

Каспийский университет технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова

УДК 502/504: 504.064.36/37

На правах рукописи

КОЙБАКОВА СЫМБАТ ЕЛАМАНОВНА

**Комплексное исследование акватории и оценка состояния почв
прибрежной зоны м. Песчаный с применением данных
дистанционного зондирования**

6D060800 – Экология

Диссертация на соискание степени
доктора философии (PhD)

Научные консультанты

Г.Ж. Кенжетаев
д.т.н., профессор
В.Н. Пермяков
д.т.н., профессор

Республика Казахстан
Актау, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
	ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
	ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	6
	ВВЕДЕНИЕ	7
1	ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	11
1.1	Физико-географическая характеристика Каспийского моря	11
1.2	Особенности рельефа дна и прибрежной зоны мыса Песчаный	14
1.3	Государственный экологический мониторинг 2008-2010 г.г.	19
1.3.1	Физико-химическая характеристика и качество вод	20
1.3.1.1	Гидролого-гидрохимические условия	20
1.3.2	Содержание взвешенных веществ и сухого остатка в воде	22
1.3.3	Содержание биогенных элементов в воде	23
1.3.4	Содержание фенолов, углеводородо и СПАВ в воде	25
1.3.5	Содержание тяжелых металлов в воде	27
1.4	Космический мониторинг Мангистауской области в 2008-2011 г.г.	30
1.5	Оценка состояния почв в районе строительства ПК «Курык»	34
1.5.1	Оценка степени загрязнения почв участка № 1	35
1.5.2	Оценка степени загрязнения почв участка № 2	37
1.6	Возможности опреснения воды в аридной прибрежной зоне	40
2	МАТЕРИАЛЫ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	43
2.1	Морская часть	43
2.2	Прибрежная зона мыса Песчаный	48
3	РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	55
3.1	Изменения температуры воздуха МО в 2017-2019 г.г.	55
3.2	Морская часть. Результаты комплексных исследований	58
3.2.1	Результаты изучения метеорологических условий	59
3.2.2	Результаты изучения термохалинной структуры вод	62
3.2.3	Спутниковые карты температуры поверхности океана (ТПО)	74
3.3	Прибрежная зона. Результаты мониторинга и обсуждение	76
3.3.1	Краткая характеристика паромного комплекса Курык	76
3.3.2	Описание исследованных мониторинговых площадок	78
3.3.3	Результаты анализа физико-химических свойств почв	82
3.3.4	Результаты анализа суммарного загрязнения почв	85
3.3.5	Использование данных ДЗЗ из космоса для мониторинга почв	91
3.3.5.1	Результаты изменений в области землепользования	93
3.3.5.2	Применение данных ДЗЗ для мониторинга почв	97
3.3.6	Исследования состояния растительности в прибрежной зоне	99
4	РАЗРАБОТКА ГЕЛИОУСТАНОВКИ КАК ПУТЬ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НЕХВАТКИ ПРЕСНОЙ ВОДЫ	104

	ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ М.ПЕСЧАНЫЙ	
4.1	Обоснование разработки солнечного опреснителя в прибрежной зоне	104
4.2	Экспериментальные установки гелиосистемы (ГС)	104
4.3	Исследование и анализ процессов установок ГС	107
4.4	Пассивный солнечный водонагреватель (СВН)	107
4.5	Активный солнечный опреснитель (СО)	110
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	117
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	120
	ПРИЛОЖЕНИЕ А - Патент на изобретение №33969 «Способ и устройство для опреснения морской воды». Результаты испытания воды	132
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Акт применения способа и устройства для опреснения морской воды. Акт о внедрении в учебный процесс Университета Есенова результатов исследований докторской диссертации Койбаковой С.Е.	134
	ПРИЛОЖЕНИЕ В - Сертификаты	137

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты, инструкции и методики:

ГОСТ 2.111-2013	Единая система конструкторской документации. Нормоконтроль
ГОСТ 7.1-2003	Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления
ГОСТ 7.9-95 (ИСО-2.14-76)	Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования
ГОСТ 7.12-93	Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила
ГОСТ 8.417-2002	Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.
ГОСТ 7.32-2017	Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе
ГОСТ 17.1.5.05-85	Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.
ГОСТ 17.1.5.04-81	Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия
ГОСТ 17.4.3.01-2017	Охрана природы. ПОЧВЫ. Общие требования к отбору проб
ГОСТ 26423-85	ПОЧВЫ. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки
РД 52.24.383-2005.	Массовая концентрация аммиака и ионов аммония в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом в виде индофенолового синего
РД 52.10.243-92	Руководство по химическому анализу морских вод
РД 52.18.191-89	Методические указания. Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Дистанционное зондирование Земли - наблюдение поверхности Земли наземными, авиационными и космическими средствами, оснащёнными различными видами съёмочной аппаратуры.

Космические снимки - собирательное название данных, получаемых посредством космических аппаратов в различных диапазонах электромагнитного спектра, визуализируемых затем по определённому алгоритму.

Акватория - участок водной поверхности, ограниченный естественными, искусственными или условными границами.

Подземные воды - воды, находящиеся в толще горных пород верхней части земной коры в жидком, твёрдом и газообразном состоянии.

Донные отложения - минеральные вещества, отложившиеся на дне океанов, морей, озёр, рек в результате физических, химических и биологических процессов.

Пробная площадка - часть исследуемой территории, характеризующаяся сходными условиями.

Точечная проба - материал, взятый из одного места горизонта или одного слоя почвенного профиля, типичный для данного горизонта или слоя.

Объединенная проба - смесь не менее двух точечных проб.

Однородный почвенный покров - почвенный покров, содержащий не менее 70 % основной почвенной разности.

Неоднородный почвенный покров - почвенный покров, содержащий менее 70 % основной почвенной разности.

Гигиенический норматив качества атмосферного воздуха - критерий качества атмосферного воздуха, который отражает предельно допустимое максимальное содержание вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на здоровье человека.

Валовые выбросы загрязняющих веществ (т/год) - суммарное количество углеводородов, поступающее в атмосферу за отчетный период времени с технологическими потерями газа и конденсата.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) - нормализованный относительный индекс растительности - простой показатель количества фотосинтетически активной биомассы (обычно называемый вегетационным индексом).

Охрана окружающей среды - система государственных и общественных мероприятий, направленных на обеспечение гармоничного взаимодействия природы и общества на основе улучшения природных условий окружающей среды, рационального использования природных ресурсов, сохранения и благоустройства природных богатств.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

УПРиРП	Управлением природных ресурсов и рационального природопользования
ТОО	Товарищество с ограниченной ответственностью
КАПЭ	Казахстанское Агенство Прикладной экологии
ПК	Паромный комплекс
СП	Санитарная площадка
БПК ₅	Биологическое потребление кислорода
СПАВ	Синтетические поверхностно-активные вещества
ПДК	Предельно-допустимая концентрация
США	Соединенные Штаты Америки
НПЦ	Научно-производственный центр
РФ	Российская Федерация
АО	Акционерное общество
ГИС	Геоинформационная система
ТЭО	Технико-экономическое обоснование
НП	Нефтепродукты
ТМ	Тяжелые металлы
МАЭК	Мангистауский атомно-энергетический комбинат
КПД	Коэффициент полезного действия
ДЗЗ	Дистанционное зондирование Земли
НПП	Научно-производственное предприятие
ДО	Донные отложения
ИО РАН	Институт океанологии Росийской Академий Наук
СФ	Спектрофотометр
ПП	Пробная площадка
ААС	Атомно-абсорбционная спектрометрия
NDVI	Нормализованный относительный индекс растительности
CBH	Солнечный водонагреватель
СО	Солнечный опреснитель
<i>NIR</i>	Отражение в ближней инфракрасной области спектра
<i>RED</i>	Отражение в красной области спектра
ПО	Программное обеспечение
NASA	Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства
ESRI	Environmental Systems Research Institute
ТБО	Твердые бытовые отходы
СПЗ	Суммарный показатель загрязнения

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. 12 августа 2018 г, в г. Актау, на Саммите глав пяти прикаспийских стран (Казахстан, Россия, Туркмения, Азербайджан и Иран), принята историческая конвенция о правовом статусе Каспийского моря. Это послужило началом для качественно нового этапа международного сотрудничества с целью перехода к устойчивому и безопасному экоразвитию Каспийского региона в целом.

Введен в эксплуатацию мультимодальный транспортный хаб – паромный комплекс Курык, как важное звено для всей транспортно-логистической системы Транскаспийского международного коридора и выход на Кавказ и Европу. На экспорт уходит нефть, зерно, товары народного потребления. Паромное сообщение осуществляется пока только с Азербайджаном.

Активизация нефтедобычи а также рост транспортировки грузов, требует серьезного отношения к вопросам экологической безопасности, на акватории нового порта и особенно в прибрежной зоне мыса Песчаный.

С одной стороны, мыс. Песчаный – стратегический объект, интенсивного природопользования с государственным заказником «Карагие-Караколь».

С другой стороны представляет интерес расположение этого мыса, между впадинами Карагие и Ащысор, на суше и Дербентской в морской части. Глубина моря у м. Песчаный определила выбор места для паромного комплекса Курык, с перспективой строительства судостроительного-судоремонтного завода.

В 1950 г., морскими геологическими работами на Каспийском море, под руководством Кленовой М., в средней части моря был обнаружен неизвестный ранее крупный элемент рельефа дна. Это – подводная возвышенность, которая протягивается от мыса Песчаный на юго-запад на 180 км, до глубин 350-400 м.

Исследованиями установлено, что в средней части Каспия, как зимой, так и летом, имеет место циклоническая циркуляция вод с движением их на юг у западного побережья и на север – у восточного побережья мыса Песчаный. Этот район Каспия интересен в гидрофизическом отношении в связи с тем, что здесь наблюдаются холодные аномалиями температуры воды (апвеллинга).

