



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра морских информационных систем

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
БАКАЛАВРА

На тему: «Усовершенствование системы мониторинга за навигационной
обстановкой судов»

Исполнитель: Корнышев Даниил Сергеевич

Руководитель: кандидат физико-математических наук, доцент

Лушанов Сергей Васильевич

«К защите допускаю»

на. ведущего кафедрой: _____

кандидат географических наук, доцент

Филиппова Анна Алексеевна

14.06 2017 г.

Санкт-Петербург

2017

ВВЕДЕНИЕ

Технический прогресс не стоит на месте. Сейчас мы живем в окружении высоких технологий, которые продолжают активно внедряться во все сферы человеческой деятельности. Исключением не стали и морские навигационные системы. Приоритетной и самой актуальной задачей создания новых средств и методов навигации является безопасность. Для обеспечения ее в полной мере необходимо учитывать значительное количество факторов окружающей среды. Малая информативность о состоянии среды в настоящее время влечет за собой не только опасность, приводящую к гибели людей и самого судна, но и необратимые последствия для окружающей среды и ее обитателей, например, разливы нефти и загрязнение местных вод.

Мировая статистика аварийности на морских водных путях показывает высокую опасность труда моряков. По сведениям Норвежского бюро "Веритас", из состава мирового транспортного флота ежегодно терпят аварии около 400 судов, причем 80% аварий приходится на припортовые воды. Поэтому встал вопрос об управлении движением судов в припортовых водах, на подходных каналах и в узкостях с помощью технических средств наблюдения за состояниями среды и связи. В 60-х годах активно использовались отдельные посты управления движением (ПУД) судов, оснащенные радиолокационными станциями (РЛС) и радиостанциями метрового диапазона. Но в последнее десятилетие в крупных портах России и других стран создаются комплексы - системы управления движением судов оснащенные РЛС, радиостанциями, вычислительной техникой, средствами передачи аудио- и видеоинформации, аппаратурой документирования информации и терминальным оборудованием лоцмана-оператора. Такие системы призваны обеспечить навигационную безопасность при максимально допустимой интенсивности движения, снизить возможность аварий и предупредить загрязнение водной среды, а также повысить технико-эксплуатационную эффективность работы флота и портов.

Для большей безопасности движения судов в море также необходимо оборудование, обеспечивающее полную осведомленность о подводной и надводной обстановке. В настоящее время не каждые области судоходства располагают передовыми системами мониторинга состояния среды. Одной из таких областей является Финский залив. Как будет описано далее, данная область располагает не самыми передовыми средствами мониторинга за надводной и подводной обстановкой. Задачей данной работы является составление списка рекомендаций и предложений по использованию передовых разработок в области мониторинга гидрометеорологической обстановки для обеспечения безопасности навигации в районе Финского залива.

ГЛАВА 1. ЗАДАЧИ И ВИДЫ ГИДРОМЕТЕОБЕСПЕЧЕНИЯ МОРСКИХ ПОР- ТОВ.

1.1. Анализ гидрометеорологических условий, влияющих на навигационную обстановку.

Мореплавание – традиционный вид деятельности человека в морях и океанах. И с каждым годом присутствие человека в гидрологической среде приобретает все большую активность. Для обеспечения безопасности навигации задачи прогнозирования гидрометеорологических условий весьма широки, ведь от точности прогноза состояния сред зависит не только состояние судов, экологическая безопасность, но и человеческие жизни.

Существует обширный список информации, необходимой лицам, участвующим в организации движения судов:

- Анализ и прогноз волнения
- Информация о морских и прибрежных течениях
- Видимость
- Прогнозы ледовых явлений (в частности обледенения судов)
- Скорость и направление ветра
- Осадки

Влияние вышеперечисленных факторов распространяется не только на движение судов в морях и океанах, а также и на портовую деятельность. Как правило, основными получателями информации о состоянии обстановки являются порты.

Требования, предъявляемые к гидрометеорологической информации, как правило, зависят от решаемых задач. Основными можно выделить:

- Точность и достоверность данных

- Полнота предоставленных данных
- Регулярность предоставления данных
- Максимальная заблаговременность предоставления информации о возможных опасных гидрометеорологических явлениях
- Детальность, наглядность и удобство для конечного потребителя

При осуществлении деятельности в гидросфере крайне важна безопасность, ведь примерно 28% морских аварий происходят из-за погодных условий. Любые, даже самые передовые суда всегда уязвимы к неблагоприятным условиям среды. Высокие показатели волнения и скоростей ветра повышают вероятность неблагоприятных последствий. Но даже невысокие показатели вышеуказанных факторов повышают вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций, а также расходов топлива и повышения общего износа судна.

Таким образом, информирование лиц, участвующих в организации движения судов позволяет избежать возможных проблем и позволяет проложить наиболее безопасный и оптимальный маршрут, построенный в соответствии с прогнозом о состояниях сред. Например, судну с грузом, расположенным на палубе следует выбрать курс, исключая сильный боковой ветер.

На безопасность судоходства огромное влияние оказывает видимость. В связи с особенностями крупногабаритных судов, перевозящих большое количество груза, значения видимости имеют высокую важность, ведь их инерция не позволяет им быстро сбавить ход. Низкие значения видимости создают препятствия проведению поисково-спасательных работ. Таким образом, прогноз видимости имеет очень важное значение для безопасности навигационной обстановки.

Обеспечение прогнозами о состоянии среды в зимнее время позволяет оценить навигационную обстановку, принять своевременные меры по расстановке ледоколов для осуществления стабильного судоходства. Также, прогнозирование в зимнее время позволяет оценить влияние такого опасного явления как обледенение. При отрицательных значениях температуры воздуха, высокой

скорости ветра и высоких волнах, а также низкой температуре воздуха на корпусе судна начинает образовываться ледяная корка. Результатом интенсивного обледенения является ухудшение мореходных качеств, а также смещение центра тяжести судна и увеличение его парусности. При сильном ветре или попадании судна в шторм, обледенение корпуса судна приводит к потере устойчивости и внезапному опрокидыванию.

Эффективность работы порта зависит от гидрометеорологической обстановки. Неблагоприятные гидрологические и погодные условия могут привести к простоям судов и их выводу из портовой зоны. Сильные ветра и волны блокируют возможность разгрузки-загрузки судов. Снижения уровня воды в районе порта вызывает невозможность полной полезной загрузки судна. Информация об осадках требуется для оценки возможности обледенения судна в районе порта.

Одним из малоизученных факторов, нарушающих работу порта, является «тягун». Данное опасное гидрометеорологическое явление еще малоизучено, и наблюдается во многих портах. Суть явления состоит в том, что в районе стоянки судов начинает происходить колебание водных масс, что приводит к самопроизвольному раскачиванию судов с постоянно увеличивающейся амплитудой. Увеличение амплитуды может привести к срыву судна с места стоянки, наваливания судна на причал и его повреждение. «Тягун» наблюдается как во время сильного волнения, так и при полном штиле. Его невозможно предотвратить, можно лишь спрогнозировать время его проявления, интенсивность и продолжительность, что в свою очередь позволяет предупредить аварии в порту, а также повреждения, как и причалов, так и судов.

Таким образом, из вышесказанного видно, что различные гидрометеорологические условия влияют не только на навигационную обстановку в акваториях, но и непосредственно в прибрежных и портовых районах.

1.2. Проблемы навигации в Финском заливе.

Финский залив в целом имеет благоприятные метеорологические условия для безопасного плавания, но имеется ряд факторов, который может его осложнять. Основным фактором в данном случае выступают штормы, которые сопровождаются сильным волнением. Данные явления наблюдаются наиболее часто в осенний период.

Средняя скорость ветра в осенне-весенний период составляет от 5 до 8 м/с. С весны по конец лета скорость ветра как правило наблюдается от 3 до 6 м/с. Нередка ситуация, когда средняя скорость ветра по Финскому заливу достигает 20 м/с, а в порывах доходит до 25 м/с. Такие ветра могут представлять опасность для навигации в заливе. Они сопровождаются сильным волнением, где высота волны может достигать 4 метров. Из-за сильных ветров формируются весьма быстрые поверхностные течения, но как правило, они весьма неустойчивы. Наиболее интенсивны такие течения в осенне-зимний период, и во время штормов их скорость может составлять 10-15 м/с.

Значительную угрозу для безопасности навигации весьма сильно усложняют туманы, которые чаще всего можно отмечать в весенний период в самом заливе, а с сентября по апрель в прибрежных районах. Наиболее часто туманы наблюдаются в открытых частях района. Помимо туманов, частые осадки, выпадающие в осенний и зимний периоды, весьма серьезно ограничивают видимость.

ВЫВОД

Совокупность всех гидрометеорологических факторов Финского залива заставляет нас использовать обширный список оборудования для измерения, как гидрологических, так и метеорологических характеристик. Частое изменение погодных условий представляет угрозу для безопасности навигации. В связи с этим фактором ставится задача о наблюдении за состояниями среды в реальном времени и создание прогнозов о изменении ее состояния. Если не уделять изменениям и прогнозированию достаточное внимание, это может привести к весьма серьезным последствиям техногенного характера, влекущим за собой смерти людей и ухудшение экологической обстановки в районе.

ГЛАВА 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ СБОРА И ОБРАБОТКИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ.

2.1. Классификация технических средств информационных систем.

Количество различных технических средств получения гидрометеорологической информации со временем неуклонно растет. И в первую очередь это связано с разработкой нового оборудования, более точных датчиков для сбора информации и усовершенствование вычислительных мощностей для ее обработки. Тем не менее, не каждая организация может постоянно обновлять оборудование, что в первую очередь связано с экономической составляющей, потому как данные приборы имеют весьма высокую стоимость.

Стоимость оборудования в свою очередь зависит от спектра задач, в которых используются данные приборы, а также условия окружающей среды, в которых они эксплуатируются. К тому же, на стоимость влияют и компоненты, из которых состоит данное оборудование. Для обеспечения безопасности навигации судов используются только высококачественные компоненты, которые в свою очередь отвечают самым современным стандартам качества и точности. Ведь от точности предоставляемых данных зависит безопасность движения судов.

В данной главе будут подробно рассмотрены приборы, которые могут использоваться в морских портах и Финском заливе, их технические характеристики и спектр применения для получения информации о гидрометеорологической обстановке.

Использование продукции фирмы AANDERAA определено необходимостью получения данных высокой точности (табл. 2.1). Дополнительным преимуществом данного оборудования является возможность объединения в комплексную систему для решения ряда дополнительных задач.

