

**Перечень оборудования и методик измерений, применяемые на
ОИ "Стационарная океанографическая платформа"**

Отдел турбулентности МГИ РАН

1. Измерительный комплекс «Сигма-1», позиционный вариант.

Технические характеристики измерительного комплекса «Сигма-1»

Измеряемые параметры	Диапазон	Разрешение	Точность	Частота измерений
3 компоненты пульсаций скорости	± 2 м/с	10^{-3} м/с	$\pm 10\%$	Для всех каналов 100 Гц
Температура	0 – 30°С	0,001°С	$\pm 5\%$	
Относительная электропроводность	0 – 0,9	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$\pm 5\%$	
3 компоненты линейных ускорений	$\pm 2g$	0.002 м/с ²	0.002 м/с ²	
Крен и дифферент	$\pm 20^\circ$	0,01°	$\pm 1^\circ$	
Азимут	0 – 360°	10°	$\pm 5^\circ$	
Давление	0 – 1 МПа	$5 \cdot 10^{-4}$	$\pm 1\%$	

Предназначение: исследование мелкомасштабных турбулентных процессов в приповерхностном слое моря от поверхности до глубины **20 м**.

Решаемые задачи:

- оценка вертикальных турбулентных потоков импульса, тепла и энергии под поверхностью моря;
- выявление локальных турбулентных структур;
- исследование временной изменчивости интенсивности турбулентности как реакции на атмосферные воздействия;
- верификация моделей турбулентного обмена для приповерхностного слоя моря.

Основные методики измерений:

- многочасовые измерения на одном горизонте для исследования временной изменчивости турбулентных характеристик;
- кратковременные (по **10 – 20 мин**) измерения на выбранных горизонтах для изучения вертикальной турбулентной структуры от поверхности до глубины **~ 20 м**;
- непрерывные зондирования от нижнего горизонта до поверхности для исследования турбулентного обмена в стратифицированном слое (при наличии термоклина).

2. Измерительный комплекс «Восток-М».

Технические характеристики измерительного комплекса «Восток-М»

Измеряемые параметры	Диапазон	Точность	Дискретность

Модуль скорости течения	0 – 1,8 м/с	$\pm(1 \div 4 V_R) \cdot 10^{-2}$	по всем каналам 15, 30 или 60 с
Направление вектора скорости	0 – 360°	$\pm(\arctg(4 + 1/V_R) \cdot 10^{-2} + 3)$	
Температура	- 2 – 35° С	$\pm 0,05^\circ\text{C}$	
Относительная электрич. проводимость	0 – 1,6	$\pm 1,25 \cdot 10^{-3}$	

Условия работы:

- автономный с записью во внутреннюю память;
- кабельный вариант (в реальном времени).

Комплекс «Сигма-1» регистрирует средние и пульсационные гидрофизические характеристики, вместе с информацией измерителя «Восток-М» формируется достаточно полный набор параметров, позволяющий отслеживать изменения интенсивности турбулентности в морской среде и соотносить их с фоновой изменчивостью гидрологической структуры и других влияющих факторов.

Данные от разных приборов синхронизируются, формируется единый файл, регистрация параметров ведется в режиме реального времени.

Институт физики атмосферы РАН

- 1. Акустические термоанемометры (Gill, Metek) – двухкомпонентные и трехкомпонентные.**
- 2. Метеорологический температурный профилемер.**
- 3. Акустические локаторы (содары).**
- 4. Комплекс для измерения составляющих радиационного баланса.**
- 5. ИК радиометр для измерения температуры поверхности.**
- 6. Автоматические метеорологические станции (измерения на нескольких уровнях на платформе и на берегу).**
- 7. Система микрофонов для регистрации инфразвука.**
- 8. Микробарографы для регистрации пульсаций давления.**

Применяемые методики:

Для измерения потоков в системе море-атмосфера используется пульсационный метод (**Eddy-covariance**). Измерения проводятся как на платформе, так и на берегу. Потоки вычисляются по ковариациям пульсаций метеопараметров.

Для измерения температурной структуры атмосферы используется пассивное микроволновое зондирование, для измерения профиля ветра и структуры атмосферной турбулентности – акустическое зондирование. Для регистрации инфразвуковых акустических сигналов используются приемные микрофоны, способные определять акустические сигналы в диапазоне частот от 2 Гц до 20

кГц. Для определения направления прихода три микрофона расставляются по схеме треугольной антенны.