Так, резкие изменения гидрологических характеристик моря, связанные с интенсивным апвеллингом, происходят в прибрежной полосе шириной до 20 км. Остается добавить, что за последние три десятилетия данных измерения о морских течениях Каспийского моря в пределах Мангистауской области нет.

Государственный экологический мониторинг на шельфе и в прибрежной зоне Каспийского моря с применением дистанционного зондирования Земли, на региональном уровне проводился в 2008-2011 годах. Исследованиями охвачены нефтяные промыслы на акватории и прибрежной зоне Каспийского моря. Измерения морских течений в задачи проектов не входили, мониторинг состояния почв и растительности в прибрежной зоне м. Песчаный не проводился.

В этой связи, получение и анализ данных натурных измерений скорости

морских течений на акватории, и исследование состояния почв и растительности в прибрежной зоне мыса Песчаный, актуальны и своевременны.

Цель работы: Комплексные исследования, на основе гидрологических и гидрохимических измерений морских течений, на шельфе и экологический мониторинг почв и растительности в прибрежной зоне мыса Песчаный с применением данных дистанционного зондирования Земли.

Основные задачи исследования:

- получение новых данных высокого временного разрешения о морских течениях в районе м. Песчаный и их изменчивости из-за климатических условий;
- получение новых данных о термахалинной структуре вод (вертикальные профили температуры, солености и флуоресценции хлорофилла), построенные по данным CTD-зондирования с применением зонда SBE Sea Cat 19 plus;
- изучение наличия процессов апвеллинга в районе мыса Песчаный с использованием композитных карт Земли в истинных цветах MODIS-Terra;
- анализ суммарного химического загрязнения почв тяжелыми металлами и металлоидом мышьяком м. Песчаного и территории заповедника;
- анализ состояния почв и растительности в прибрежной зоне мыса Песчаный с использованием данных спутников Landsat 7 T1и 8 T1,2,Sentinel-2 L2A;
- составление карты-схемы экологического мониторинга состояния почв и растительности с применением программ Google Earth, SAS Planet, ArcGIS.
- разработка гелиоспособа и устройства для опреснения морской воды для устойчивого развития крестьянских хозяйств занятых выращиванием овощей.
- апробация и внедрение гелиоопреснителя морской воды, для орошения посевов фермерских хозяйств и устойчивого развития сельского хозяйства.

Объекты исследования: Морская вода в акватории и почвенный покров в прибрежной зоне мыса Песчаный в районе паромного комплекса Курык.

Предмет исследования: комплексные исследования процессов гидрологических, гидрохимических характеристик воды в морской части, анализ экологического состояния почв и растительности в прибрежной зоне мыса. Исследования проводятся на основе натурных наблюдений течений моря и эколого-химических анализов воды и почв, использования спутниковых данных.

Исходные материалы и методы исследования. В основу диссертации положены данные собственных полевых исследований и участия в экспедиции «Каспий-2019» и проекте КАПЭ, проведенных в период с 2018 по 2020 г.г., на территории Мангистауской области в районе м. Песчаный и порта Курык.

Морская часть. Для исследования акватории моря района исследований использовались судовые аппаратные комплексы института океанологии им. П.П. Ширшова РАН. На 4-х морских станциях проводили вертикальное CTD – зондирование, отбор пробы морской воды выполняли по ГОСТ 17.1.5.05-85.

Комплекс ЭММА использовался для измерения температуры, солености воды, а также и гидрооптических характеристик. Гидрофизические измерения

вертикальные профили температур, концентрации растворенного кислорода и мутности проводили с помощью зонда SBE Sea Cat 19 plus. Для регистрации погодных условий использовали портативную метеостанцию GILL GMX500.

Прибрежная зона. Для исследования почв использованы современные физико-химические инструментальные методы. Анализ проб почв выполняли с применением лабораторного спектрофотометра HACH DR-2400 (США), атомно-абсорбционного спектрометра МГА-915 (Россия). Водная вытяжка образцов почвы проводилась стандартным потенциометрическим методом с использованием рН-метра МР 220 (Metter Toledo, Швейцария).

Методы геоинформационных систем. Для создания карт-схем полевых исследований и чувствительности прибрежной зоны, использованы продукты ГИС: ArcGIS 10.0 американской компании ESRI). Редактирование карт-схем, выполняли при помощи программ Corel Draw 11 и Paint (Windows XP).

Для составления карт чувствительности прибрежной зоны в исследуемом районе использованы, безоблачные мультиспектральные космические снимки спутника Landsat-8, с разрешением 20 м. Тематическую обработку снимков выполняли с помощью растровой ГИС IDRISI (Университет Кларка, США).

Статистическая обработка результатов исследований выполнялась в среде аналитического программного интерфейса Statistica 10. Выбор метода анализа с помощью статистики критерия Краскела-Уоллиса (Kruskal-Wallis ANOVA) определяли малым объемом выборок исследований.

Научная новизна исследований заключается в:

- впервые проведен экологический мониторинг акватории м. Песчаный и прибрежной зоны в районе мультимодального транспортного хаба «Курык»;
- впервые получены данные высокого временного разрешения о морских течениях у мыса Песчаный, и их изменчивости в масштабах от синоптического до сезонного в современных условиях климатических изменений;
- впервые получены данные по трехмерной структуре термохалинных полей в районе исследования и ее связи с режимом течений;
- разработано и внедрено гелиоустройство для опреснения морской воды подтвержденное патентом Республики Казахстан.

Научные положения, выносимые на защиту диссертации:

- новые данные высокого временного разрешения о морских течениях в районе мыса Песчаный, и их изменчивости в масштабах от синоптического до сезонного в современных условиях климатических изменений;
- новые данные по трехмерной структуре термохалинных полей в районе исследования и ее связи термохалинных полей с режимом течений вод;
- анализ суммарного химического загрязнения почв тяжелыми металлами и металлоидом мышьяком м. Песчаного и территории заповедника;
- результаты использования спутниковых данных, для анализа состояния почв и растительности в прибрежной зоне м. Песчаный;
- карты-схемы оценки состояния почв и растительности и сравнительного анализа земель фермерских хозяйств прилегающих к территории порта Курык.

- разработанный опреснитель, в котором дистилляция нагретой солнечной энергией морской воды, осуществляется путем ее охлаждения более холодной глубинной водой Каспийского моря.

Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что полученные результаты долгосрочных измерений режима течений на м. Песчаном, могут быть использованы специалистами портов «Курык» и «ERSAI LLC».

Результаты экологического мониторинга почв, могут быть использованы специалистами областного управления природных ресурсов и рационального природопользования УПРиРП Мангистауской области.

Разработанный гелиоопреснитель может быть использован фермерскими хозяйствами в районе ПК «Курык» для обессоливания морской и подземной воды для полива и орошения овощей и фруктовых деревьев. Это подтверждено актами производственных испытаний и внедрения солнечного опреснителя Приложение Б.

Апробация работы. Результаты исследований доложены и обсуждены на международных научно-практических конференциях: Международной научно-практической конференции «Развитие науки и техники в освоении недр Казахстана посвященный 90-летию академика Ш. Есенова (г. Актау, 2017 г.), Международной научно-практической конференции проводимой в рамках Программы модернизации общественного сознания «Рухани жанғыру» (г. Актау, 29 ноября, 2018 г.), Международной научно-практической конференции «Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирского мега-бассейна» (опыт и инновации) (г. Тюмень, Россия. 5-8 ноября 2018 г.), Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Новые технологии-нефтегазовому региону» (г. Тюмень Россия. 15-17 мая 2019 г.) Приложение В. Основные положения диссертации в 2019-2020 гг. заслушивались на научно-техническом совете факультета инжиниринга, на заседаниях кафедры «Экология и геология», а также на семинаре УПРиРП Мангистауской области.

Публикация. По материалам диссертации опубликовано 17 научных работ, из них: 3 статьи опубликованы в журналах, рекомендованных ККСОН МОН РК; 2 публикации в журналах, входящих в базу данных компании Scopus. Остальные статьи в сборниках международных научных и научно-практических конференций. Получен патент Республики Казахстан на изобретение № 33969 от 16.10.2019 г.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 4-х глав, заключения, 3-х приложений, списка литературы из 174 наименований. Работа изложена на 131 страницах компьютерного текста, иллюстрирована 67 рисунками, 21 таблицами и 3 приложениями.

1 ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1 Физико-географическая характеристика Каспийского моря

Каспийское море – крупнейший бессточный замкнутый водоем Земли и находится на стыке Европы и Азии. Водоем омывает берега пяти прибрежных государств: Казахстана, России, Азербайджана, Туркменистана и Ирана. Длина береговой линии прикаспийских государств неодинакова (таблица 1) [1-3].

Из-за отсутствия связи с Мировым океаном, Каспийское море формально является озером. Тем не менее, размеры, глубины, солоноватые воды и режим циркуляции вод позволяют отнести его к типу глубоких внутренних морей [4].

Каспийское море, по количеству стоков пресных вод занимает среди озер мира первое место. В море впадают реки: Волга, Урал, Сулак и. др. Основной сток в море обеспечивает р. Волга: 82,7% от общего стока рек. Объем стока для р. Урал составляет всего 2,8%, а наименьший объем стока у р. Сулак (1,6%).

От стока р. Волга зависит уровень солености и биопроодуктивности. Так, вынос волжской водой биогенных веществ создает благоприятные условия для гидробионтов. Объемы стока Волги оказывают влияние на жизнеспособность трофической структуры северного и северо-восточного Каспия, что в конечном счете определяет соотношение состава планктона и зообентоса. [3, с. 263; 5].