Таблица 2.1 Сравнение АГМС различных фирм

Базовая станция		AWS-2700	BWS200 ¹	WXT520	Vantage Pro
Название фирмы		AANDERRAA Data Instruments	CAMPBELL Scientific	VAISALA	DAVIS Instruments
Страна		Норвегия	Великобритания	Финляндия	США
Диапазон и точность измерений	Атмосферное давление, гПа	720 ... 1080 ± 0,2	600–1100 ± 0,3	600–1100 ± 0,3	600–1100 ± 1,0
	Температура воздуха, °С	–43 ... +48 ± 0,1	–40 ... +55 ± 0,2	–52...+60 ± 0,2	–40...+65 ± 0,5
	Относительная влажность ² , %	0 ... 100 ± 2	0 ... 100 ± 4	0 ... 100 ± 4	0 ... 100 ± 5
	Скорость ветра ³ , м/с	0 ... 80 м/с ± 2%	0...70 ± 3%	0...60 ± 2%	0...40 ± 5%
	Направление ветра, °азимут	0...360 ± 2	0...360 ± 5	0...360 ± 2	0...360 ± 10
	Часовая сумма осадков	0 ... 200 ±0,2	0...200 ±0,4	0...200 ±0,2	0...200 ±0,5
	Потоки радиации, Вт/м ²	±5	±10	±5	
Временная дискретность, память, Мб		0,5...180 мин, 2–4 Мб	0,5...180 мин, 2–4 Мб	0,5...180 мин, 2–4 Мб	1...180 мин 0,2–0,4 Мб

Разумеется, оборудование можно классифицировать исходя из данных, которые они предоставляют. Средства анализа подводной обстановки представляют собой комплексы, размещающиеся под водой для предоставления информации о гидрологических характеристиках места размещения и осуществляющие контроль за происходящими процессами на поверхности воды.

Средства анализа надводной обстановки позволяют получать информацию о метеорологических характеристиках и состоянии среды. Они позволяют прогнозировать изменение метеоусловий, которые могут влиять на безопасность для навигационной обстановки.

Дистанционные средства предоставления данных помогают получать информацию о движении воздушных масс, протекании в них процессов, которые могут

формировать метеорологические условия, при которых безопасность навигации не гарантирована.

Используя вышеперечисленные средства контроля за состоянием обеих сред и своевременно получая данные об их состоянии, изменениях и процессах, протекающих в них, диспетчера морских портов и другие лица, которые принимают оперативные решения по движению судов в морских портах могут обеспечить безопасную навигацию.

2.2. Технические средства анализа подводной обстановки для навигации.

Для анализа подводной обстановки используется широкий спектр различных приборов разного назначения, позволяющий получить актуальную информацию для нужд диспетчеров и экипажей судна.

Одним из видов таких приборов являются акустические доплеровские профилографы течений прямого считывания (в дальнейшем – ADCP). Данный тип приборов обеспечивает круглосуточный мониторинг течений в реальном времени, а также записывает результаты в значительном диапазоне глубин. Такой тип приборов является общепризнанным стандартом для проведения измерений в области геологии, океанографии и различных инженерных задачах.

Основными возможностями ADCP являются:

- Анализ профиля вертикальных течений
- Определение спектра поверхностного волнения
- Определение положения и глубины подводных и надводных объектов (таких, как суда, подводные аппараты, дроны и т.д.)
- Измерение скорости движения как подводных, так и надводных объектов.

Данный тип приборов может устанавливаться как вертикально на дне, так и горизонтально на волнорезах и мостовых опорах для измерения текущего профиля от берега до берега и до дна судов.

ADCP работают используя принцип звуковых волн, называемым «Эффектом Доплера». Суть данного явления заключается в том, что звуковая волна имеет более высокую частоту при приближении к приемнику, а после уменьшается при удалении от приемника (Рис.2.1).

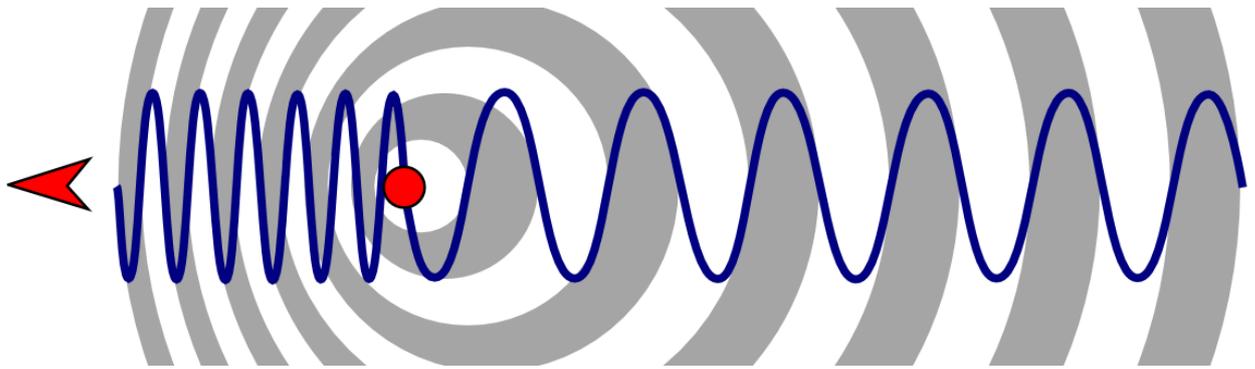


Рисунок 2.1 - Визуализация «Эффекта Доплера»

Проще всего данный эффект объяснить на примере движущейся машины с включенной сиреной. Допустим, сирена издает определенный тон, не изменяющийся с течением времени. В процессе приближения к вам, звуковая волна имеет более высокий тон, чем она издает, а когда она будет проезжать мимо вас, вы услышите истинное звучание сирены.

ADCP работает, передавая «пинги» (от англ. «ping» - короткий акустический импульсный сигнал) звука с постоянной частотой в воду. По мере распространения звуковых сигналов в воде, они рикошетят от взвешенных в воде частиц и возвращаются обратно к прибору, вновь отражаясь от него. Из-за эффекта Доплера звуковые волны, отрикошетившие от взвешенных частиц профиля волн имеют немного пониженную частоту. А частицы, движущиеся к прибору, отражают более высокие волны, чем изначальные. Разница в частоте волн, посылаемых ADCP, и получаемых ими волн называется «Доплеровским сдвигом». Инструмент использует этот сдвиг, чтобы вычислить, как быстро частица и вода вокруг нее движутся.

Звуковые волны, ударяющие по частицам далеко от прибора, требуют больше времени для того, чтобы вернуться чем волны, которые ударяют близко. Измеряя время, необходимое для отскока волн и доплеровского сдвига, ADCP может измерять текущую скорость на разных глубинах с каждой последовательностью пингов. Таким образом, мы можем получать измерения в нескольких профилирующих диапазонах в реальном времени, что позволяет получать наиболее точные данные для обеспечения безопасности судоходства.

В качестве примера такого прибора мы рассмотрим AANDERAARDCP-600 (RecordingDopplerCurrentProfiler)(рис.2.2)



Рисунок2.2 Внешний вид измерительного комплекса AANDERAA RDСP-600

Прибор RDСP-600 является профилометром течений, использующим доплеровский эффект, и по рабочей частоте относится к оборудованию среднего диапазона, работающим на частоте 600 кГц. Он может использоваться как в автономном режиме работы, так и для вывода результатов в реальном времени, что прекрасно подходит для нужд контроля за навигационной обстановкой.

Одна из наиболее полезных отличительных особенностей данного прибора - это возможность подключения дополнительных датчиков для контроля уровня моря и параметров волнения, что весьма актуально для нужд навигации в морском порту и прибрежных районах судоходства. В связи с этим в данном приборе предусмотрена возможность использовать дополнительное оборудование непосредственно для решения основной задачи – контроль уровня воды и мониторинг течения. Так как измерения вычисляются по доплеровскому принципу, то значения скорости распространения звуковых волн в воде могут зависеть

от многих факторов, таких как: температура, электропроводность, гидростатическое давление. При использовании фиксированного значения скорости распространения звука в воде (в чистой – около 1500м/сек) мы не получим высокую точность. Но использование дополнительных датчиков позволяет скомпенсировать влияние внешних условий среды на результат измерений.

Теперь же стоит перейти от описания прибора конкретно к его работе и получаемым данным. RDCP-600 имеет возможность настройки таким образом, чтобы получать данные по нескольким профилям отличной конфигурации одновременно. Такая настройка прибора позволяет получать наиболее точные данные. Для непрерывного мониторинга профиль привязывается к уровню прибора, и расстояние между прибором и профилем является постоянным. Это позволяет получать данные о течениях у дна. Но в нашей ситуации, для нужд контроля за навигационной обстановкой стоит использовать профилирование с отчетом от поверхности. В данном случае данные будут поступать с постоянным расстоянием от поверхности воды до начала профиля (рис. 2.3)

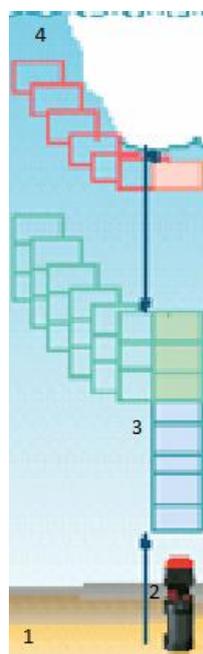


Рисунок 2.3 Иллюстрация работы прибора, профилирующего с отчетом от поверхности.

На рис.2.3 мы можем наблюдать принцип регистрации изменения уровня воды и волнения. Такой режим работы прибора позволяет получать не только данные об уровне воды, но и измерять поверхностные течения и их скорость. За все это отвечает высокоточный датчик давления, удовлетворяющий самым передовым требованиям к точности.

Так как RDCP-600 может быть подвержен наклону при сильных течениях, в нем реализован алгоритм компенсации наклона по вертикальной оси, что позволяет регистрировать достоверные данные о течениях и волнении даже если прибор наклонен.

Так как направление курса, продольные и поперечные отклонения от вертикали уже учитываются при построении трехмерной матрицы вращения, с помощью которой и рассчитывается точное расстояние до ячейки профиля по каждому из лучей, то при наклоне прибора, происходит компенсация наклона. И таким образом, луч прибора, который направлен ближе к вертикали смещается ближе к прибору, а луч с большим отклонением сдвигается от прибора (рис. 2.4).

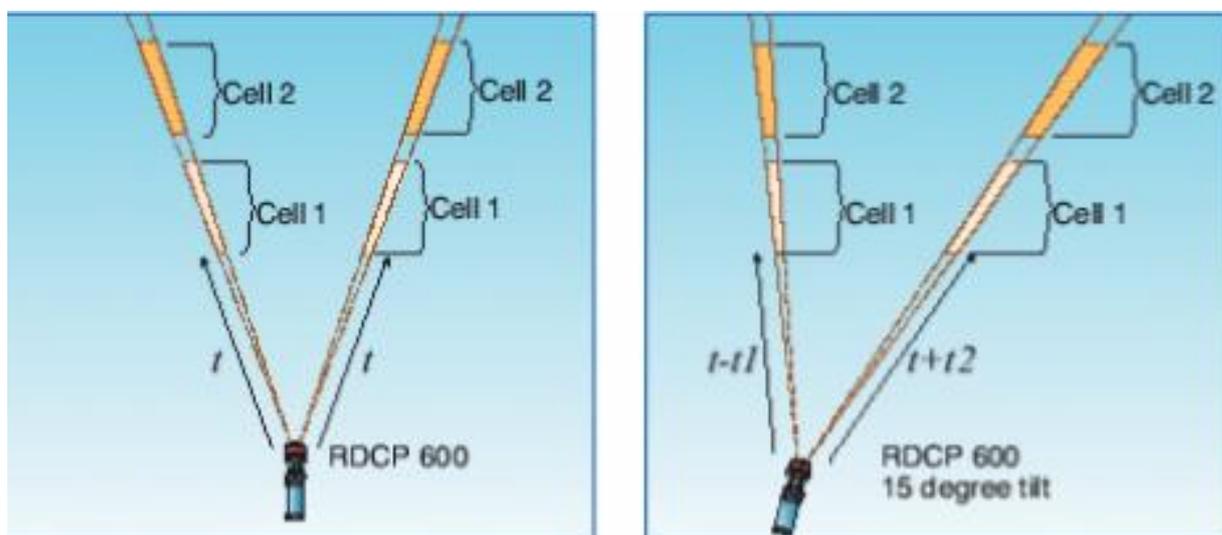


Рисунок 2.4 Наглядное изображение компенсации наклона прибора.