Перечень выполняемых типовых работ:

- Исследование динамики ветрового потока при выходе на морскую поверхность.
- Измерение характеристик радиационного баланса системы море-атмосфера.
- Измерение турбулентных потоков тепла, влаги и импульса.
- Исследование турбулентной структуры и динамики атмосферы в атмосферном пограничном слое. Регистрация атмосферных волн и вихревых структур.
- Регистрация инфразвука (голоса моря).
- Исследование влияния сликов и поверхностных возмущений на структуру атмосферной турбулентности.

Отдел гидрофизики шельфа МГИ РАН

1. Измерительный комплекс, включающий в себя:

- концентратор информационных каналов
- комплекс МГИ6503. Измеряемые параметры:
- скорость и направление ветра;
- температура воздуха;
- атмосферное давление;
- многоканальный измеритель температуры воды (19 уровней до глубины 20м);
- накопитель на твердотельной энергонезависимой памяти;
- каналобразующая аппаратура, обеспечивающая передачу измеряемой информации в режиме реального времени на береговой пост наблюдений и FTP-сервер. К концентратору информационных каналов может быть подключено до восьми дополнительных измерительных комплексов, обеспечивающих проведение локальных экспериментов.

2. Подвеска с измерителями течений МГИ-1308 на горизонтах 5, 10, 15, 20м. Режим измерений – векторное осреднение за пятиминутный интервал.

Служба экспедиционного обеспечения МГИ РАН

1. Комплекс сбора гидрометеорологических данных.

Параметры измеряемых величин:

ПАРАМЕТР	ДИАПАЗОН	ПОГРЕШНОСТЬ	ДИСКРЕТНОСТЬ
Атмосферное давление, мм.рт.ст	600 – 800	±0,25	1 с
Влажность воздуха, %	0 – 100	±3	1 с
Температура воздуха, °С	–40 – +60	±0,1	1 с
Температура воды, °С	–2 – +40	±0,1	1 с
Скорость ветра, м/с	1,5 – 60	±0,5 +0,1V	5 с
Направление ветра, °	0 – 360°	±5°	1 с
Высота волн, м	0-10	±0,01	0,25 с

Перечень применяемых ОИ методик измерений:

- используются стандартные принятые в гидрометеорологии методики измерений с повышенной частотой опроса измерительных датчиков.

Институт космических исследований РАН

№	Наименование	Назначение	Характеристики	Производство/ Разработчик
1	Поворотно-сканирующая платформа "Траверс-2"	Обеспечение сканирования морской поверхности в автоматическом режиме	Диапазон азимутальных углов: 0-360 градусов; Диапазон вертикальных углов: 0-180 градусов от надира; Скорость вращения: переменная, программно-задаваемая	/ИКИ РАН
2	Радиометр - R03	Регистрация собственного излучения системы "морская поверхность - атмосфера"	Длина волны принимаемого излучения: 0,3 см; Центральная частота 94 ГГц, полоса частот: 2000 МГц; Флуктуационная чувствительность: 0,3 К; Диапазон измеряемых радиоярких температур: 2 - 350 К; Поляризация принимаемого излучения: вертикальная.	/ИКИ РАН
3	Радиометр - R05	Регистрация собственного излучения системы "морская поверхность - атмосфера"	Длина волны принимаемого излучения: 0,5 см; Центральная частота 60 ГГц, полоса частот: 4000 МГц; Флуктуационная чувствительность: 0,07 К; Диапазон измеряемых радиоярких температур: 2 - 350 К. Поляризация принимаемого излучения: вертикальная.	/ИКИ РАН
4	Радиометр-поляриметр R08	Регистрация собственного излучения системы "морская поверхность - атмосфера"	Длина волны принимаемого излучения: 0,8 см; Центральная частота 36 ГГц,	/ИКИ РАН

		атмосфера"	полоса частот: 2000 МГц; Флуктуационная чувствительность: 0,05 К; Диапазон измеряемых радиоярких температур: 2 - 350 К. Поляризация принимаемого излучения: вертикальная, горизонтальная, повернутые относительно вертикальной на +45 и -45 градусов.	
5	Радиометр-поляриметр R15	Регистрация собственного излучения системы "морская поверхность - атмосфера"	Длина волны принимаемого излучения: 1,5 см; Центральная частота 20 ГГц, полоса частот: 500 МГц; Флуктуационная чувствительность: 0,2 К; Диапазон измеряемых радиоярких температур: 2 - 350 К. Поляризация принимаемого излучения: вертикальная и горизонтальная, повернутые относительно вертикальной на +45 и -45 градусов	/ИКИ РАН
6	Радиометр-поляриметр R80	Регистрация собственного излучения системы "морская поверхность - атмосфера"	Длина волны принимаемого излучения: 8,0 см; Центральная частота 3,6 ГГц, полоса частот: 300 МГц; Флуктуационная чувствительность: 0,1 К; Диапазон измеряемых радиоярких температур: 2 - 350 К. Поляризация принимаемого	/ИКИ РАН