Таблица 1 – Физические параметры Каспийского моря [1, с. 10; 2, с. 56]

Площадь	Общая	344100-433900 км ²
	Северная часть	61800-141000 км ²
	Средняя часть	137000-139100 км ²
	Южная часть	145300-153800 км ²
Объем	Общий	77328-79883 км ³
	Северная часть	251-856 км ³
	Средняя часть	26165-27170 км ³
	Южная часть	50912-51857 км ³
Протяженность	С севера на юг	1204-1225 км
	С запада на восток	330 км в среднем
Протяженность береговой линии	Общая	6500-6700 км, с островами до 7000 км
	Казахстана	2320 км
	России	755 км
	Азербайджана	600 км
	Туркменистана	1200 км
	Ирана	724 км
Соленость воды	Общей (средняя)	12,85 ‰
	Северная часть	5-10 ‰
	Средняя часть	12,7 ‰
	Южная часть	13,0 ‰

Море вытянуто в меридиональном направлении с севера на юг на 1200 км и расположено между 36°33' и 47°07' с. ш. и 45°43' и 54°03' в. д. Средняя ширина моря составляет 310 км, максимальная – 435 м, а минимальная – 196 км.

Максимальная глубина Каспийского моря составляет - 1025 м, а средняя глубина рассчитанная по батиграфической кривой равна 208 м (рисунок 2).

Длина береговой линии с островами до 7000 км, Казахстанской части – 2320 км, в том числе в пределах Мангистауской области 1399,5 км. Акваторию Каспийского моря подразделяют на три части: мелководный Северный Каспий, на долю которого приходится лишь 1% объема вод, и глубоководные Средний и Южный Каспий, где сосредоточена остальная часть объема вод [3, с. 320; 5, с. 213; 6] (рисунок 1).

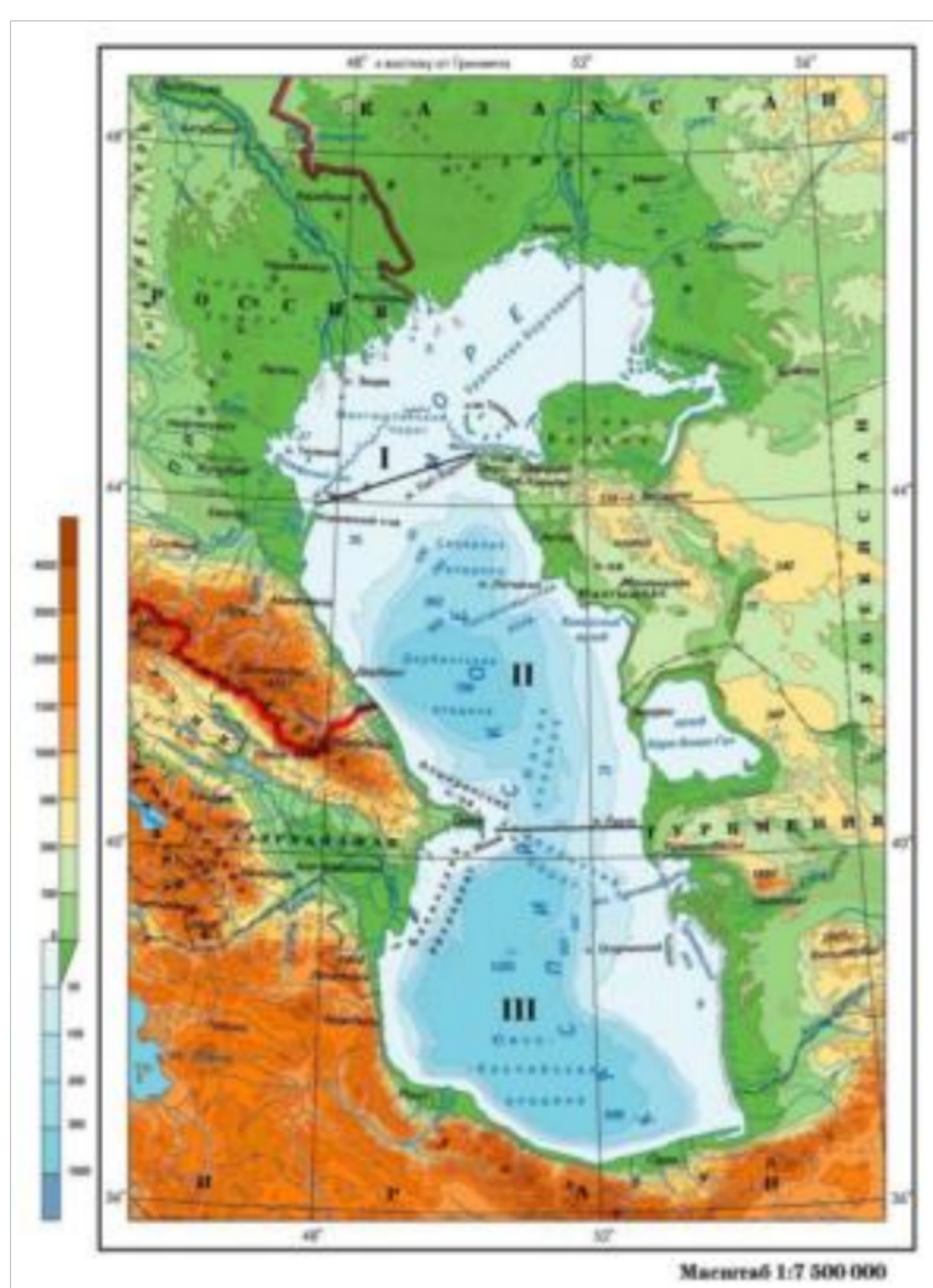
Условная граница между северной и средней частями моря проходит по линии соединяющей о. Чечень и мыс Тюб-Караган, а между средней и южной частями по линии от о. Жилой к мысу Куули. Многолетние сезонные колебания уровня Каспия (от -30,0 до -27,0 м, относительно балтийской системы высот), привели к изменению и площадей и объемов водных масс в его частях [7].

Так, для северной части Каспия доля в среднем составила (27,1 и 0,6%), для средней (34,8 и 33,9%), для южной части (37,8 и 65%) (таблица 1). Северный Каспий имеет глубоководную (10-30 м), и мелководную (4-10 м) части.

Мелководная часть в свою очередь подразделяется на северо-западную и северо-восточную. Северо-восточная: Казахстанский сектор Каспийского моря.

Средняя часть Каспия расположена на границе крупных климатических и барико-циркуляционных (североатлантических и североазиатских) областей.

Расположение между умеренным и субтропическим климатом определяет высокую интенсивность временной метеорологических условий этого района.



(Книпович, 1921; Салманов, 1999; Катунин, 2014)

Части моря: I – северная, II – средняя III – южная

Рисунок 1 – Физико-географическое деление Каспийского моря

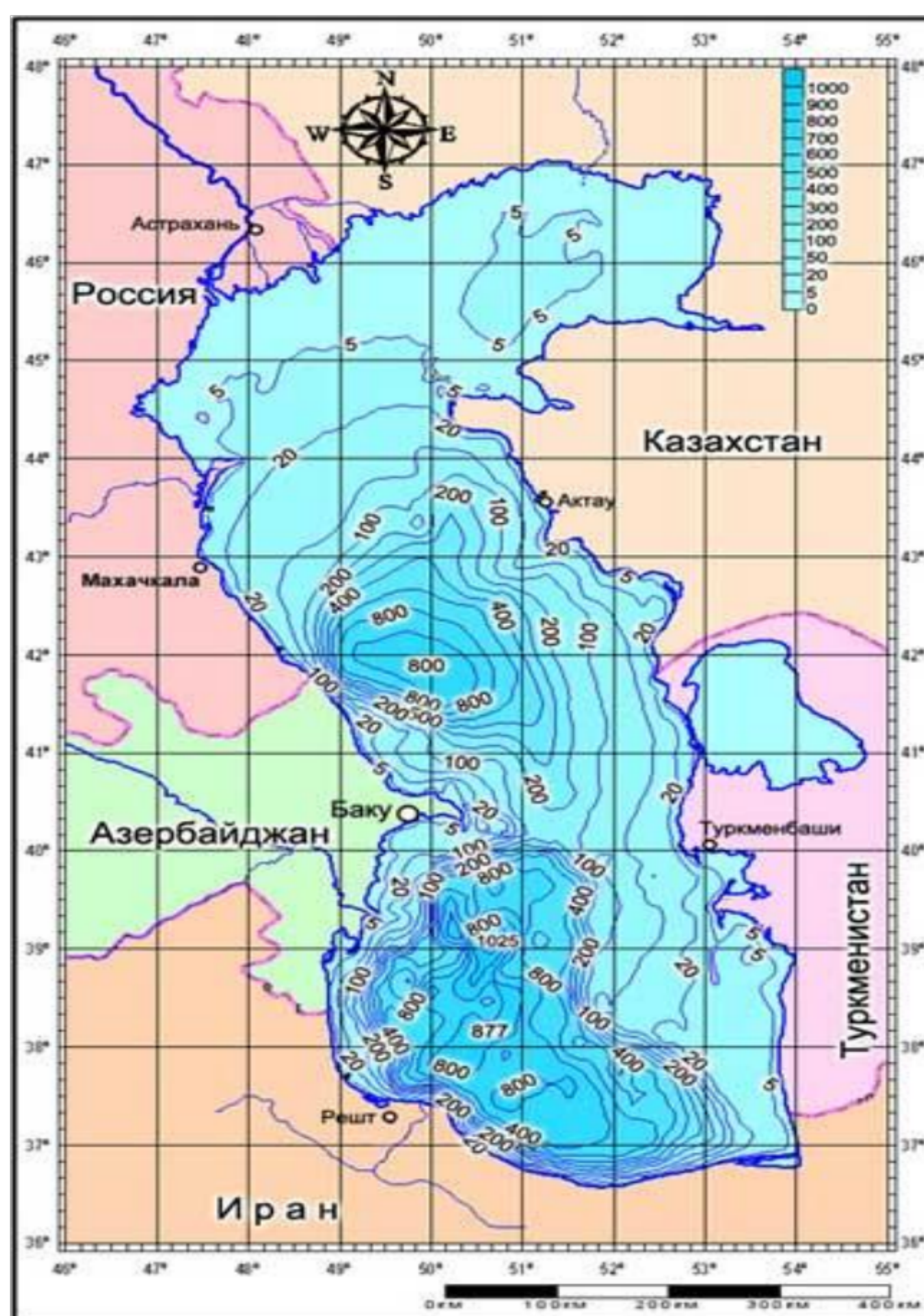


Рисунок 2 – Батиметрия Каспийского моря

Средний Каспий достаточно глубоководный, средняя глубина этой части моря - 190 м, наибольшая - 800 м. Ширина шельфа у восточного берега больше западного берега, а борт впадины растянут положе. На восточном побережье Среднего Каспия, в пределах Мангистауской области, выделяется Казахский залив, мыс Ракушечный и интересующий нас мыс Песчаный рисунок 2.