Преимуществом такого принципа компенсации является предотвращение увеличения влияния боковых лепестков диаграммы направленности, вызываемого,

при наклоне прибора, запретной зоной вблизи поверхности. Данный алгоритм срабатывает при каждом импульсе и при наклоне не более 20 градусов.

Еще одной особенностью данного прибора является возможность получения данных о волнении, как говорилось выше. Но, на данной возможности прибора ADCP-600 все же стоит остановиться подробнее. Принцип получения данных о волнении на поверхности моря основывается на изменении давления на глубине при движении волны на поверхности. Расчет параметров волн производится на основе измерений высокоточным датчиком давления с выборкой с частотой 2Гц.

Из регистрируемых параметров волнения мы можем выделить те, что важны для мониторинга навигационной обстановки:

1. Максимальная высота волн.
2. Крутизна волн.
3. Спектр волнения.

Возможность регистрации данных параметров волнения дает нам компактную и удобную систему мониторинга состояния моря. Наряду с этим, входящее в комплект данного прибора программное обеспечение RDCPStudio позволяет получать данные о волнении в реальном времени, возможность быстрого их экспорта для дальнейшей обработки и публикации.

Помимо RDCP 600 для доплеровских измерений мы можем использовать модуль Zpulse, который тоже является доплеровским датчиком течений, но с одним отличием от датчика выше. Область измерения находится в горизонтальной плоскости для получения данных о скорости и направления течений.

После непосредственного обзора прибора следует упомянуть о непосредственно методах его установки. Каждый вариант установки используется для разных целей. Всего для RDCP 600 и Zpulse имеется 4 варианта установки:

1. На тросе вдоль линии наблюдения
2. В стационарной раме с балластом на дне

3. На буре для сбора данных
4. На стационарных конструкциях (сваи, причалы, опоры морских платформ...)

Следует рассмотреть поподробнее каждый аспект установки данного оборудования. Рассматриваться варианты будут в последовательности, указанной выше.

Установка на тресе вдоль линии наблюдения (рис. 2.5) позволяет получать информацию о характеристиках течений как ниже прибора, так и выше. Данный вариант установки допускает модернизацию для удаленного ручного управления нахождением прибора в толще воды. Данный способ установки подразумевает крепление прибора в специальной раме, в которой также установлен электронный компас и датчик наклона, который позволяет записывать данные об ориентации прибора.

Размещение в стационарной раме с балластом (рис. 2.6) используется в случаях, когда для получения данных прибор должен быть установлен стационарно, как например в случаях работы в комплексных системах управления движением. В данном случае прибор может передавать данные в реальном времени и получать питание по сигнальному кабелю с берега. При этом ориентация прибора направлена вверх, что позволяет воспользоваться методом профилирования «от поверхности».

Размещение на якорном буре (рис. 2.7) подразумевает схожий принцип установки прибора, как в случае с установкой на тресе. Но, для получения непрерывных данных возможно использование радиобуя, который позволяет передавать данные измерений по радиоканалу на берег.

Исходя из представленной выше информации об акустических доплеровских профилографов течений, а конкретно аппаратуре AANDERAA RDCP 600, мы можем считать, что использование данного прибора совместно с дополнительными датчиками (возможность одновременной установки и получе-

ния информации из 4 датчиков) более чем удовлетворяют информационные потребности о подводной обстановке для обеспечения безопасности навигации.

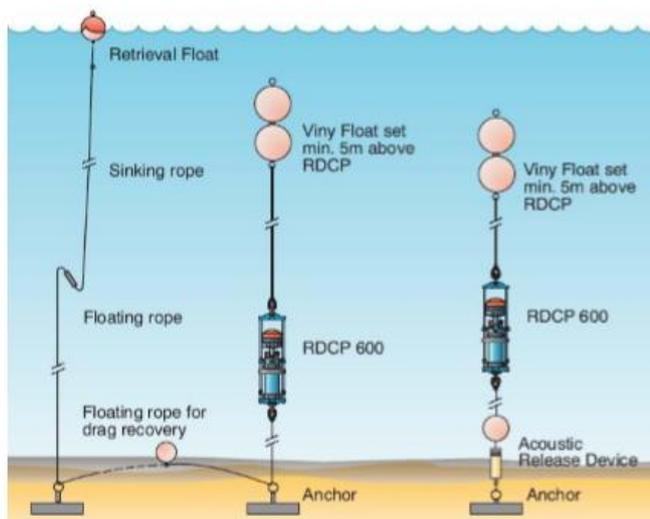


Рисунок 2.5 Размещение прибора на тросе.

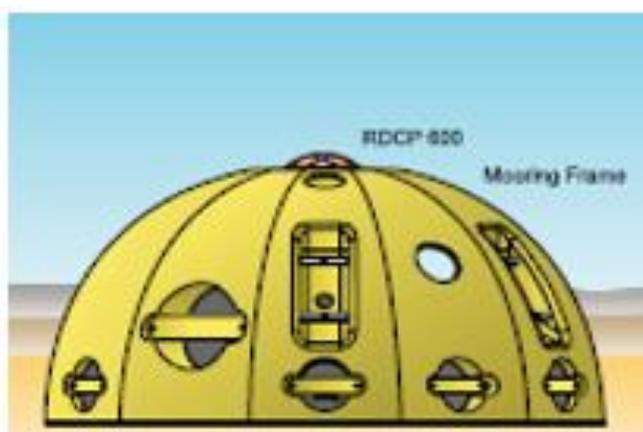


Рисунок 2.6 Размещение прибора в стационарной раме с балластом.

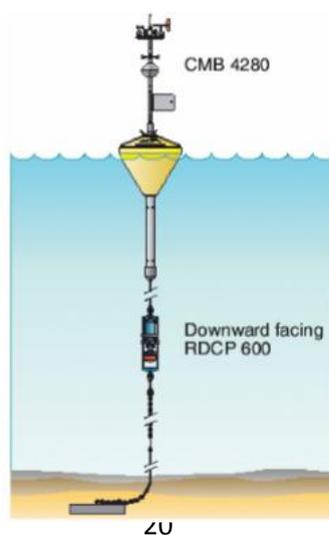


Рисунок 2.7 Размещение RDCP 600 на якорном буре с использованием радиомодуля.

Но, для получения полной картины одних данных об подводной обстановке недостаточно. Для этого используются другое оборудование, которое и будет описано далее.

2.3. Технические средства анализа надводной обстановки для навигации.

Исходя из тесной взаимосвязи между процессами в гидросфере и атмосфере, можно сделать вывод о важности одновременного наблюдения за этими средами. Ведь при одном лишь неравномерном нагреве поверхности океана возникает горизонтальный градиент температуры, который приводит к неравномерному распределению давления и появления движения в атмосфере. В свою очередь движение в атмосфере приводит к появлению дрейфовых течений и волн на поверхности воды.

Но, описанное выше – является лишь простым примером. В действительности, количество метеорологических факторов, влияющих на состояние гидросферы куда больше. И в связи с этим, появляется необходимость в постоянных наблюдениях за метеорологической обстановкой.

В связи с вышесказанным, можно подумать, что метеорологические наблюдения нужны лишь для уточнения данных о гидросфере. Но, разумеется, это не так. Для судоходства метеоусловия имеют огромное значение, ведь каждый предмет имеет возможность принимать на себя кинетическую энергию воздушного потока. Данный параметр называется «парусностью», и у каждого предмета он различен, так как зависит от диаметральной плоскости. Этот фактор при сильном ветре может существенно повлиять на безопасность движения судна.

Таким образом, совокупность данных факторов имеет большое значение для безопасности навигации. Но, появляется и необходимость учитывать погодные условия. При этом важным фактором прогноза должна быть его точность. Непосредственно данными задачами занимаются синоптики. И в штате сотрудников морского порта они обязательно имеются.

Существуют несколько методов, которые позволяют получать метеорологические прогнозы. Они эффективны, но ни один из них не может предоставить абсолютную точность данных.

Но мы живем в то время, когда современные технологии уже весьма плотно укоренились в нашей жизни и их использование во всех аспектах человеческого существования оправдана. Использование автономных метеостанций позволяет нам получать полный спектр метеорологической информации, не прибегая к задействованию большого штата сотрудников гидрометеорологической службы.

Об одной из таких станций, использование которой подходит для решения задач обеспечения безопасности навигации речь пойдет ниже.

AANDERAAWS 2700 представляет собой автономную, устойчивую к внешним воздействиям специально сконструированную для использования без участия человека автоматическую гидрометеорологическую станцию (рис. 2.8).



Рисунок 2.8 Внешний вид станции AANDERAAWS 2700

Данная станция отличается низким энергопотреблением, высокой надежностью и возможностью непрерывной записи наблюдений во внутреннюю память устройства или же непрерывную передачу данных в реальном времени. Эта возможность отличает данную станцию от других аналогов и позволяет использовать ее для решения задач обеспечения безопасности навигационной обстановки.

Преимуществами данной станции являются:

- Модульная конструкция

Модульность конструкции позволяет конфигурировать станцию под различный спектр решаемых задач. При обновлении оборудования эта воз-

возможность позволяет не списывать станцию, а переконфигурировать ее под работу с иными задачами.

- **Высокая точность измерения в широких диапазонах**
Один из ключевых параметров станции. Для информации о навигационной обстановке и обеспечения ее безопасности требуется чрезвычайно высокая точность измерения характеристик окружающей среды.
- **Защищенность конструкции от влаги и попадания молнии.**
В связи с расположением станции вблизи водной поверхности существует вероятность попадания жидкости в виде брызг или осадков. Защищенность конструкции позволяет не учитывать данный фактор. В свою очередь, наличие мачты увеличивает вероятность попадания молнии в оборудование, но и это можно не учитывать в связи с защитой оборудования от данного природного явления.
- **Простая конструкция**
Для установки и обслуживания данного оборудования достаточно двух специалистов.

Станция AWS 2700 имеет модульную конструкцию из прочного алюминиевого сплава. Отличительной чертой данного оборудования является быстрота и простота установки дополнительных блоков датчиков и большое их количество.

Для нужд обеспечения безопасности морской навигации будет использоваться стандартная конфигурация метеодатчиков. Все датчики отличаются быстрой установкой и высокой точностью. А большое их количество позволяет конфигурировать систему для своих нужд. Ниже будут подробно описаны используемые в системе датчики и приведены их технические характеристики.

Для измерения скорости ветра используется датчик WSS 2740 (WindSpeedSensor 2740)(рис. 2.9).



Рисунок 2.9 Внешний вид датчика скорости ветра WSS 2740

Состоит он из крыльчатки с тремя чашечками и алюминиевого корпуса. Ротор состоит из двух подшипников, изготовленных из нержавеющей стали и имеют защитную юбку со специальным магнитом на нижней оконечности. Вращение магнита воспринимается магнитно-индуктивным сенсором внутри корпуса. Контроллер считывает пульсации магнитно-индуктивного сенсора. Данный датчик имеет возможность измерять среднюю скорость ветра за интервал, установленный пользователем, а также скорость ветра в порывах. Порывом ветра считается максимальная скорость ветра за период в 2 секунды любого момента времени в рамках установленного интервала измерений. Диапазон измерений датчика – от 0 до 79 м/сек. Точность измерений - $\pm 2\%$ от отсчета датчика.

