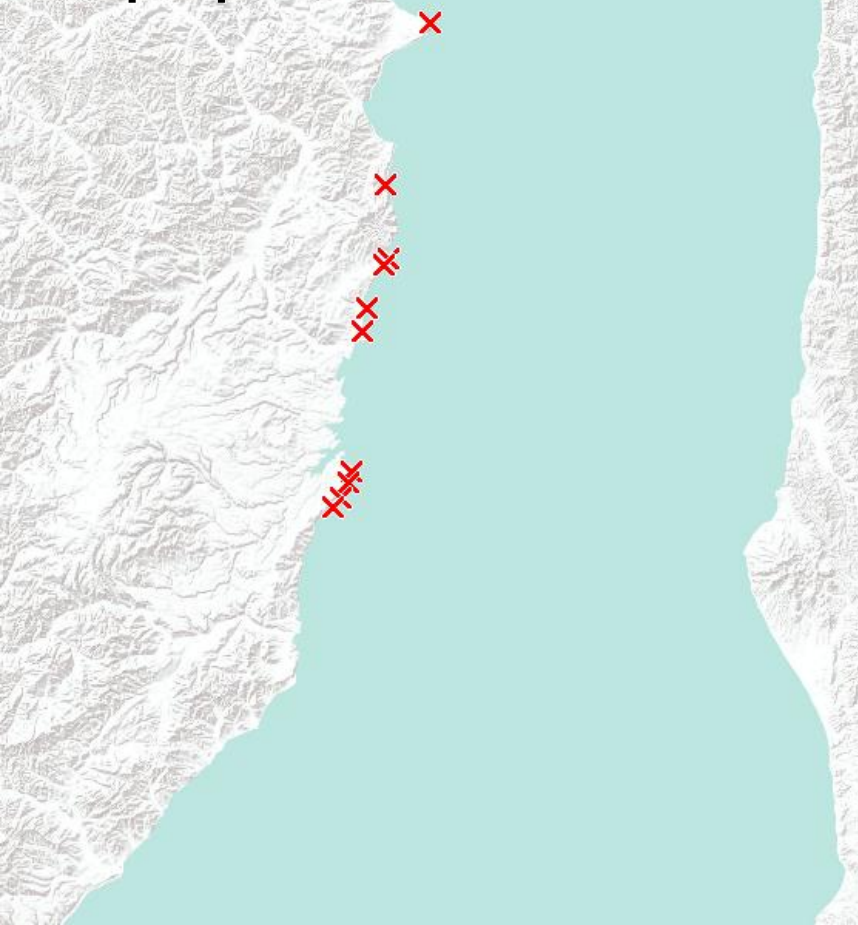
п/п	Вид	Проективные покрытия, доля						Удельные биомассы, кг/м ²						
		N	Min	Max	M	SE	Me	N	Min	Max	M	SE	Me	ЧВР
1	<i>Saccharina japonica</i> ГД	46	0,3	1	0,54	0,03	0,5	46	0,3	24	5,93	0,65		12,4
2														4,0
3														0
4														0
5														0
6														1,3
7						0,05	0,08	8	0,05	5	0,08	0,34		2,2
8						0,04	0,2	6	0,02	0,56	0,26	0,09		1,6
9							н.д.	4	0,05	0,8	0,39	0,17	0,35	1,1
10							0,05	3	0,05	0,1	0,07	0,02	0,05	0,8
11							0,1	3	0,2	0,2	0,2	0	0,2	0,8
12		4						46	1,2	18,65	7,41	0,58	7,275	12,4
13		6(3)						6	0,05	3	1,16	0,42	1,15	1,6
14		5(1)							0,02	0,8	0,36	0,15	0,28	1,3
15		1(1)	0,5						0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,3
16		4	0,1						0,3	0,3	0,19	0,07	0,3	1,3
17		2	0,1						0,4	0,3	0,3	0,1	0,3	0,5
18		2	0,05	0,8					0,3	0,3	3,12	2,46	1,2	0,8
19		2	0,1	0,2					0,5	0,5	0,25	0,25	0,24	1,6
20		2	0,05	0,05	0,05				0,09	0,09	0,09	0,09	0,07	1,6