Известно, что главной отличительной особенностью Каспийского моря является изменчивость гидрометеорологических, гидродинамических режимов, на которые влияют как естественные, так и антропогенные факторы.

Каспийское море – одно из наиболее изученных морей, по его проблемам опубликовано большое число обобщающих работ [8, 9]. При этом значительное количество трудов, посвящено физическим, гидрохимическим и биологическим процессам и экологическому состоянию Каспийского моря [10, 11].

Тем не менее, существуют, представляющие интерес для исследования районы моря, степень изученности и покрытия данными прямых наблюдений которых крайне мала. Данная ситуация еще более усугубилась за последнее десятилетие, из-за сокращения числа экспедиций и регулярных наблюдений.

К таким районам ним относится мыс. Песчаный, на котором построен и введен в эксплуатацию мультимодальный транспортный хаб – порт «Курык».

Шельф и склоны мыса Песчаного имеют существенные отличия, которые представляют интерес для изучения и дальнейших исследований.

1.2 Особенности рельефа дна и прибрежной зоны мыса Песчаный

Общие черты рельефа дна Каспийского моря, в пределах Казахстанской части отражают крупные тектонические структуры региона, предопределяющие деление на северную и среднюю части, разобщенные Мангыстауским порогом.

Шельф Среднего Каспия шириной - 60 км, при протяженности береговой линии 515,3 км, площади 31,2 тыс. км², формировался на протяжении неоген-четвертичного времени в условиях активных тектонических движений (рисунок 3).

Общие его уклоны составляют 0,01-0,03, что превышает уклоны шельфа Северного Каспия [12,13]. В донных осадках шельфа обнажаются неогеновые, палеогеновые отложения. Донные отложения шельфа представлены в основном поздненовокаспийскими глинами, песками и илами с многочисленной ракушей.

Морскими геологическими работами на Каспийском море в 1950 гг. под руководством Кленовой М., в средней части моря был обнаружен неизвестный ранее крупный элемент рельефа дна. Это – подводная возвышенность, которая протягивается от мыса Песчаный на юго-запад на 180 км и хорошо выраженная до глубин порядка 350-400 м (рисунок 3) [14].

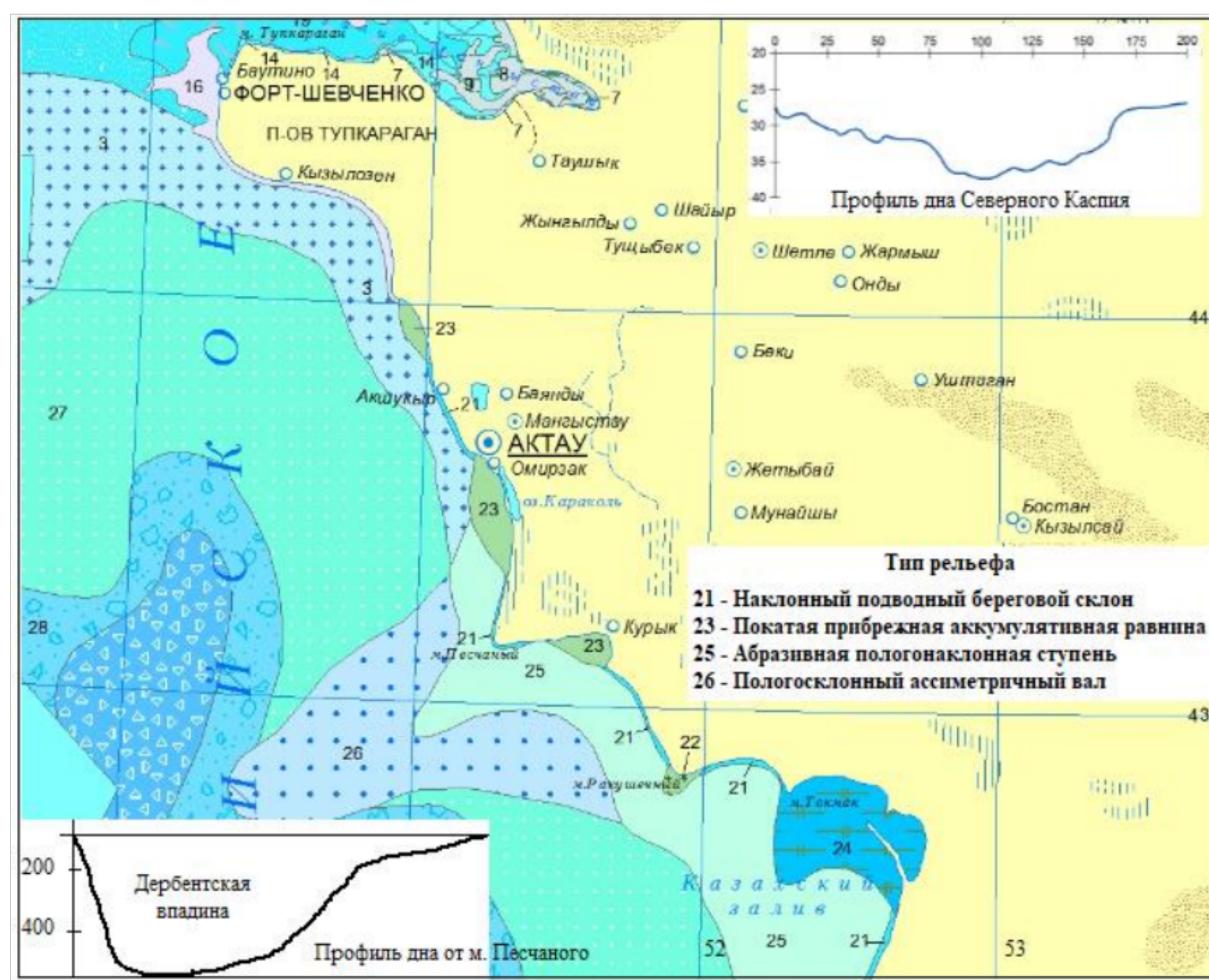


Рисунок 3 – Рельеф дна Среднего Каспия
(карта: атлас Мангистауской области, 2010)

В работе [15] Рихтер В.Г, указывает на существование поднятия в районе мыса Песчаного. Вместе с этим, результаты исследований Леонтьева О.К и Халилова А.И [16], позволяют утверждать, что это поднятие продолжается и в море и при этом, вся зона погребенной герцинской складчатости приобретает простирание близкое к юго-западному. Формирование и развитие рельефа дна в целом связаны с особенностями литодинамического режима, привносом и

аккумуляцией твердого стока. В работе [17] отмечается полное отсутствие в этом районе пресноводного стока. Так, современный терригенный материал поступает со стороны материковой отмели. Наносы - биогенные и техногенные компоненты. В рельефе шельфа Среднего Каспия, особо выделяется равнина, образованная в результате неволновой аккумуляции. Равнина обрамлена узкой полосой склона берега, углы наклона которого значительно круче, чем на мелководном шельфе Северного Каспия (рисунок 3). Склон берега характеризуется относительно расчлененным рельефом. Так, основными рельефообразующими процессами являются процессы денационно-абразивного выравнивания.

Также, участки аккумулятивного рельефа, с разными площадями имеют морской, озерный, делювиально-пролювиальный и эоловый генезис.

К морским можно отнести позднечетвертичные и голоценовые террасы и пляжи от г. Актау до п.г.т. Курык и аккумулятивные поверхности в пределах самой глубокой в Казахстане сухой впадины Карагие.

Наиболее характерная особенность побережья в районе м. Песчаный, это наличие абразионных дуг разной величин с примыкающими аккумулятивными участками (рисунок 4). Эти дуги проходят по берегу озера Караколь и тянутся вдоль берега мыса Песчаный до Кендерлинской косы [18].