Для указания направления ветра используется WDS 3590 (WindDirection-Sensor 3590)(рис. 2.10).



Рисунок 2.10 Внешний вид указателя направления ветра WDS 3590

Данный датчик состоит из вращающейся легкой флюгарки сверху корпуса. Внутри корпуса также расположен магнитный компас, который сопряжен с флюгаркой. При смене направления ветра, внутренний магнитный компас считывает показания за период времени с момента предыдущего отсчета. Пороговое значение реагирования на ветер у данного датчика составляет менее чем 0.3 см/сек. Точность определения: $\pm 5^\circ$.

Два датчика, указанных выше (WSS 2740 и WDS 3590) отвечают в системе за контроль скорости ветра и его направления, что чрезвычайно важно из-за наличия у судов парусности. В связи с этим, скорость и направление ветра нужно контролировать постоянно.

Для контроля температуры воздуха и относительной влажности используются датчики ATS 3455 (AirTemperatureSensor 3455) и RHS 3445 (Relative-HumiditySensor 3445) соответственно(внешний вид одинаков) (рис. 2.11).



Рисунок 2.11 Внешний вид датчиков температуры воздуха и относительной влажности ATS 3455 и RHS 3445

Датчик контроля температуры воздуха ATS 3455 позволяет проводить измерение температуры с помощью чувствительного элемента, впрессованного в маленький цилиндр с ребрами охлаждения. Все провода и линейка резисторов находятся внутри полиуретановой пены в центре датчика. Данное расположение элементов обеспечивает герметичность датчика. Также для повышения точности измерения температуры сам датчик имеет радиационный экран, который препятствует нагреву от прямой солнечной радиации. Принцип работы датчика заключается в использовании омического полумоста с 2000-омным платиновым пленочным резистором в качестве чувствительного элемента. Диапазон измерения температуры от -43°C до $+48^{\circ}\text{C}$ с разрешением 0.1°C . Точность измерения: $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$.

Датчик относительной влажности RHS 3445 измеряет процент относительной влажности. Принцип работы данного датчика заключается в измерении с помощью интегральной схемы ИН-3602 состояния емкостного полимера, который в свою очередь реагирует на изменение влажности воздуха. Данный датчик снабжен радиационным экраном, а также дополнительным фильтром с

мелкими порами для предотвращения загрязнения чувствительного элемента. Диапазон измерений: от 0 до 100%. Точность: $\pm 3\%$

Так как одним из ключевых факторов обеспечения безопасности является видимость, то в системе также будет использоваться датчик видимости MIRA VS 3544 (MIRAVisibilitySensor 3544)(рис. 2.12).



Рисунок 2.12 Внешний вид датчика видимости MIRA VS 3544

Данный датчик компактен, устойчив к внешним воздействиям и отличается энергоэффективностью. Модуль обнаруживает ухудшение видимости при различных метеорологических явлениях, таких как снег, туман, дымка или же в запыленной или задымленной атмосфере. Принцип работы основан на рассеивании инфракрасного света в прямом направлении. ИК-диод, установленный в датчике передает пучок ИК-излучения каждую минуту. При появлении тумана/дымки, излучение отражается от частиц и улавливается фотомодулем датчика. Диапазон измерения: от 20 до 3000 метров. Точность: 10% от отсчета дальности видимости.

Данная АГМС комплектуется контроллером, который является основным центром измерительной системы и отвечает за сканирование и считывание показаний с датчиков. Входные сигналы от датчиков направляются либо через 18-ти жильный кабель мачты, либо по отдельным соединительным кабелям. Контроллеры усваивают данные как от датчиков со стандартными протоколами AADI, протоколами RS232/422, CANbus, так и от датчиков с аналоговыми выходами. Интервалы измерений в диапазоне от 2 сек до 180 минут выбираются

при программировании станции. При запуске от встроенного таймера, блок последовательно сканирует до 18 (50) заранее заданных входных каналов и передает общий поток данных в виде XML сообщения в линию связи, а также сохраняет данные на карте памяти. Временной объем сохраняемых данных зависит от заданного числа измерительных каналов, используемого интервала измерений и объема применяемой SD-карты памяти. Настройки контроллера и текущие результаты измерений отображаются на Ж/К дисплее контроллера, который может также использоваться для выполнения ряда операций с контроллером без подключения ПК. Вывод данных осуществляется через LAN, USB или COM-порт (XML-код).

Также у нас есть возможность получения метеорологических данных не только со станции на суше, но и на водной поверхности. Для данной задачи мы можем использовать СМВ4280 (рис. 2.13). Устройство представляет собой информационный буй, оснащенный:

- солнечными панелями
- аккумуляторными батареями
- кольцом для крепления метеорологических датчиков (возможность установки до 6 штук одновременно)
- модулем управления с возможностью подключения накопителей для логгирования данных
- средствами приема-передачи информации
- кабель для подключения дополнительной гидрологической аппаратуры

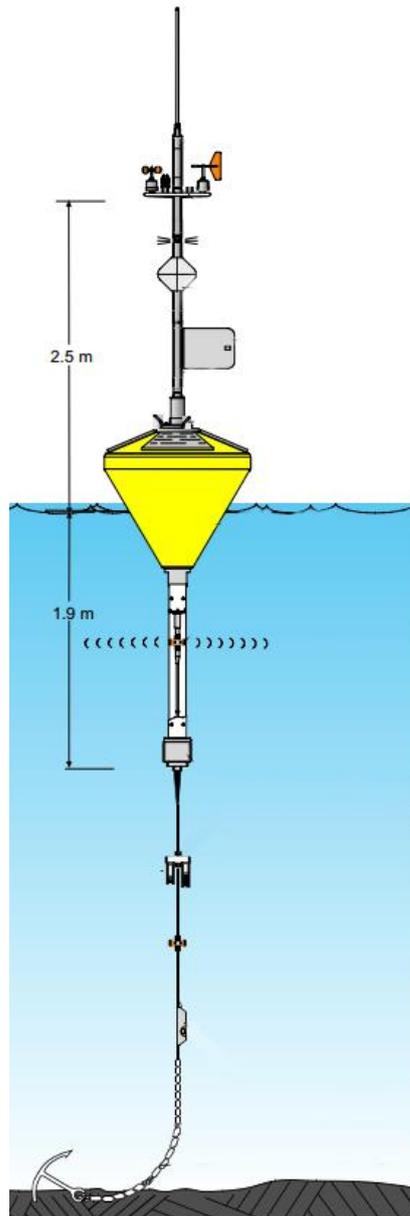


Рисунок 2.13

Суммируя данные, описанные в этой главе, при использовании погодной станции AWS-2700 и информационного буйа СМВ4280 мы можем получать информацию о погодных условиях в реальном времени в месте базирования станции дистанционно. Данная возможность позволяет использовать эту станцию в достаточном месте от порта, а буй на морской поверхности у мест активного судоходства.

2.4 Особенности использования дистанционных методов получения данных.

Для получения погодных данных на расстояниях около 200 км можно использовать радиолокационные станции наземного базирования. Данные станции выдают информацию об интенсивности эхо-сигнала (отражательной способности), измеряемой в децибелах. Отражательная способность - это количество передаваемой мощности, возвращаемой радиолокационному приемнику после достижения осадков, по сравнению с опорной плотностью мощности на расстоянии 1 метра от радиолокационной антенны.

Максимальная дальность отражения составляет 230 км от местоположения радиолокатора. Для получения информации на большей дальности следует использовать соседние радары. Кроме того, радарное изображение не может отображать эхо-сигналы от осадков за пределами луча и при слишком высоких осадках над радаром.

Такие погодные радары работают по доплеровскому принципу, описанному мной в подразделе 2.2. В данном случае короткий импульс, излучаемый радаром, ударяет по объекту (капля, снежинка), волны рассеиваются во всех направлениях, и небольшая часть рассеянной энергии направляется обратно к радару. Затем сигнал принимается радаром в течение периода «прослушивания». Компьютер анализирует силу возвращаемых радиоволн, время которое было затрачено на движение к объекту и обратно и частотный сдвиг импульса. Именно способность обнаруживать «сдвиг частоты» делает погодный радар доплеровским. Частота возвращаемого сигнала обычно изменяется в зависимости от движения капель дождя (пыли и т.д.).

Тот же эффект происходит в атмосфере, когда импульс энергии из радара ударяет по объекту и отражается назад к радару. Компьютеры радиолокатора измеряют изменение частоты отраженного импульса энергии и затем преобразуют это изменение в скорость объекта. Такая информация о перемещении объектов может использоваться для оценки скорости ветра. Эта способность «ви-

деть» ветер - это то, что позволяет обнаруживать образование штормовых фронтов, что, в свою очередь, позволяет заранее предупреждать о надвигающейся угрозе.

Как правило, радиолокаторы могут обнаруживать большинство осадков примерно в 150 км от радара, а интенсивные осадки – до 200 км. Но, легкий снег и мелкие осадки не всегда удастся обнаружить даже на небольших расстояниях.

Как правило, информация обновляется каждые 6 минут для работы в режиме осадков или каждые 10 минут для работы в режиме чистого воздуха. Данный режим позволяет обнаруживать более мелкие объекты в атмосфере по сравнению с режимом осадков. Как правило видимыми в этом режиме будут аэрозольные взвеси и твердые частицы. В режиме осадков же не требуется повышенная четкость как в режиме чистого воздуха.

Отражательная способность погодных радаров измеряется в dBZ(децибеллы по отношению к отражательному фактору). Таким образом, отражательная способность охватывает широкий диапазон сигналов от очень слабых, до сильных. Для расчетов и сравнения используется децибельная шкала (рис. 2.13)

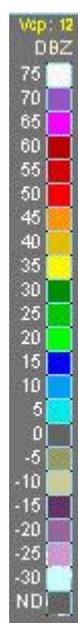


Рисунок 2.13 Внешний вид децибельной шкалы

Значения dBZ возрастают по мере увеличения силы сигнала, возвращаемого на радар. Каждое изображение отражательной способности, которое вы видите, включает одну из двух цветовых шкал. Одна шкала представляет значения dBZ, когда радар находится в режиме чистого воздуха (значения dBZ от -28 до +28). Другая шкала представляет значения dBZ, когда радар находится в режиме осадчения (значения dBZ от 5 до 75). Шкала значений dBZ также связана с интенсивностью осадков. Как правило, мелкий дождь возникает, когда значение dBZ достигает 20. Чем выше dBZ, тем сильнее дождь. В зависимости от типа погоды и района прогнозисты используют набор дождей, которые связаны с значениями dBZ (табл. 2.2).