			излучения: вертикальная	
7	Радиометр-спектрометр RS07-20	Регистрация собственного излучения системы "морская поверхность - атмосфера"	Диапазон перестройки центральной длины волны принимаемого излучения: 0,7 - 2,0 см; Флуктуационная чувствительность: 0,3 К; Диапазон измеряемых радиоярких температур: 2 - 350 К. Поляризация принимаемого излучения: вертикальная	/ФИРЭ РАН
8	Набор (3 шт.) акустических измерителей скорости и направления ветра (в составе метеоккомплексов АЦАТ-3М)	Определение горизонтальной и вертикальной составляющих скорости ветра на высотах 0,5; 4,0 и 25 метров	Диапазон скорости: 0.2 до 60 м/с (горизонтальная) -5 до 5 м/с (вертикальная) Точность: 0.2 м/с (горизонтальная) 0.1 м/с (вертикальная) Диапазон направления: 0-360 градусов Точность: 6 градусов Рабочая температура: от -40 до 70 градусов С	НПО «ТАЙФУН» (Обнинск, Россия)
9	Две независимые системы струнных волнографов	Измерение мгновенных значений уклонов морской поверхности и высоты волнения	Скорость оцифровки показаний волнографов: 10 Гц; Точность измерения высоты волнения: 0,5 см; Количество струнных измерителей: 5 и 6 . Измерение параметров	/ИКИ РАН

			поверхностных волн, длиннее: 0,1 и 1,2 метра.	
10	Система температурных датчиков	Определение глубинного распределения термодинамической температуры водной среды	Количество датчиков: 1-30 . Глубина погружения: 0,5 - 30 м; Точность измерения температуры: 0,1 градуса Цельсия	/ИКИ РАН
11	Акустико-оптическая система измерения коэффициента поверхностного натяжения	Периодические измерения коэффициента поверхностного натяжения морской воды	Точность: 5 процентов от истинного значения	/ИКИ РАН
12	Система фото-видео съемки	Контроль состояния морской поверхности и атмосферы на предмет наличия обрушений и пенных образований, контроль за состоянием облачности	Зеркальная фотокамера Canon 550D . Разрешение матрицы: 18 МПикс; Тип объектива: EF/EF-S ; Фокусное расстояние: Эквивалент 1,6x фокусного расстояния используемого объектива	Canon (Япония)

Перечень выполняемых типовых работ:

1. Долгосрочные измерения интенсивности уходящего радиотеплового излучения системы "морская поверхность - атмосфера". При проведении измерений выполняется сканирование морской поверхности и атмосферы в диапазоне азимутальных углов визирования **0-360** градусов и в диапазоне **0-180** градусов по углу места.
2. Подспутниковые измерения радиояркостной температуры морской поверхности и атмосферы в микроволновом диапазоне частот.
3. Долгосрочные измерения вариаций профиля распределения термодинамической температуры водной среды.
4. Долгосрочные измерения вариаций профиля морской поверхности.
5. Долгосрочные измерения параметров приподнятого слоя атмосферы - температуры, влажности, вертикальной и горизонтальной составляющих вектора скорости ветрового потока.
6. Долгосрочные измерения турбулентных пульсаций ветрового потока и температуры в различных метеоусловиях.

7. Периодические измерения коэффициента поверхностного натяжения водной среды.
8. Периодическая фото-видео съемка морской поверхности и атмосферы.

Перечень применяемых оригинальных (разработанных коллективом ИКИ РАН) методик:

1. Метод Нелинейной Радиотепловой Резонансной Спектроскопии (НРРС) для восстановления параметров спектра ветровых гравитационно-капиллярных волн на основе дистанционных радиополяриметрических измерений.
2. Разностно-дифференциальный метод восстановления высотных профилей температуры и влажности атмосферы на высотах от **0** до **5** км на основе измерений интенсивности нисходящего излучения атмосферы.
3. Методика определения скорости и направления ветра по данным дистанционных радиополяриметрических измерений в надир.
4. Акустико-оптический метод определения величины коэффициента поверхностного натяжения водной среды.