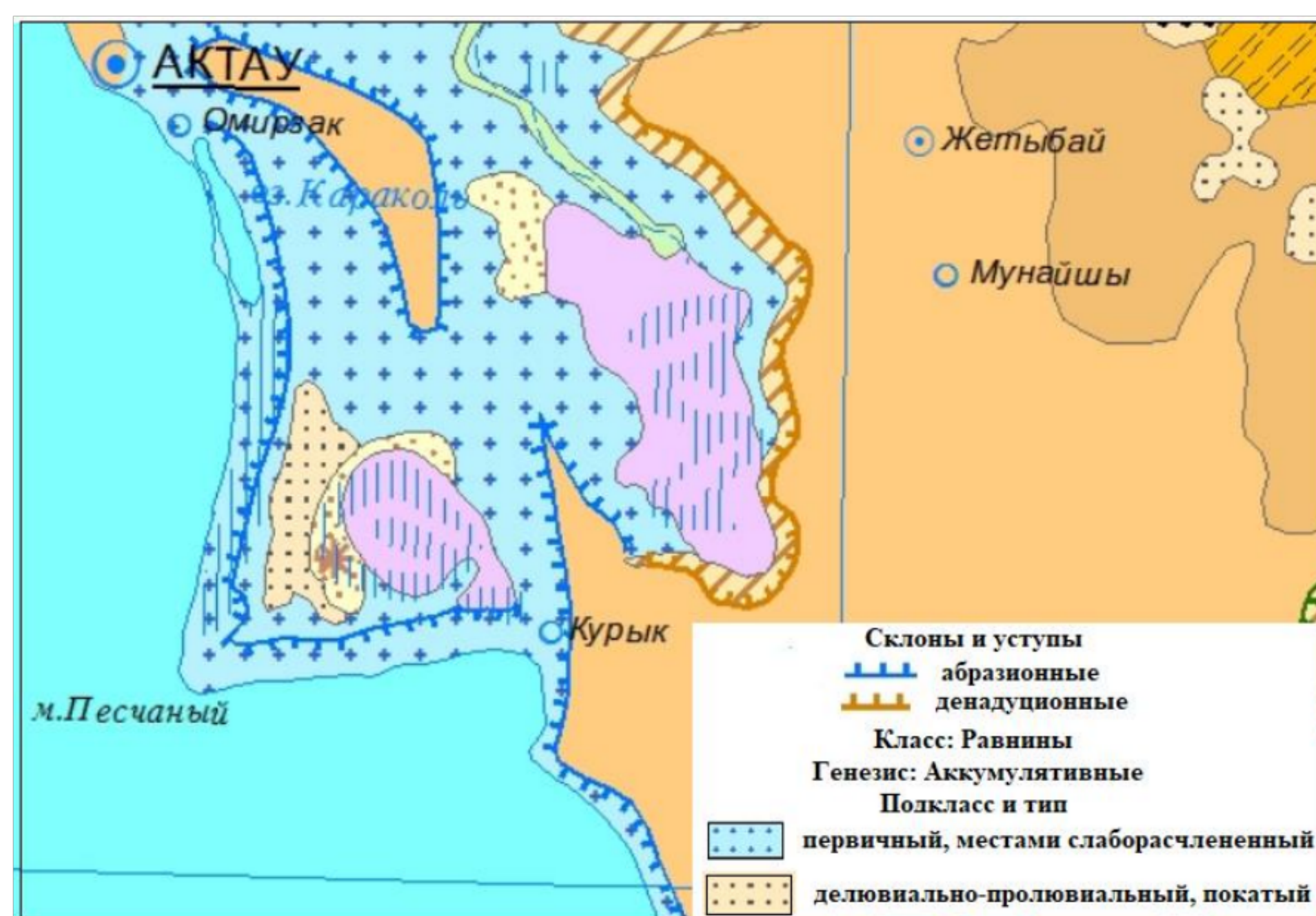


Рисунок 4 – Геоморфология Каспийского моря
(карта: атлас Мангистауской области, 2010)

Рельеф прибрежной зоны м. Песчаный тесно связан с его геологическим строением, при этом выделяется аккумулятивный тип рельефа.

Аккумулятивный рельеф, развит по днищам бессточных впадин Карагие (- 132 м) и Ащисор (- 33,5 м). Впадина Карагие имеет крутые часто обрывистые склоны, осложненные сползающими оползнями. Ее площадь свыше 1500 км², а превышение восточного борта над днищем впадины достигает 230 м.

В работе [19] установлено, что в районе сора Батыр - наиболее глубокой

части Карагие, обнаружены грязевые грифоны небольших размеров [20].

Структурно-денудационный рельеф Южно-Мангышлакского плато особо отмечается в районе впадины Карагие, за исключением сора Батыр.

Поверхность впадины сложена известняками понтического яруса и имеет слабый наклон в юго-западном направлении. Это однообразная равнина между впадиной Карагие и впадиной Ащисор. Равнина однообразная имеет небольшие перепады рельефа, в виде структурных уступов и замкнутых понижений до 5 м.

Впадина Ащисор, также является солончаком, периодически заполняемая соленой водой, соленость которой по мере заполнения снижается. Во впадине солонцы встречаются как однородные массивы, и в комплексе с зональными и интрозональными почвами. Широкое распространение солонцов обусловлена засоленностью почвообразующих пород, высокой минерализацией грунтовых вод и главным образом, климатическими условиями района. В краевых частях впадины Ащисор много мелких эрозионных ложбин глубиной до 10 см (рисунок 5).



Рисунок 5 – Впадины Ащисор и Карагие, в прибрежной зоне мыса Песчаный (Койбакова, 2019)

Необходимо отметить, что особенности рельефа дна моря в этом районе обуславливают отличие его от других частей моря, относительно циркуляции вод, солености, прозрачности и других гидрологических характеристик.

В работе [21], по данным натурных наблюдений установлено наличие в Среднем и Южном Каспии ветровых, градиентных и стоковых течений.

Изученность течений Среднего Каспия в пределах нашей области, до сих пор остается недостаточной, из-за отсутствия долговременных инструментальных измерений. Наблюдения за течениями, выполняются в основном в мелководных прибрежных зонах. В Среднем Каспии, зимой и летом, циркуляция вод имеет циклонический характер, с движением их на юг у западного берега и на север – у восточного. На основе спутниковых данных Лавровой О.Ю. получена новая информация о динамике вод Каспия (крупномасштабные круговороты, мезомасштабные вихри (рисунок 6) [22]. Скорости западной струи достигают 25-30 см/с, при этом на восточной периферии круговорота уменьшаются до 10-

20 см/с. У мыса Песчаный направление течений моря преимущественно западное.

Это обусловлено, северо-западным и западными ветрами (5-9 м/с).

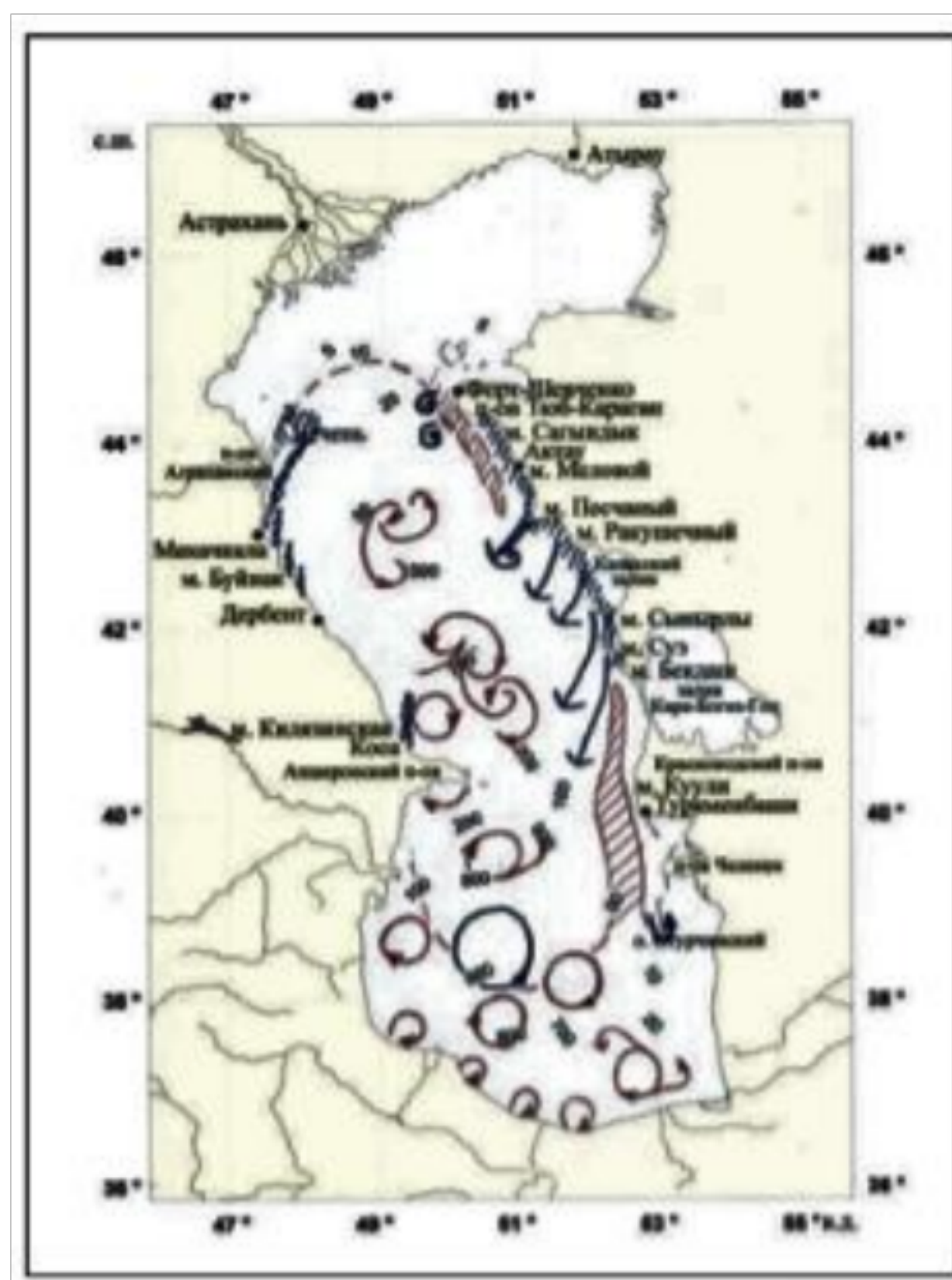


Рисунок 6 – Типичные элементы мезомасштабной циркуляции Каспийского моря в теплый сезон (Лаврова, 2011)

Сезонные изменения температуры воды в пределах акватории различны и уменьшаются с севера на юг. Колебания температуры воды наиболее выражены в зимнее время. Так, средняя температура в районе мыса Песчаный в феврале месяце, на составляет 5°C , а в более мористой части 6°C , при этом в северной части моря 2°C и 1°C соответственно. В августе месяце средняя температура воды на поверхности моря, у мыса Песчаный, составляет $20\text{-}22^{\circ}\text{C}$ (рисунок 7).