Таблица 2.2 Данные значений dBZ для разных осадков

DBZ	R (мм / ч)	Скорость (в / ч)	интенсивность
5	0,07	<0,01	Едва заметная
10	0,15	<0,01	Легкий туман
15	0,3	0,01	дымка
20	0,6	0,02	Очень легкий
25	1,3	0,05	Легкий
30	2,7	0,10	От легкого до умеренного
35	5,6	0,22	Умеренный дождь
40	11,53	0,45	Умеренный дождь
45	23,7	0,92	От умеренной до тяжелой
50	48,6	1,90	тяжелый
55	100	4	Очень тяжелый / малый град
60	205	8	Экстрим / умеренный град
65	421	+16,6	Экстрим / крупный град

Также у погодных радаров есть возможность сканирования в нескольких углах наклона (0,5 °, 1,45 °, 2,40 ° и 3,35 °). Угол наклона 0,5 ° означает, что антенна радара наклоняется на 0,5 ° над горизонтом. Просмотр нескольких углов наклона может помогает обнаружить не только осадки, но и оценить структуру шторма, найти границы атмосферы и определить потенциал града. Такие данные называются «композитной отражающей способностью». Эти данные имеют

максимальную интенсивность эхо-сигнала, измеренную в dBZ, из всех четырех углов наклона радара, 0,5 °, 1,45 °, 2,40 ° и 3,35 °. Полученная информация с помощью погодных радаров позволяет выявить особенности структуры шторма и тенденции его интенсивности.

Базовая радиальная скорость позволяет получать данные о направлении движения осадков или штормовых фронтов либо в сторону от радара, либо по направлению к радару. Осадки, движущиеся к радару имеют отрицательную скорость (синий и зеленый цвета), а осадки, удаляющиеся от радара имеют положительную скорость (желтые и оранжевые цвета). Осадки, движущиеся перпендикулярно лучу радара (в круге вокруг радара), будут иметь радиальную скорость нуля и будут окрашены в серый цвет.

Также погодный радар позволяет обнаруживать мезоциклоны – вращающиеся грозы. При наблюдении небольшой области с сильными положительными скоростями (желтыми и оранжевыми), расположенных рядом с областью сильных отрицательных скоростей (зелеными и голубыми) – это явный признак мезоциклона. В 90% случаев мезоциклон будет вращаться против часовой стрелки.

Наш университет располагает метеорологическим радаром для непрерывного мониторинга метеорологической обстановки и позволяет получать данные с частотой обновления в 10 минут (режим чистого воздуха). Полученные данные можно найти на сайте нашего университета (рис. 2.14)

Для уточнения погодной информации можно использовать метеоспутники. Для задач обеспечения безопасности навигации имеет смысл использовать геостационарные спутники окружающей среды.

Такие спутники обеспечивают непрерывный мониторинг обстановки. Они вращаются вокруг земли на геостационарной орбите. Это означает, что они вращаются в экваториальной плоскости земли со скоростью, соответствующей вращению земли. Это позволяет им парить постоянно над одной позиции над поверхностью. Данные спутники позволяют анализировать и получать данные

о факторах возникновения суровых погодных условий, таких как штормы, бури, ураганы.

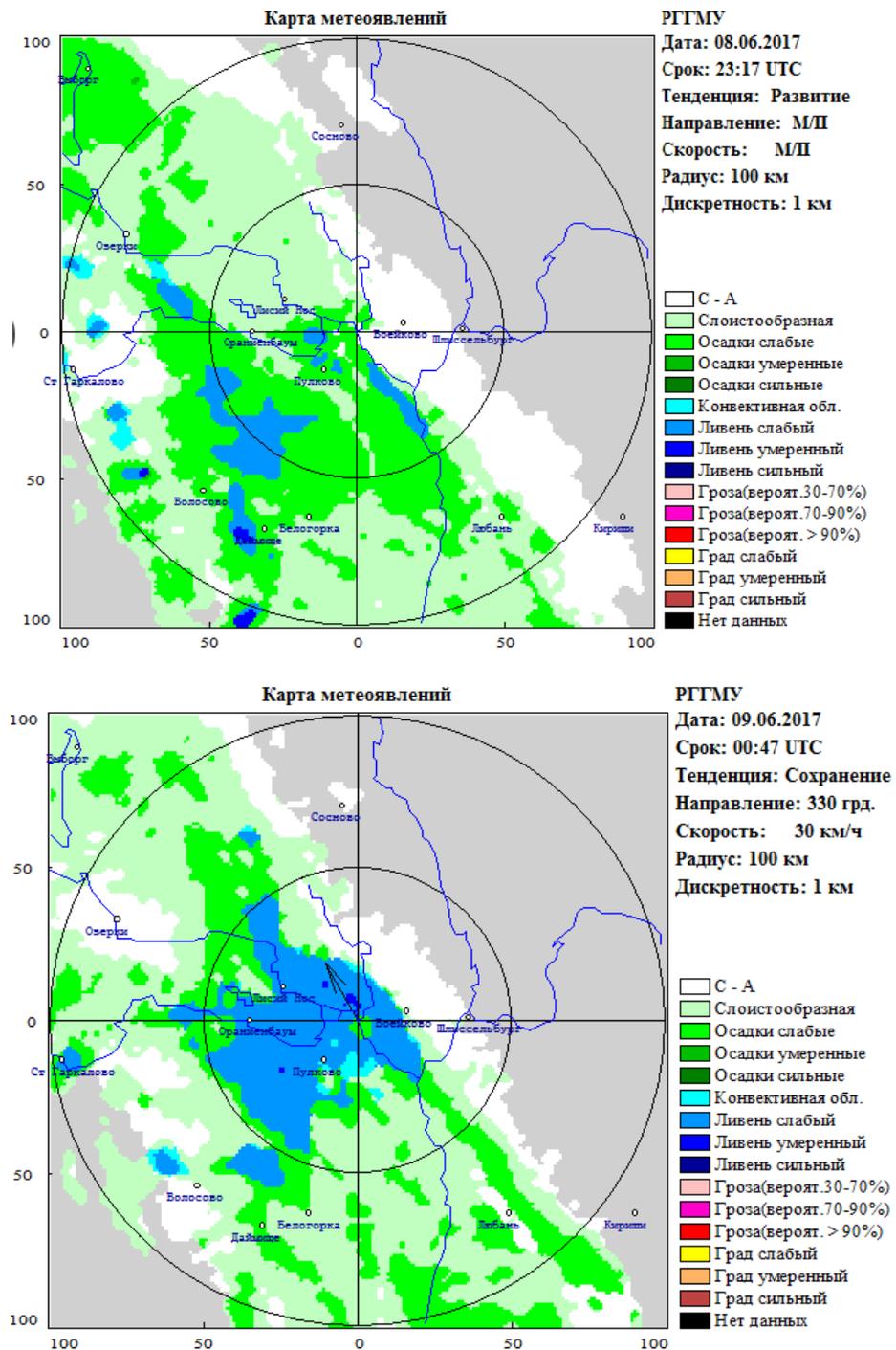


Рисунок 2.14 Пример отображения метеорологических данных с погодного радара РГГМУ

ВЫВОД

Рассмотренное в данной главе оборудование позволяет получать своевременную информацию о состоянии гидрометеорологической обстановки в районе установки. Использование совместно с гидрометеорологическими системами доплеровских погодных радаров и метеорологических спутников создает условия для создания прогнозов возможных метеорологических условий на 1-2 дня вперед.

Таким образом, совокупность указанных выше средств наблюдения за изменениями гидрометеорологической обстановки позволяет получать данные в реальном времени и своевременно реагировать на изменения, происходящие в среде и прогнозировать эти изменения состояния среды.

ГЛАВА 3 ВОЗМОЖНОСТИ И ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АППАРАТУРЫ «AANDERAA».

3.1. Рекомендации по использованию аппаратуры «AANDERAA».

Исходя из вышеперечисленных характеристик оборудования AANDERAA, были сформированы рекомендации по использованию данной аппаратуры.

Текущая обстановка использования станций гидрологических наблюдений как правило ограничивается использованием уровнемеров (рис. 3.1).

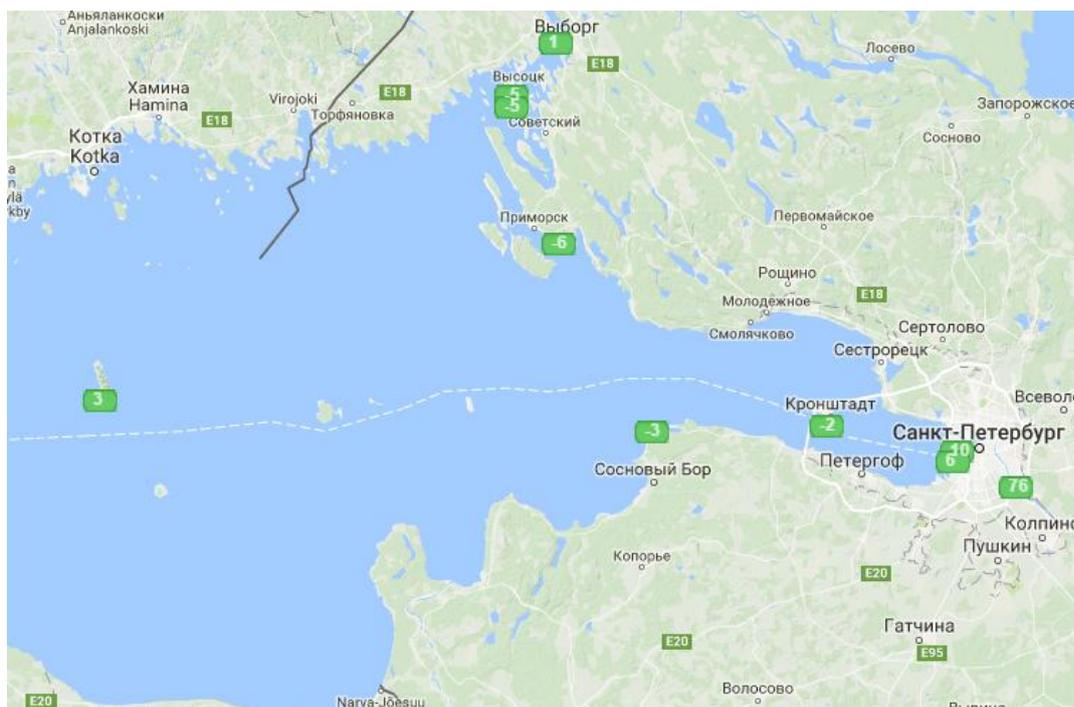


Рисунок 3.1 Расположение гидрологических станций в финском заливе

Основную информацию о метеорологических условиях среды морские порты получают от Росгидромета. Использование аппаратуры фирмы «AANDERAA» вместе с данными погодных радаров может позволить морским портам получать данные в режиме on-line и сможет обеспечить своевременной информацией диспетчеров морских портов и лиц, принимающих оперативные решения по движению морских судов.

В данный момент ситуация с информированием об изменениях гидрометеорологической обстановки обстоит таким образом (табл. 3.1).

Таблица 3.1 Сроки предоставления гидрометеорологической информации для портов.