21				0,4	0,4				0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
22			0,1	0,1	0,1				0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5
23			0,05	0,05	0,05	0			0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,3
24			н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	0,3
25			н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	0,3
26		36(18)	0,02	2,05	0,36	0,06	0,23	37	0,02	2,05	0,36	0,06	0,23	10,0
27		16(8)	0,01	0,9	0,31	0,07	0,2	16	0,01	0,9	0,31	0,07	0,2	4,3
28		9(6)	0,1	0,8	0,37	0,07	0,3	9	0,1	0,8	0,37	0,07	0,3	2,4
29		6(6)	0,3	0,5	0,42	0,04	0,4	5	0,75	0,5	0,42	0,04	0,4	1,3
30		27(17)	0,01	1	0,42	0,06	0,4	19	0,01	1	0,42	0,06	0,4	1,1
31		25(19)	0,05	0,8	0,36	0,04	0,4	25	0,05	0,8	0,36	0,04	0,4	1,7
32		1	0,2	0,2	0,2	0	0,2	1	0,2	0,2	0,2	0	0,2	0,3
33		25(19)	0,05	0,8	0,37	0,04	0,4	25	0,05	0,8	0,37	0,04	0,4	1,7
34		Σ	46	0,8	3,13	1,48	0,07	1,6	46	3,2	21,73	9,17	0,66	8,72
35														12,4