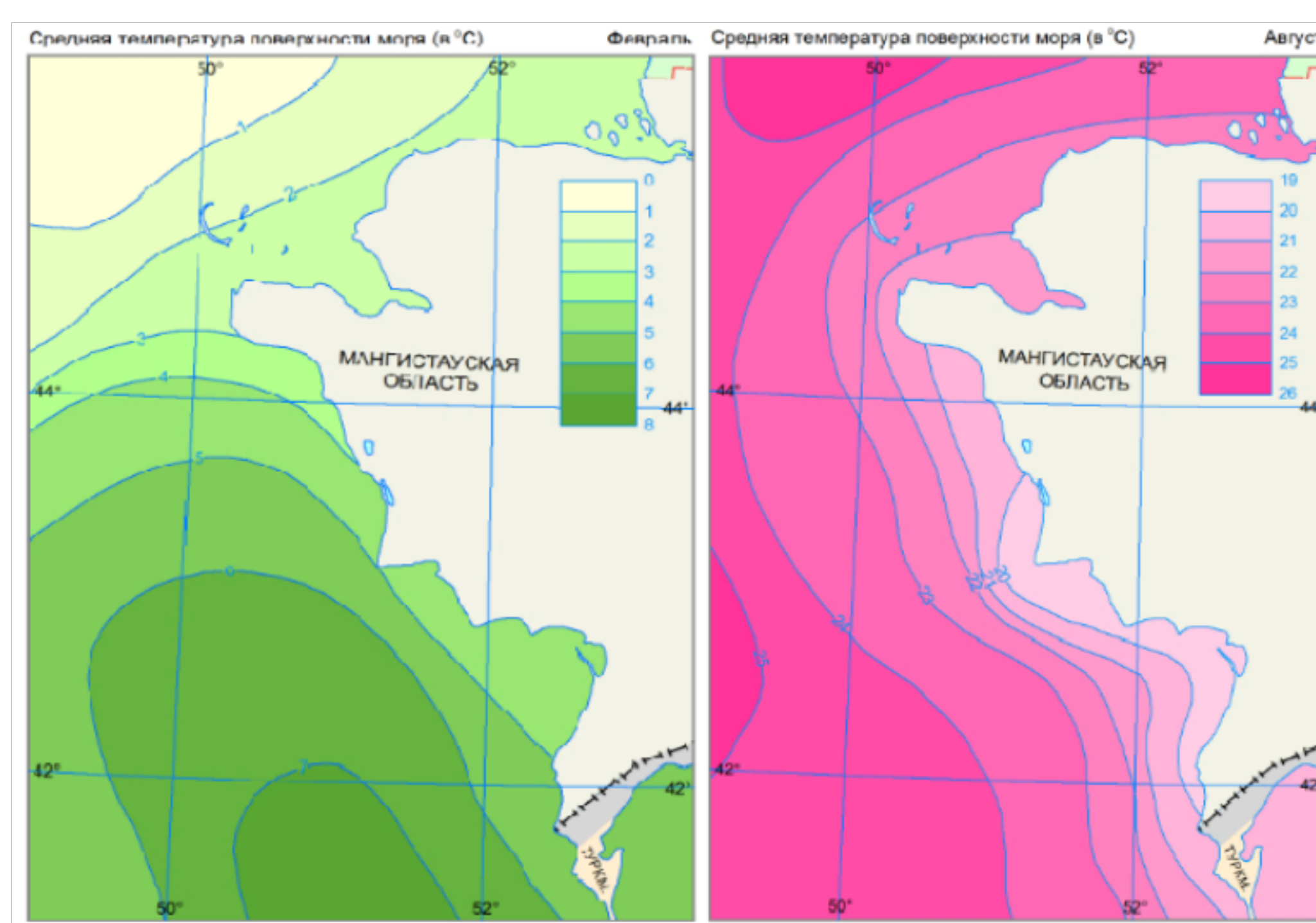


Рисунок 7 – Средняя температура поверхности воды (атлас Мангистауской области, 2010)

Вода Каспийского моря содержит карбонатов (CaCO_3) – 1,24%, сульфатов (CaSO_4 и MgSO_4) – 30,54%, хлоридов (NaCl , KCl , MgCl_2) – 67,9%. Наиболее консервативными ионами являются калий, натрий, хлор и магний. Наименее консервативны кальций и гидрокарбонат-ион. Средняя соленость – 12,9%. Поверхностная соленость в районе исследований составляет 12,0-13,0 ‰.

В этой части моря, речной сток практически не поступает и мало осадков, при этом испаряемость воды высокая, что приводит к увеличению солености и последующему перемешиванию за счет ветровых воздействий [23].

В более мористой части соленость несколько увеличивается. Различия в солености воды на поверхности, в более глубоких слоях незначительны и не препятствуют вертикальной циркуляции в зимнее время, когда поверхностная вода охлаждена (рисунок 8). Наибольший разброс солености в северной части моря.

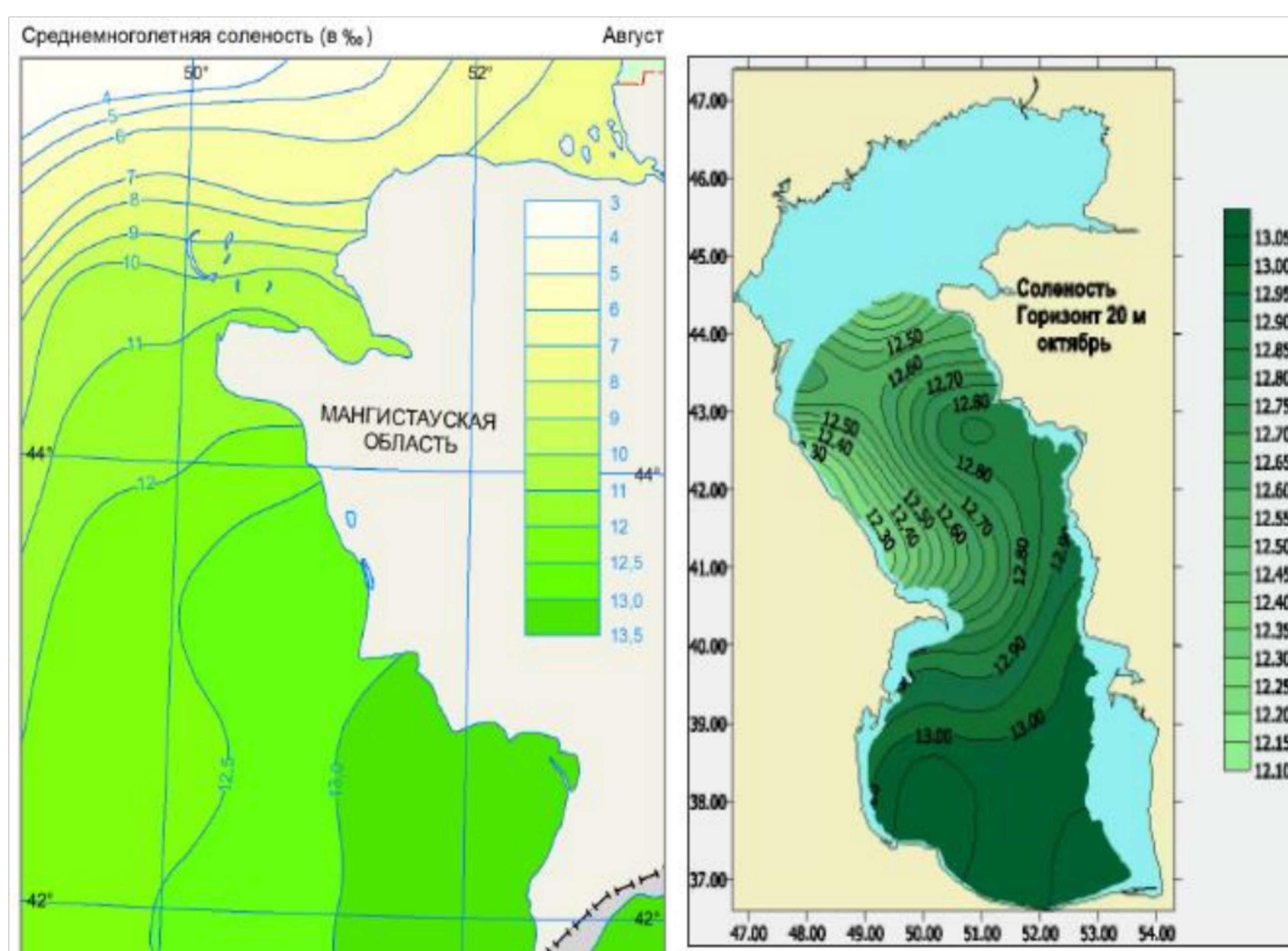


Рисунок 8 – Среднемесячная соленость Каспийского моря, в Мангистауской области (слева) и стандартных горизонтов (справа)
(Атлас Мангистауской области, 2010; Климатический атлас 2018)

Таким образом, на большее или меньшее осолонение оказывает влияние циркуляция вод Каспийского моря. В работе [24] предположили, что одним из основных механизмов генерации общей циркуляции вод может быть ветровая накачка энергии и завихренности типа апвеллинг особенно в Среднем Каспии.

Процесс может быть усилен, эффектами меридиональной ориентации Каспийского моря, его замкнутости и особенностей рельефа дна.

Физико-географическая характеристика района мыса Песчаного является обширной и поэтому приводится информация для дальнейших исследований.