№ п/п	Вид информационной продукции	Срок предоставления	Способ доведения, адреса почта информации
1.	Среднесрочные и краткосрочные прогнозы погоды		
1.1.	Метеопрогноз по порту Приморск на 72 часа (с указанием высоты волны)	3 раза в неделю за 9 часов до начала прогностического срока	электронная почта
1.2.	Метеопрогноз по открытой части Лужской губы на 72 часа (с указанием высоты волны)	3 раза в неделю за 9 часов до начала прогностического срока	электронная почта
1.3.	Метеопрогноз по юго-восточной части Балтийского моря с портом Калининград на 72 часа (с указанием высоты волны)	3 раза в неделю за 9 часов до начала прогностического срока	электронная почта
1.4.	Метеопрогноз по восточной части Финского залива на 120 часов	1 раз в сутки за 9 часов до начала прогностического срока	электронная почта
2.	Среднесрочные гидрологические прогнозы		
2.1.	Прогноз уровня по устью Невы на 12 часов (по УП Горный)	2 раза в сутки до 09-00 МСК и до 19-00 МСК текущих суток	электронная почта
2.2.	Прогноз уровня в Невской губе на 12 часов (по УП Кронштадт)	2 раза в сутки до 09-00 МСК и до 19-00 МСК текущих суток	электронная почта
2.3.	Прогноз уровня по акватории порта Приморск на 12 часов	2 раза в сутки до 09-00 МСК и до 19-00 МСК текущих суток	электронная почта
3.	Предупреждения о неблагоприятных метеорологических явлениях: – Усиление скорости ветра у земли 12м/с и более;		

6.	Предупреждения о неблагоприятных метеорологических явлениях:		
-----------	---	--	--

Продолжение таблицы 3.1

3.1	По Восточной части Финского залива	по мере возникновения незамедлительно	электронная почта
3.2	По акватории Невской губы	по мере возникновения незамедлительно	электронная почта
3.3	По акватории порта Приморск	по мере возникновения незамедлительно	электронная почта
3.4	По акватории порта Выборг	по мере возникновения незамедлительно	электронная почта
3.5	По акватории открытой части Лужской губы	по мере возникновения незамедлительно	электронная почта
3.6	По акватории юго-восточной части Балтийского моря с портом Калининград	по мере возникновения незамедлительно	электронная почта
4.	Предупреждения о неблагоприятных метеорологических явлениях: – Усиление скорости ветра на высоте 25 м 12м/с и более;		
4.1	По порту Санкт-Петербург	по мере возникновения незамедлительно	электронная почта
5.	Предупреждения о неблагоприятных метеорологических явлениях: – Туман при видимости менее 1000 м		
5.1	По Восточной части Финского залива	по мере возникновения незамедлительно	электронная почта
5.2	По акватории Невской губы	по мере возникновения незамедлительно	электронная почта
5.3	По акватории порта Приморск	по мере возникновения незамедлительно	электронная почта
5.4	По акватории порта Выборг	по мере возникновения незамедлительно	электронная почта
5.5	По акватории открытой части Лужской губы	по мере возникновения незамедлительно	электронная почта

	– Понижение уровня воды от «нуля» БС на –70 см и ниже		
6.1.	По Невской губе	по мере возникновения незамедлительно	электронная почта
6.2.	По акватории порта Санкт-Петербург	по мере возникновения незамедлительно	электронная почта
6.3.	По акватории порта Приморск	по мере возникновения незамедлительно	электронная почта
6.4.	По акватории порта Выборг	по мере возникновения незамедлительно	электронная почта

Продолжение таблицы 3.1

Исходя из данных таблицы, можно увидеть, что основной способ предоставления информации об условиях среды предоставляется по электронной почте. В связи с этим, любая ошибка даже на один символ в адресе абонента, которому отправляется данная информация может повлечь за собой создание опасной ситуации.

В связи с данным фактом, рекомендуется использование аппаратуры «AANDERAA», установленной как на суше, так и непосредственно в акватории Финского залива, для получения в реальном времени информации об изменениях в гидрологической и метеорологической обстановке непосредственно штатным гидрологам и метеорологам морских портов. Также, получая данные с погодных радаров, сотрудники морского порта смогут составлять прогноз непосредственно на рабочем месте, не обращаясь в сторонние службы.

3.2. Предложения по использованию аппаратуры «AANDERAA».

Таким образом, проделав работу по подбору оборудования, можно предоставить комплекс рекомендаций, связанный с совершенствованием качества информационного обеспечения лиц, принимающих решения по движению судов в морских портах Финского залива.

Проанализировав карту интенсивности судоходства (рис. 3.2) (интенсивность растет от светлых цветов линий к более темным, на данном изображении наиболее интенсивные маршруты судоходства имеют красный цвет) и сопоставив ее с картой расположения гидрологических станций финского залива (рис. 3.1), была произведена оценка возможностей установки измерительного оборудования «AANDERAA» непосредственно в областях интенсивного судоходства.

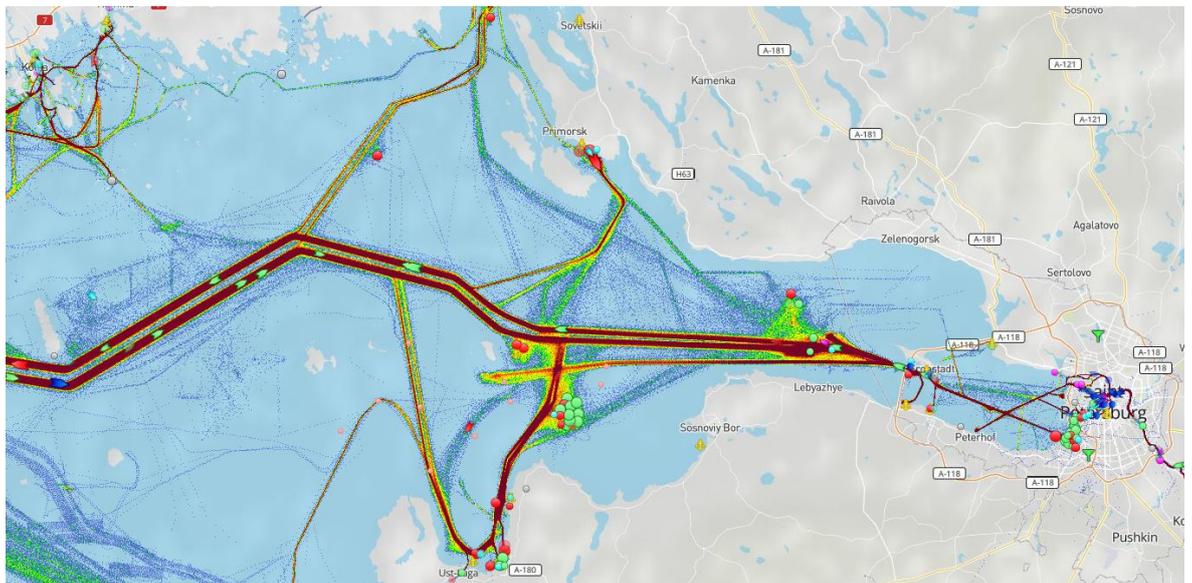


Рисунок 3.2 Оценка интенсивности судоходства в районе финского залива

Так как все гидрологические станции, расположенные в Финском заливе (см. рис. 3.1) предоставляют информацию об уровне воды, они не могут отразить полный диапазон данных о процессах, происходящих в прибрежной зоне. Установка нового оборудования позволит получать информацию о текущих гидрологических и метеорологических условиях.

Для работы в прибрежной зоне порта и получения гидрометеорологической информации рекомендуется использовать станцию AWS 2700 с комплектом дополнительных датчиков (рис.3.3). Данная АГМС удовлетворяет требованиям, поставленным для данной задачи.

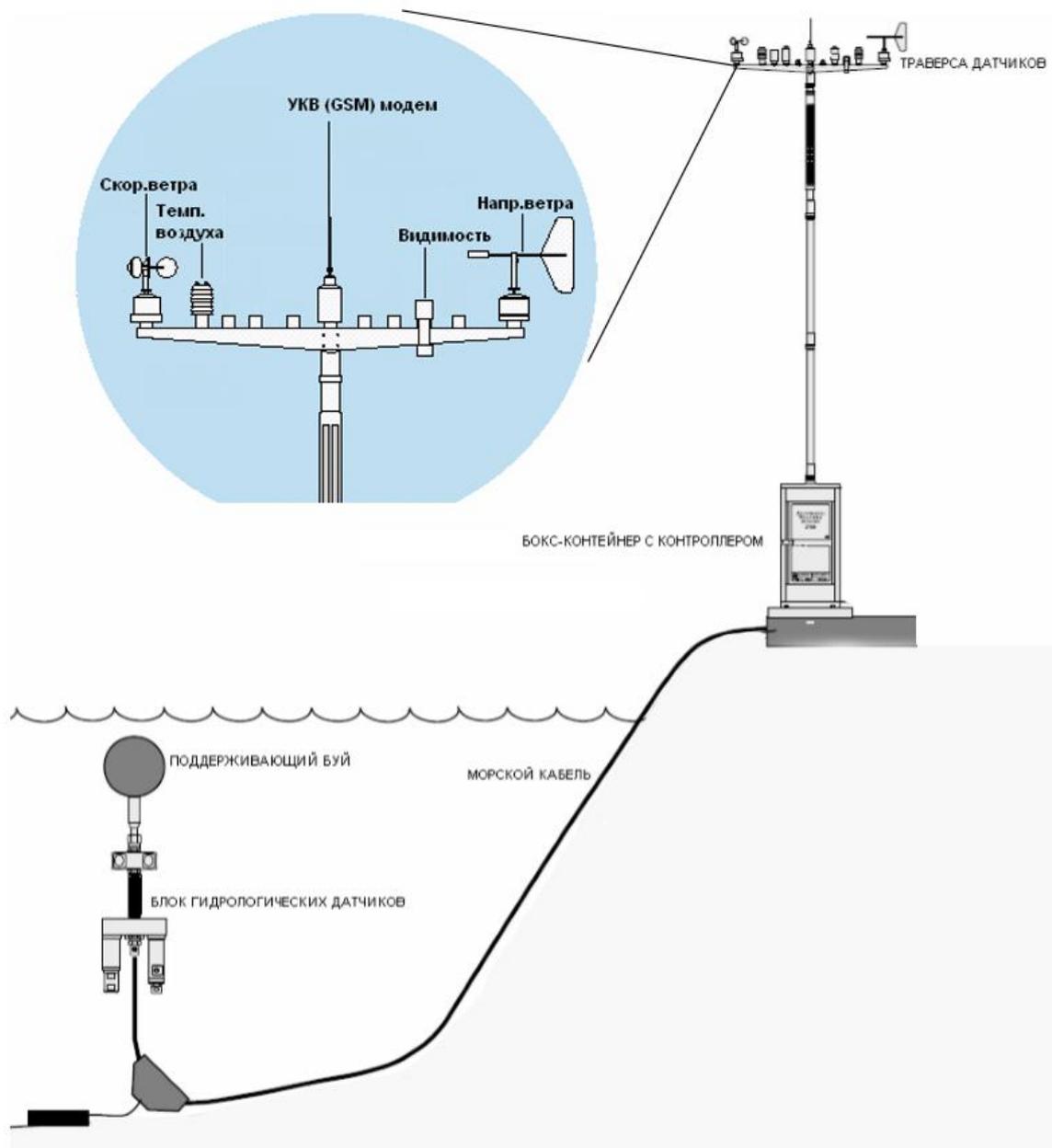


Рисунок 3.3 Прибрежная АГМС на основе AWS 2700 и дополнительных датчиков.