Количественные характеристики зарослей
Saccharina japonica

Качественный
состав
растительности в
зарослях

Количественные характеристики зарослей
субдоминантов и сопутствующих видов

На основании данных о
распределении
донных ландшафтов и
ассоциаций растительности
оценен и картирован запас
сахарины (ламинарии)
японской и других
макрофитов



Ассоциация *Saccharinetum japonicae*,
промысловые поселения

Среднее проективное покрытие 70 %, что
соответствует удельной биомассе 8 кг/м².
Промысловый запас района по данным с ТНПА - 48
тыс. т

Промысловая биология

Съемки с ТНПА целесообразно выполнять на основе концепции экосистемного подхода

Промысловые ресурсы

Сообщества макробентоса

Донные ландшафты

Грунт и рельеф

Фоновые данные (температурные и батиметрические градиенты, и т.п.)

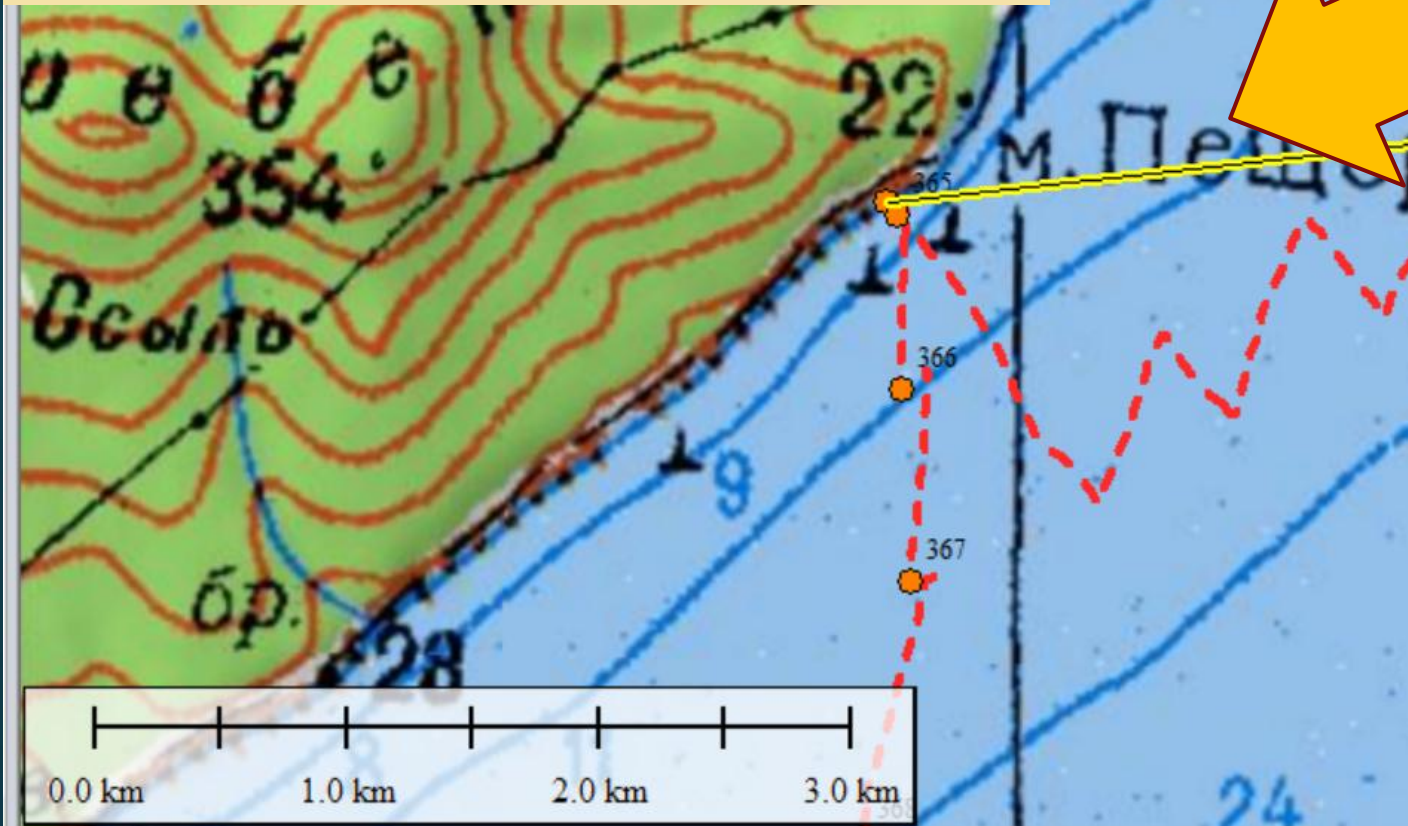
Экологические и ценологические исследования

При умеренном волнении и рабочей погоде 3-км переход между разрезами растянулся на 6 км и занял 1 час времени. На надувной лодке или катере этот переход занял бы не более 10 минут.

Большую часть времени съемки тратили на переходы между разрезами. использование среднетоннажных НИС в качестве материнских судов при проведении прибрежных исследований крайне неэффективно.



«Зигзаги рыбохозяйственной науки»



Полицейский катер. Постоянные 500-км рейды на протяжении многих лет, 200-250 км за 3-4 часа. Катер обслуживает 1 механик-водитель

Прибрежные съемки с ТНПА целесообразно выполнять с борта мореходных и скоростных маломерных судов. Это обеспечит наиболее высокую мобильность, эффективность и безопасность исследований и сэкономит значительные средства.