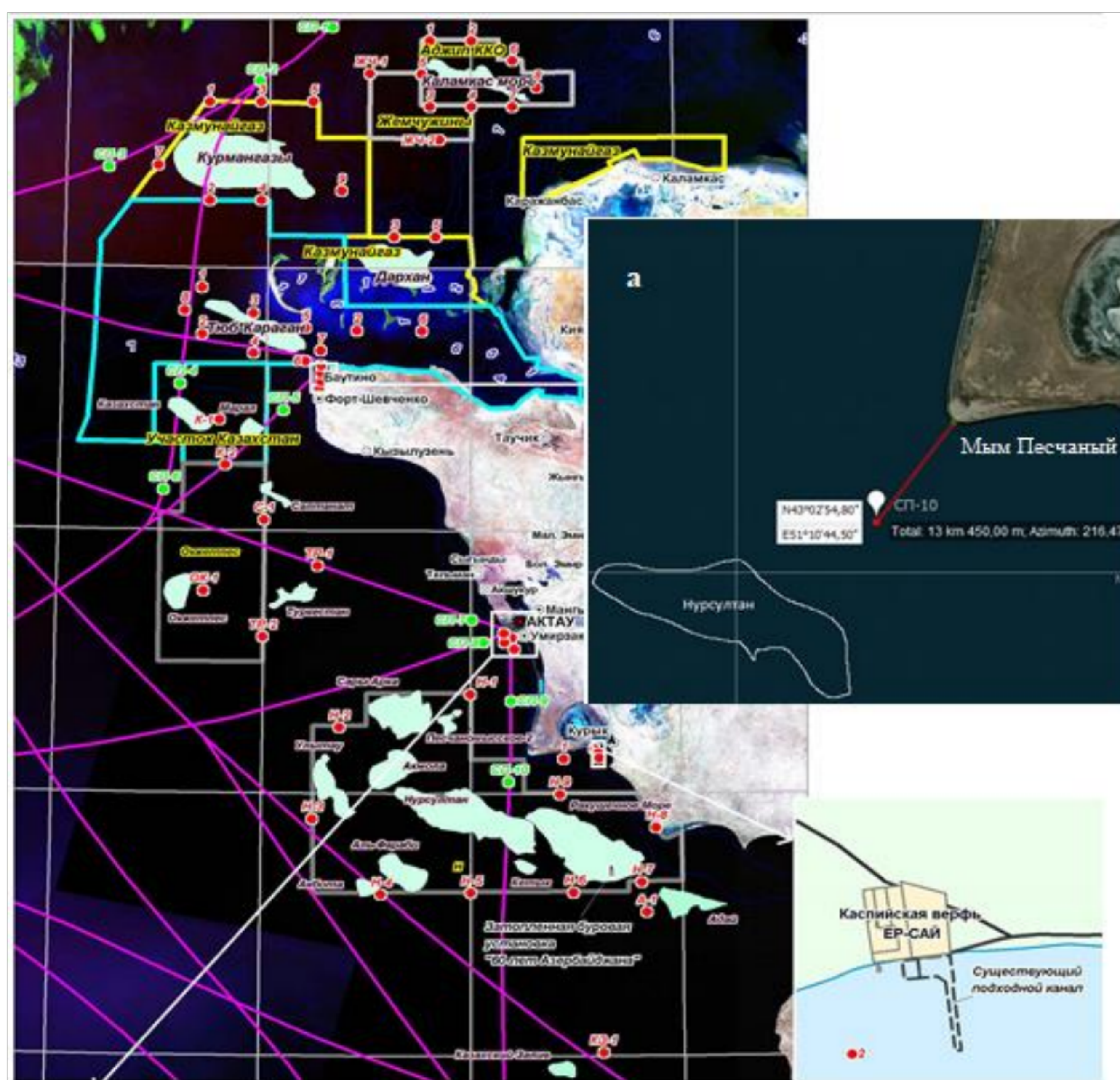
1.3 Государственный экологический мониторинг 2008-2010 г.г.

Необходимые данные предоставлены Управлением природных ресурсов и рационального природопользования (УПРиРП) Мангистауской области [25].

В 2008-2010 г.г., по заказу УПРиРП проведены исследовательские работы «Государственный экологический мониторинг на шельфе и прибрежной зоне Каспийского моря с применением технологий космического дистанционного зондирования» [26-28]. Работы выполнены силами ТОО «КАПЭ». Охвачены акватории Каспийского моря, прилегающие к месторождениям Курмангазы, Каламкас, Тюб-Караган, Дархан, и порты Актау, Курык, Баутино. Порт Курык в настоящее время именуется как ERSAI LLC.

Паромный комплекс ПК «Курык» в то время был на стадии проекта. Исследования на мысе Песчаный не проводились, поэтому для получения информации об исследованиях в этом районе, приводим данные по мониторингу в точке СП-10 месторождения Нурсултан и точки ПКР-1 порта Курык (рисунок 9).

Для сравнения, приводим результаты данных исследований по портам в Актау и Курык (ERSAI LLC), то есть для среднего Каспия в пределах области.



а) врезка: ближайшая к м. Песчаный морская станция (Койбакова, 2019)

Рисунок 9 – Схема точек мониторинга (КАПЭ, 2008)

1.3.1 Физико-химическая характеристика и качество вод

1.3.1.1 Гидролого-гидрохимические условия

Измерения проводились на морских станциях в прибрежной и мористой частях акватории Каспийского моря. Отбор проб морской воды выполнялся согласно требований государственных стандартов [29-31].

Прозрачность воды определялась диском Секи с точностью до 0,1 м. Данные о течениях регистрировались измерителем «Вектор-2». С помощью зонда Horiba U-10 на морских экологических станциях регистрировались следующие показатели: мутность, соленость, температура воды, концентрация кислорода, соленость рН и электропроводность воды [32].

Результаты наблюдений за весенне-осенний период 2010 г.

Порт Актау

Весна. Глубины воды на станциях в акватории порта составляли от 11,9 м до 19,4 м. Прозрачность воды изменялась в пределах 11,9-13,2 м. Диск Секки наблюдался на дне моря при глубине - 11,9 м. Мутность составила 3 ед NTU. Температура воды варьировала в пределах 13,2-14,7°C при среднем значении 13,9°C. Электропроводность воды в среднем составляла 19,0 мСм/см.

Соленость воды была в пределах 11,1-11,2‰ (средняя величина 11,1‰).

Значения солености морской воды были на 1‰ на 0,5‰ ниже в сравнении с 2009 г. Показано, что рН морской воды изменялся в пределах 8,34–8,47. Величина же растворенного кислорода была в пределах 10,51-10,74 мг/л.

Осень. Глубины воды на станциях порта составляли от 12,4 м до 19,6 м.

Прозрачность воды была в пределах 5,4-7,7 м, что было ниже данных за весну 2010 г. на 6 м, из-за продолжительных действий штормовых ветров.

Мутность воды - 20 ед NTU. Температура морской воды варьировала в пределах 16,4-18,1°C при среднем значении 17,0°C. Электропроводность воды в среднем составляла 19,6 мСм/см. Соленость составила 11,6-11,7‰, и была на 0,8‰ ниже данных весны, и на 0,4‰ ниже по сравнению с 2008–2009 гг.

рН воды был в пределах 9,04–9,09, близкими к значениям весны 2009 г.

Растворенный варьировал в пределах 8,62-8,93 мг/л.

Месторождение Нурсултан

Весна. Глубины морской воды на станциях структуры составляли от 13,6 м до 351 м. Прозрачность воды изменялась от 6,7 до 12,9 м. Средний показатель прозрачности 10,4 м, что характерно для Среднего Каспия. Мутность составила в среднем 4 ед NTU. Температура морской воды варьировала в узком диапазоне 11,7-14,3°C, среднее значение – 12,3°C. Электропроводность воды изменялась от 18,7 до 19,0 мСм/см. Соленость находилась в пределах 10,9-11,2‰, средняя величина - 11,0, что уже диапазона 8,9-11,7 ‰. съемки весной 2009 г.

рН воды был в диапазоне 8,33-8,44. Растворенный кислород варьировал в пределах 10,45-11,07 мг/л, что на 0,5-1,0 мг/л, больше величины за весну 2009 г.

Скорости течений менялись от 7 до 29 см/с. Среднее значение составило 18 см/с. Течения были северные и совпадали с действующим ветром.

Осень Глубина воды на станции СП-10 (рисунок 9) была равна 27 м.

Прозрачность воды изменялась от 7,8 до 9,3 м. По сравнению с весной

характерная для Среднего Каспия высокая прозрачность уменьшилась на 2 м.

Мутность составила в среднем 16 ед NTU. Температура воды варьировала в диапазоне 16,0-18,3°C, среднее значение - 16,9°C. Электропроводность воды изменялась от 19,6 до 19,8 мСм/см. Соленость составляла 11,7-11,8‰, что ниже значений 2009 г. и больше, чем за время осенней съемки 2008 г.

pH морской воды изменялся от 8,97 до 9,12. Растворенный кислород был в пределах 8,78-8,97 мг/л при среднем 8,86 мг/л, что на 0,2 мг/л, было больше, чем в 2008 и 2009 гг. Скорости течений менялись от 10 до 14 см/с. Преобладали течения с северной составляющей, что совпадает с господствующими ветрами.

Порт Курык

Весна. Глубины воды на станциях в акватории порта составляли от 5,3 м до 19,0 м. Прозрачность воды изменялась в пределах 5,3-9,2 м. При этом диск Секки наблюдался на дне при глубинах 5,3 м и 7,5 м соответственно. Мутность воды составила 3 ед NTU. Температура морской воды варьировала в пределах 12,6-14,6°C при среднем значении 13,6°C. Величина электропроводности воды составляла 18,9 мСм/см. Соленость - 11,1‰. Значения солености на 1,5‰ ниже по сравнению со среднемноголетними данными ее распределения, в порту Актау, и на 0,5‰ ниже по сравнению с данными 2009 г. pH морской воды был в пределах 8,30–8,38. Величина растворенного кислорода варьировала в пределах 10,61-10,92 мг/л при средней концентрации, составившей 10,80 мг/л.