В качестве датчиков используются устройства, описанные в 3 части 2 главы (2.3):

- Датчик скорости ветра WSS 2740

- Температуры и влажности воздуха ATS 3455 и RHS 3445
- Датчик видимости MIRAVS 3544
- Датчик направления ветра WDS 3590

В блоке гидрологических датчиков используется RDCP 600 с устройством Zpulse, предоставляющим информацию о горизонтальных течениях. Данная АГМС может быть укомплектована GSM или УКВ – модемом. Использование блоков передачи данных опционально, и зависит как правило от местоположения оборудования, на которые передаются данные. Использовать проводной метод подключения имеет смысл если АГМС и пункт приема и обработки данных разделяют не более 50 метров. При требовании проводной передачи информации на расстояния свыше 50 метров приходится использовать отдельный тип устройств, как усилители сигнала. Но данное оборудование не относится к теме дипломной работы, и в связи с этим заострять внимание на нем не стоит. На расстояниях до 20 км рационально использовать УКВ – модем на станции и УКВ-приемник на пункте приема и обработки данных.

Таким образом, используя АГМС с датчиками, описанными выше и дополнительным доплеровским профилометром течений мы можем получать данные об изменении гидрометеорологической обстановки в реальном времени, что позволяет полностью удовлетворять информационные потребности. В связи с этим, такие станции предлагается разместить в прибрежной зоне морских портов Финского залива с наиболее интенсивным судоходством исходя из рисунка 3.2. Исходя из полученных данных об интенсивности судоходства рекомендуется использовать прибрежные АГМС на основе станции AWS 2700 с дополнительными метеорологическими датчиками и доплеровскими профилографами горизонтальных течений в следующих портах:

- Приморск
- Бронка
- Порт Санкт-Петербург

При установке данного оборудования сотрудники портов получают исчерпывающую информацию о гидросфере в прибрежной зоне их порта, а также сводку метеоусловий. Все это позволит обеспечить еще большую безопасность навигации в прибрежной зоне.

Используя информационные буи СМВ4280 с доплеровскими профилографами течений, а также комплексом датчиков как на АГМС AWS 2700, мы сможем осуществлять мониторинг гидрометеорологической обстановки непосредственно в акватории Финского залива рядом с местами активного судоходства (рис.3.4). В случае использования информационного буя и, как правило, удаленности их установки от прибрежной зоны более чем на 20 километров, можно пользоваться модемом для передачи информации через сотовые сети.

Так как информацию о обстановке в акватории необходимо получать всем портам, расположенным на территории Финского залива, то для таких целей можно создать систему получения и записи данных, полученных с морского оборудования, доступ к которой будет у всех лиц, участвующих в принятии оперативных решений по движению судов.

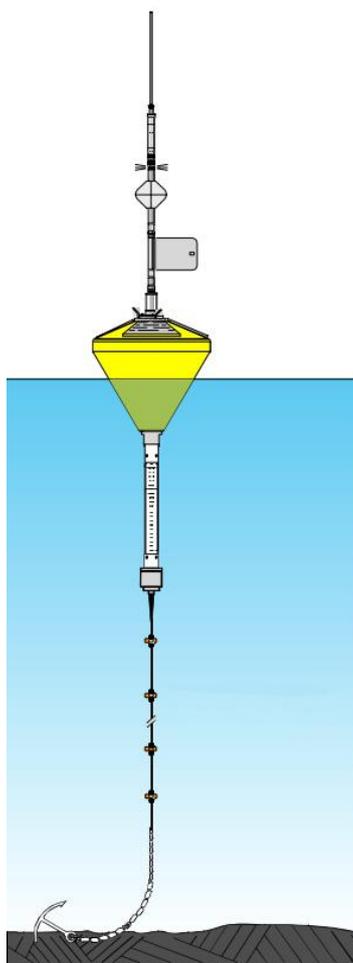


Рисунок 3.4 Схематическое изображение установленного информационного буя СМВ 4280 с доплеровским профилографом течений и метеодатчиками

Схема данной системы (рис. 3.5) весьма проста. Она включает в себя информационные буи с модемами для работы в сотовых сетях(1), оборудование получения, записи и предоставления общего доступа для лиц, непосредственно участвующих в организации движения судов(3) и лиц, которые получают информацию(5). Информация с буюв передается по сотовым сетям(2) к оборудованию получения, записи и предоставления общего доступа(3), и через сеть интернет(4) уже передается непосредственно лицам, участвующим в организации движения судов(5).

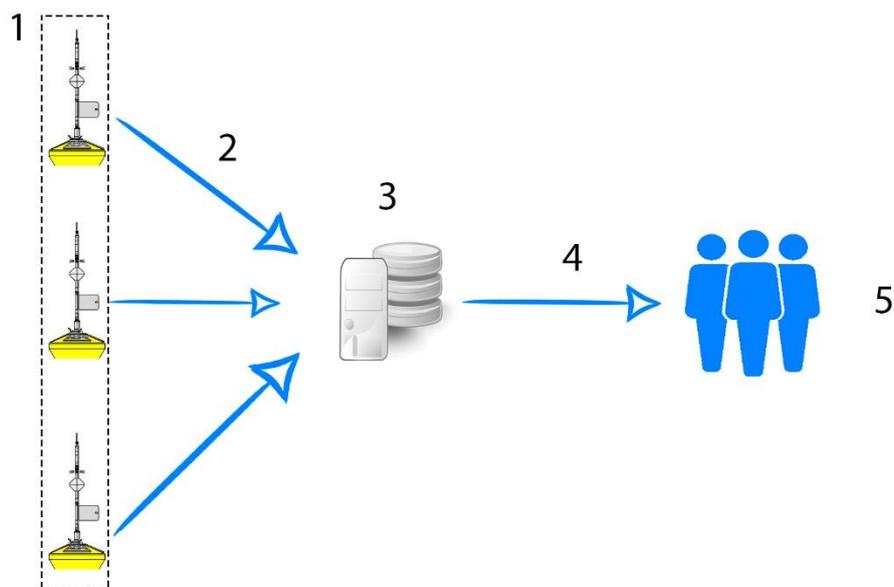


Рисунок 3.5 Схема системы обеспечения информацией об гидрометеорологической обстановке в акватории Финского залива

Для оценки возможности размещения информационных буев в акватории Финского залива и использования сотовой сети для передачи данных были объединены карты интенсивности судоходства и покрытия сотовой сети оператора Beeline(рис. 3.6). Зеленым цветом закрашены области наличия сигнала.

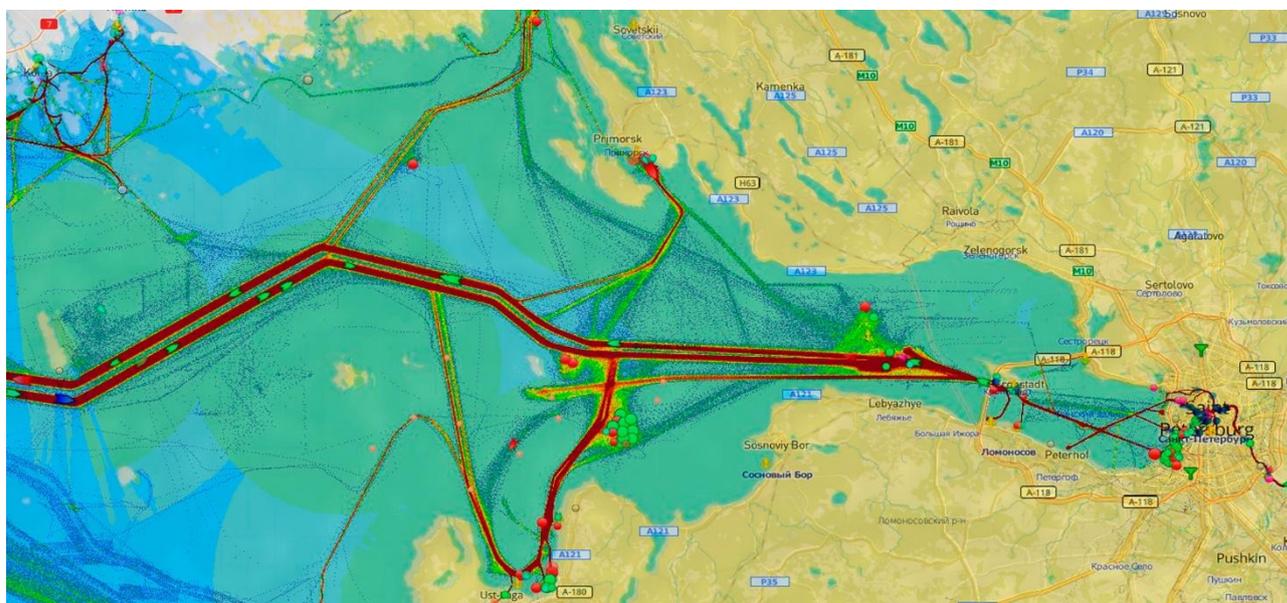


Рисунок 3.6 Иллюстрация покрытия сигналом сотовой сети Финского залива с картой интенсивности судоходства

Исходя из полученных данных о покрытии сигналом сотовой связи Финского залива и интенсивности судоходства в нем, предлагаются следующие места для размещения информационных буев СМВ4280 с доплеровскими профилографами и дополнительными метеодатчиками (рис. 3.7).

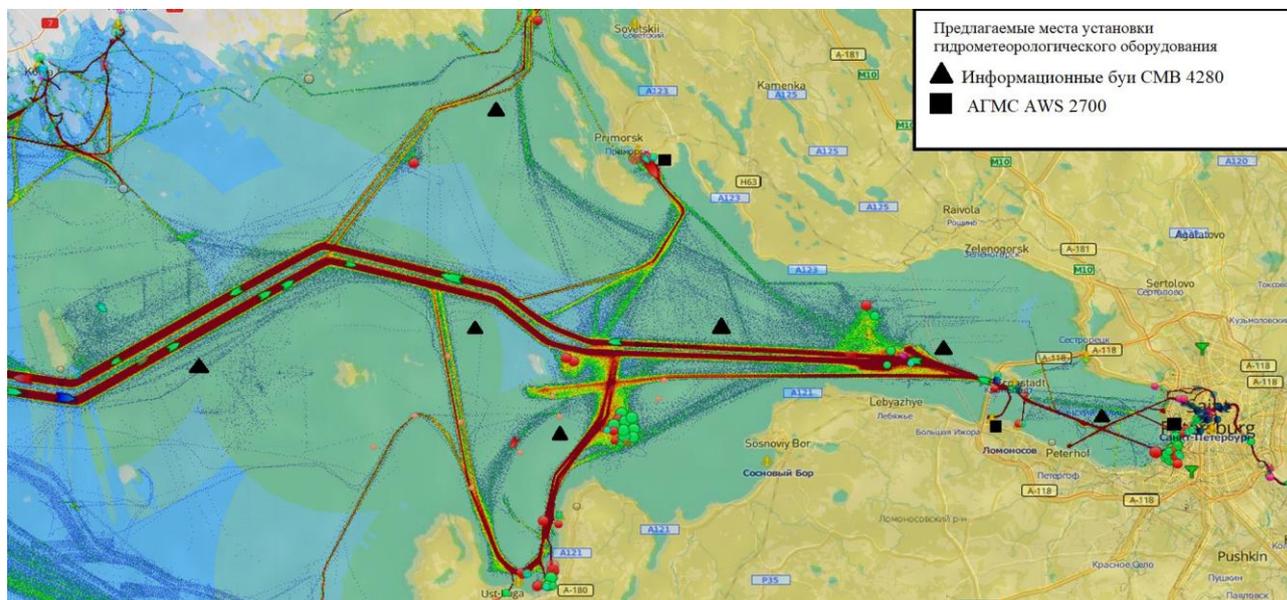


Рисунок 3.7 Вариант расположения оборудования обеспечения гидрометеорологической информацией в акватории финского залива.