Основные приемы работы

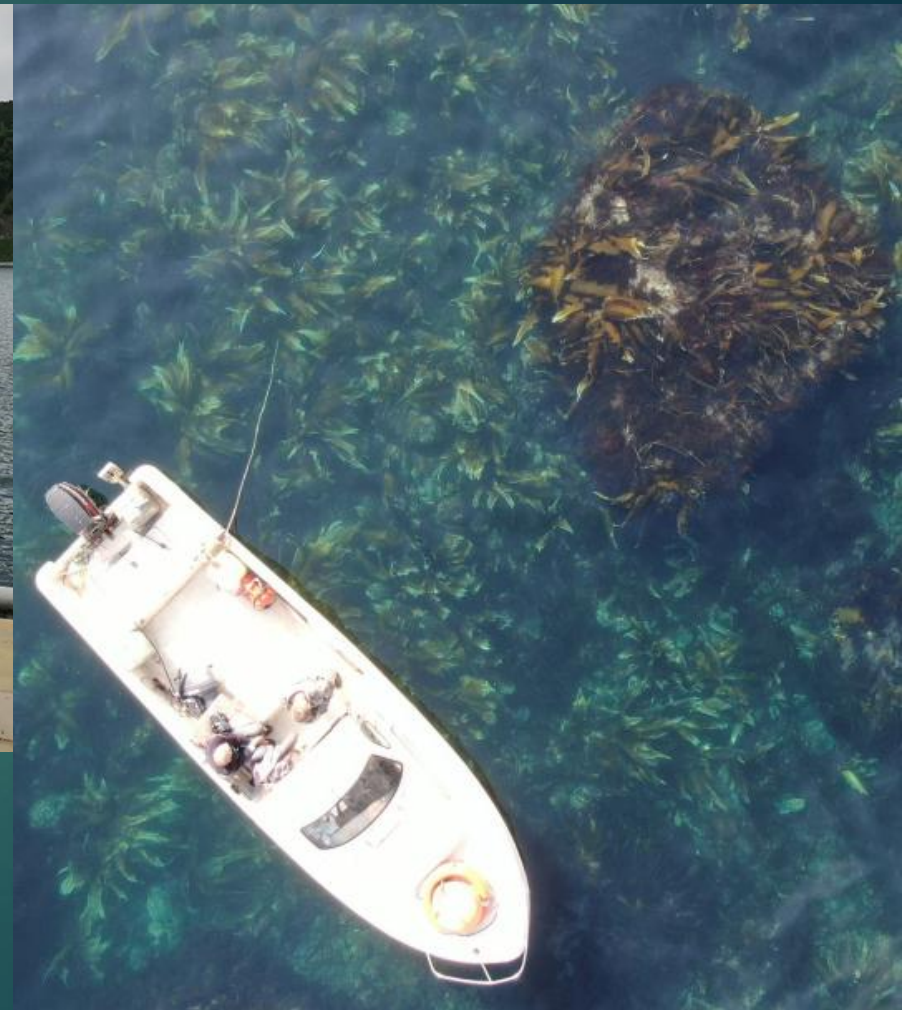
- ▶ Работаем в дрейфе, самым малым задним ходом, или встав на якорь, следя за положением кабеля
- ▶ Точечные погружения – если нужны простые данные о наличии/отсутствии объектов
- ▶ Короткие трансекты (20-50 м) – если нужны подробные данные на плотных поселениях
- ▶ Длинные трансекты (100 м – 1 км) – при учете редко расположенных объектов
- ▶ Включаем свет в прозрачной воде
- ▶ Выключаем свет и снимаем ч/б в мутной воде
- ▶ На каждой станции делаем серии скриншотов
- ▶ Одновременно делаем видеозаписи всей рабочей части погружения
- ▶ На течении/волнении и/или для экономии энергии стабилизируем аппарат посредством груза, закрепленного на нужном расстоянии от камеры

ВЫВОДЫ

- ▶ Для ограниченных во времени съемок со сбором больших объемов материала оптимально использование микро-ТНПА.
- ▶ Описанная схема проведения съемок с ТНПА – с фото- и видеофиксацией, треккигом, применением мобильных ГИС и геореферированием материалов обеспечивает проверяемость и опровергаемость данных прибрежных гидробиологических исследований.
- ▶ Методологической основой съемок должен быть экосистемный подход, включающий анализ экологических градиентов, распределения донных ландшафтов и биотических сообществ, выделенных на основе концепции адаптивных зон.
- ▶ Съемки необходимо выполнять с борта мореходных высококомобильных плавсредств, приспособленных для работы на мелководьях.

Р.С. В качестве заключения.

Съемки наиболее эффективны, если имеют комплексный характер и вместе с ТНПА используются водолазные сборы и беспилотная аэрофотосъемка.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!