На данном изображении черными треугольниками обозначены места установки информационных буев СМВ 4280, и черными квадратами – места установки АГМС AWS 2700.

Экономическая составляющая представленного оборудования неразрывно связана со спектром решаемых задач и точностью его работы. Оборудование фирмы AANDERAA позволяет получать данные высокой точности и в то же время имеет менее высокую стоимость среди аналогов. Данные о стоимости приведенных выше модулей и сравнение с аналогами других фирм (при наличии) описана в таблице 3.2.

Таблица 3.2 Стоимость представленного оборудования

№ п/п	Вид оборудования	Стоимость Оборудования(руб.)	Решаемые задачи
1.	Технические средства анализа подводной обстановки для навигации		
1.1	Измерит. платформа AANDERAA RDSP600	1 318 884,08	Мониторинг течений, волнения
1.2	Sontek SL-ADP	1 441 200,46	Мониторинг течений
2.	Технические средства анализа надводной обстановки для навигации		
2.1	АГМС AANDE- RAAAWS 2700	735 641,07	Изменения и первичная обработка гидрометеорологических данных
2.2	АГМС Campbell Scientific BWS 200	834 476,74	Изменения и первичная обработка гидрометеорологических данных
2.3	Датчик скорости ветра WSS 2740AADI	52 885,86	Измерение скорости ветра Точность измерений: ±0,2 м/сек или ±2%

Продолжение таблицы 3.2

2.4	Указатель направления ветра WDS 3590AADI	79 166,06	Определение направления ветра Точность измерений: $\pm 5^\circ$
2.5	Датчик температуры воздухаATS 3455AADI	28 476,99	Измерение температуры воздуха Точность: $\pm 0,1 \%$
2.6	Датчик относительной влажностиRHS 3445AADI	55 326,71	Измерение влажности воздуха Точность: $\pm 2\%$
2.7	GILL MaxiMet GMX500	250 867,66	Измерение скорости ветра Точность измерений: $\pm 5\%$
			Определение направления ветра Точность измерений: $\pm 5^\circ$
			Измерение температуры воздуха Точность: $\pm 0,3 \%$
			Измерение влажности воздуха Точность: $\pm 2\%$
2.8	Датчик видимости MIRA VS 3544AADI	77 511,64	Определение дальности видимости
Аналог датчика видимости не представлен			
2.9	Информационный буй СМВ 4280 AADI	426 162,15	Мониторинг, первичная обработка и передача данных
Аналог информационного буя не представлен			

ВЫВОД

Данная глава содержит в себе список рекомендаций по использованию аппаратуры фирмы «AANDERAA» для своевременного и точного обеспечения информацией о состоянии гидрометеорологической среды для лиц, задействованных в организации движения судов. Была рассмотрена так же стоимость оборудования, задействованного в проекте, сравнение с аналогами других фирм, представлен комплекс предложений и рекомендаций для установки, объединения информационных буев «AANDERAA» CMB 4280 с комплексами гидрометеорологического оборудования в единую систему предоставления данных о состоянии акватории Финского залива в реальном времени.

Такая система позволит получать данные о состоянии среды в районах с высокой интенсивностью судоходства в реальном времени и позволять лицам, принимающим оперативные решения по организации движения судов, получать исчерпывающую информацию о текущем состоянии среды навигации и прогнозировать возможные гидрометеорологические явления, создающие препятствия для безопасной навигации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были выявлены недостатки в информационном обеспечении безопасности навигации в Финском заливе, связанные с отсутствием современного оборудования.

Обширное количество гидрометеорологических явлений, создающих опасность при навигации, как правило приходится на осенне-весенний период. В таких условиях большое значение приобретает наблюдение за изменениями погодных условий. При написании этой работы были рассмотрены опасные гидрометеорологические явления, которые могут повлиять на безопасность судоходства в Финском заливе и его прибрежных районах.

В связи с этими факторами была проведена работа по подбору оборудования для предоставления наиболее точных данных для наблюдения за состоянием среды навигации, а также для прогнозирования возможных гидрометеорологических явлений. Решающими факторами служила точность, высокая степень защищенности от внешних воздействий и возможность предоставления данных в реальном времени дистанционно.

Была рассмотрена и экономическая составляющая, так как различные фирмы сами определяют цену на свое оборудование. В связи с этим фактором была проведена работа по сравнению возможностей и стоимости оборудования различных производителей при наличии аналогов.

В соответствии с потребностями лиц, принимающих непосредственное участие в организации движения в Финском заливе, к оборудованию были подобраны дополнительные модули и датчики, которые отвечают поставленным требованиям к предоставлению информации.

Исходя из данных, полученных в ходе практической части были приведены предложения и рекомендации для использования оборудования в Финском заливе. Анализу подверглась возможность установки буйковых станций ААН-

DERAACMB 4280 исходя из их возможностей по удаленной передаче информации с помощью сотовых сетей. При этом была произведена работа по определению границ покрытия сотовой сетью VeeLine для отдельных районов установки.

При расстановке оборудования учитывалась так же интенсивность судоходства в районе. Был проведен анализ основных судоходных маршрутов финского залива и определена их интенсивность. В местах наибольшей активности судоходства предлагается устанавливать буйковые станции AANDERAACMB 4280.

Основными критериями для установки буйковых станций являлись, исходя из вышесказанного, наличие сигнала сотовой сети для передачи информации, а также интенсивность судоходства. Установленное оборудование в указанных районах позволит получать текущие метеорологические и гидрологические характеристики среды в конкретном месте. Это даст возможность реагировать на изменения в среде и оперативно предоставлять информацию для обеспечения безопасной навигации.

Для обеспечения получения информации о гидрологической обстановке портов, не располагающих комплексами оборудования для наблюдения за состоянием среды были представлены предложения по установке автоматических гидрометеорологических станций для мониторинга состояния гидрометеорологической обстановки в прибрежных водах порта. Таким образом, установленное в прибрежных районах оборудование позволит прогнозировать различные гидрометеорологические явления, которые могут препятствовать стабильной навигации и работе в портовых районах, удаленно.

Исходя из вышесказанного, в данной работе был представлен комплекс предложений и рекомендаций к установке и использованию оборудования фирмы AANDERAА для района Финского залива. Использование вышесказанного позволит оперативно получать информацию лицам, принимающим оперативные решения по движению судов в Финском заливе и портах, о состоянии сред и протекающих в них процессах, прогнозировать различные гидрометеоро-

рологические явления, которые могут влиять на безопасность навигации и предотвращать различные возникновения различных чрезвычайных ситуаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Руководство по гидрометеорологическому обеспечению морской деятельности // Росгидромет, 2009.
- 2 Руководство по морским гидрологическим прогнозам // Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1994.
- 3 В.А. Бузин Опасные гидрологические явления // Санкт-Петербург: РГГМУ, 2008
- 4 Бортковский Р. С. Тепло- и влагообмен атмосферы и океана при шторме. // Л.: Гидрометеиздат, 1983.
- 5 Строкина Л. А. Тепловой баланс поверхности океанов. // Л.: Гидрометеиздат, 1989.
- 6 Ю.М. Георгиевский С.В. Шаночкин Гидрологические прогнозы // РГГМУ, 2007.
- 7 Режим, диагноз и прогноз ветрового волнения в морях и океанах // Москва, 2013.
- 8 Нейман Г. Океанские течения / Пер. с англ. // Л.: Гидрометеиздат, 1973.
- 9 В.М. Радикевич Динамическая метеорология для океанологов // Ленинград, 1985.
- 10 Воробьев В. Н., Смирнов Н. П. Общая океанология. Часть 2. Динамические процессы. // СПб.: Изд. РГГМУ, 1999.
- 11 Л.С. Гандин, Д.Л. Лайхтман, Л.Т. Матвеев, М.И. Юдин Основы динамической метеорологии // Л.: Гидрометеиздат, 1955.
- 12 Н.И. Евгенов Морские течения // Л.: Гидрометиздат, 1957.
- 13 И.Н. Давидан Л.И. Лопатухин В.А. Рожков Ветровое волнение как вероятностный гидродинамический процесс // Л.: Гидрометиздат, 1978.

- 14 А.М. Догановский В.Н. Малинин Гидросфера земли // Санкт-Петербург:Гидрометиздат, 2004.
- 15 Калинин Г. П. Проблемы глобальной гидрологии. // Л.:Гидрометеиздат, 1968.
- 16 Малинин В. Н. Влагообмен в системе океан - атмосфера. // Л.:Гидрометеиздат, 1994.
- 17 Автоматические метеорологические станции. Часть 1. Тактико-технические характеристики. Учебное пособие//Санкт-Петербург, РГГМУ, 2015.
- 18 AutomaticWeatherStationAWS 2700 (электронный ресурс)
URL:<http://www.aanderaa.com/productsdetail.php?Automatic-Weather-Station-23>(дата обращения 23.05.2017)
- 19 WindSpeedSensor (электронный ресурс) URL:
<http://www.aanderaa.com/productsdetail.php?Wind-Speed-Sensor-47>(дата обращения 23.05.2017)
- 20 WindDirectionSensor (электронный ресурс) URL:
<http://www.aanderaa.com/productsdetail.php?Wind-Direction-Sensor-34>(дата обращения 25.05.2017)
- 21 AirTemperatureSensor (электронный ресурс) URL:
<http://www.aanderaa.com/productsdetail.php?Air-Temperature-Sensor-22>(дата обращения 26.05.2017)
- 22 MIRA VisibilitySensor 3544(электронный ресурс)
URL:<http://www.aanderaa.com/productsdetail.php?MIRA-Visibility-48>(дата обращения 28.05.2017)
- 23 DATA BUOY CMB 4280 (электронный ресурс) URL:
<http://www.oceandata.co.kr/GroupWare/Home/product/brochure/aanderaa/DB4280.pdf> (дата обращения 29.05.2017)

- 24 Базлова Т.А. Метеорологические автоматизированные радиолокационные сети // 2002.
- 25 Довиак Р., Зрнич Д. Доплеровские радиолокаторы и метеорологические наблюдения // Л.: Гидрометеиздат, 1988
- 26 Данные радара (электронный ресурс) URL: <http://weather.rshu.ru/radar/> (дата обращения 01.06.2017)
- 27 Н.О. Григоров, А.Г. Саенко, К.Л. Восканян Учебник Методы и средства гидрометеорологических измерений. Метеорологические приборы // Санкт-Петербург, РГГМУ, 2012.
- 28 А.И. Угрюмов Долгосрочные метеорологические прогнозы // Санкт-Петербург, РГГМУ, 2006.
- 29 Гире А.А., Кондратович К.В. Методы долгосрочных прогнозов погоды. - Л.: Гидрометеиздат, 1978.
- 30 Проблемы современной гидрологии // Санкт-Петербург: РГГМУ, 2004
- 31 В.С. Дружинин А.В. Сикан Методы статистической обработки гидрометеорологической информации // Санкт-Петербург, РГГМУ, 2001.
- 32 Руководство по расчету наивыгоднейших путей плавания судов на морях и океанах // Л.: Гидрометеиздат, 1976.