Осень. Глубины воды на станциях в акватории порта составляли от 4,9 м до 18,6 м. Прозрачность морской воды изменялась в пределах 4,9-8,8 м.

Диск Секки наблюдался на дне при глубинах 4,9 м. Мутность составила 16 ед NTU. Температура воды была в пределах 14,9 - 15,7°C (средняя 15,2°C).

Электропроводность воды составляла 19,7 мСм/см. Соленость в среднем была равна 11,7‰ промилле. Значения солености на 1,0‰ ниже по сравнению со среднемноголетними данными ее распределения на открытой акватории Среднего Каспия, и на 0,5‰ ниже по сравнению измерениями осени 2009 г.

pH морской воды изменялся в пределах 9,03–9,07.

Величина растворенного кислорода варьировал в пределах 8,48-9,21 мг/л, что в целом совпадает с данными мониторинга осенью 2008 и 2009 гг.

Вывод. Океанографические характеристики водных масс в районе портов Актау, Курык, более однородны по сравнению с портом Баутино.

Средняя величина прозрачности воды в районе м. Нурсултан, составила в среднем равна 9,7 м, что было ниже показателя в п. Актау (12,6 м) и выше чем в п. Курык (7,2 м). Так, температура воды в районе м. Нурсултан (мыс Песчаный) составила в среднем 12,3°C, что ниже показателей п. Актау (13,9°C), и п. Курык (13,6°C), на 1,6°C и 1,3°C соответственно, что объясняется циркуляцией вод.

Соленость воды в районе м. Нурсултан составила 11,0‰, п. Актау 11,1‰ п. Курык 11,0, что свидетельствует о практически равном уровне солености.

Средние за 2008-2010 годы, величины pH на 0,4-0,5 единиц превысили значения наблюдений на Каспии. В целом, средние показатели гидролого-гидрохимических характеристик соответствуют среднемноголетним данным [33-35].

1.3.2 Содержание взвешенных веществ и сухого остатка в воде

Результаты определения содержания в воде взвешенных и растворенных (сухого остатка) в поверхностном горизонте Каспийского моря в 2010 г.

Порт Актау

Весна. Содержание взвешенных веществ в воде изменялось в пределах 16-22 мг/дм³, в среднем составляло 19.5 мг/дм³. Содержание сухого остатка в воде было в диапазоне 8376-10324 мг/дм³ при среднем значении 9236 мг/дм³.

Осень. Содержание взвешенных веществ в морской воде изменялось в пределах 30.4-91.4 мг/дм³, в среднем составляло 57.2 мг/дм³.

Нурсултан

Весна. Содержание взвешенных веществ было в пределах 10-26 мг/дм³ и в среднем составляло 18 мг/дм³. Содержание сухого остатка в морской воде на станции СП-10 было в диапазоне 5240-71120 мг/дм³ при среднем - 6462 мг/дм³.

Осень. Содержание взвешенных веществ в воде изменялось в пределах 12.2-21.2 мг/дм³, и в среднем составляло 15.5 мг/дм³.

Порт Курык

Весна. Содержание взвешенных веществ в воде составило 12-16 мг/дм³, а средняя величина - 13.5 мг/дм³. Содержание сухого остатка в морской воде на станциях было в диапазоне 4376-3720 мг/дм³ (среднее - 10307 мг/дм³).

Осень. Содержание взвешенных веществ в морской воде изменялось в пределах 3.2-76.6 мг/дм³, и в среднем составляло 32.8 мг/дм³.

Вывод

Весна. Содержание взвешенных частиц в районе м. Нурсултан составила в среднем 18 мг/дм³, что меньше чем в районе п. Актау (19,5 мг/дм³) и больше в сравнении с величиной в п. Курык (13,5 мг/дм³). При этом, содержание в воде сухого остатка, в этом районе составило в среднем 6462 мг/дм³, что было меньше чем в п. Актау (9236 мг/дм³), и почти в вдвое меньше чем в п. Курык.

Осень. Осенью содержание в морской воде взвешенных веществ, в связи с осадками и влиянием юго-восточных и юго-западных ветров увеличивается.

Средняя величина взвешенных веществ в районе м. Нурсултан, в осенний период составила 15,5 мг/дм³, при величине 57,2 мг/дм³ в районе п. Актау и при показателе - 32,8 мг/дм³. Это объясняется особенностями циркуляции морской воды в районе глубокой Дербентской впадины и ветровыми воздействиями.

Так, во время весенней съемки преобладали ветры с скоростью до 7 м/с, то при осенней съемке около трети станций исследовались, при таких же ветрах более 7 м/с и при этом частота этих ветров составляла 35% против 2% весной.

В исследованиях отмечается, что величина растворенных взвешенных веществ при лабораторных анализах подвержена, общеизвестным искажающим влияниям, как неполнота перевода карбоната в окись. Относится к этому также частичное окисление органического вещества и неполное устранение влияния хлористого магния, сернокислого кальция и магния и др.

Для более достоверной оценки техногенного загрязнения морской воды водорастворимыми солями, необходимо накопление данных на основе и путем систематического мониторинга солесодержания.

1.3.3 Содержание биогенных элементов в воде

Выполнены определения содержания биогенных элементов в морской воде в поверхностном горизонте, на станциях государственного мониторинга.

Порт Актау

Весна. Содержание в морской воде аммонийного азота, нитритного азота, нитратного азота и общего азота на морских станциях ниже аналитических пределов обнаружения: <0.05 мг/дм³, <0.002 мг/дм³, <0.05 мг/дм³, <0.003 мг/дм³ соответственно. Концентрации всех форм минерального азота была на порядок ниже нормативов [33,34]. Концентрации фосфатов в морской воде на станциях были ниже аналитического предела обнаружения: <0.01 мг PO_4^{3-} /дм³.

Осень. Содержание в воде порта аммонийного азота, нитритного азота, нитратного азота и общего азота на всех станциях ниже аналитических пределов обнаружения: <0.04 мг/дм³, <0.01 мг/дм³, <0.1 мг/дм³, <0.1 мг/дм³.

Содержание фосфатов находилось в пределах 0.03 - 0.06 мг PO_4^{3-} /дм³, в среднем составляло 0.05 мг PO_4^{3-} /дм³.

Нурсултан

Весна. Содержание в морской воде аммонийного азота, нитритного азота, нитратного азота и общего азота на всех станциях ниже аналитических пределов обнаружения: <0.05 мг/дм³, <0.002 мг/дм³, <0.05 мг/дм³, <0.003 мг/дм³ соответственно. Концентрации всех форм минерального азота не менее чем на порядок ниже нормативов, установленных для рыбохозяйственного и хозяйственно-питьевого водопользования. Концентрации фосфатов в воде на всех станциях ниже аналитического предела обнаружения: <0.01 мг PO_4^{3-} /дм³.

Осень. Содержание в морской воде аммонийного азота, нитритного азота, нитратного азота и общего азота на всех станциях ниже аналитических пределов обнаружения: <0.04 мг/дм³, <0.01 мг/дм³, <0.1 мг/дм³, <0.1 мг/дм³ соответственно. Концентрации всех форм минерального азота ниже соответствующих нормативов, установленных для рыбохозяйственного и хозяйственно-питьевого водопользования. Содержание фосфатов находилось в пределах 0.06 - 0.09 мг PO_4^{3-} /дм³, в среднем составляло 0.07 мг PO_4^{3-} /дм³.

Порт Курык

Весна. Содержание в морской воде аммонийного азота, нитритного азота, нитратного азота и общего азота на всех станциях ниже аналитических пределов обнаружения: <0.05 мг/дм³, <0.002 мг/дм³, <0.05 мг/дм³, <0.003 мг/дм³ соответственно. Концентрации всех форм минерального азота не менее чем на порядок ниже нормативов, установленных для рыбохозяйственного и хозяйственно-питьевого водопользования. Концентрации фосфатов в воде на всех станциях ниже аналитического предела обнаружения: <0.01 мг PO_4^{3-} /дм³.

Осень. Содержание в морской воде аммонийного азота, нитритного азота, нитратного азота и общего азота на всех станциях ниже аналитических пределов обнаружения: <0.04 мг/дм³, <0.01 мг/дм³, <0.1 мг/дм³, <0.1 мг/дм³ соответственно. Содержание фосфатов находилось в пределах 0.05 - 0.09 мг PO_4^{3-} /дм³, в среднем составляло 0.07 мг PO_4^{3-} /дм³. Концентрации всех форм минерального азота были ниже соответствующих нормативов водопользования.

По результатам исследования весной 2010 г., установлено: на станциях портов Актау и Курык, и станции в районе м. Нурсултан содержание минерального азота во всех формах присутствия в воде, в частности - ионов аммония (NH_4^+), нитритов (NO_2^-), нитратов (NO_3^-) - было ниже аналитических пределов обнаружения и составляло менее 0.05 мг/дм^3 .

Концентрации аммонийного азота (N-NH_4^+) не достигали 0.05 мг/дм^3 , нитритного азота (N-NO_2^-) – были ниже 0.002 мг/дм^3 , нитратного азота (N-NO_3^-) – ниже 0.05 мг/дм^3 . Зарегистрированные концентрации всех минеральных форм азота на порядок ниже нормативов.

Результаты показали, что на акватории моря в пределах Мангистауской области, подлежащей мониторингу, весной 2008 г. концентрации нитритного азота находились в пределах $0.0005\text{-}0.0025 \text{ мг/дм}^3$ (средняя 0.0017 мг/дм^3).

Осенью диапазон составил $0.0002\text{-}0.0185 \text{ мг/дм}^3$ (средняя 0.0024 мг/дм^3).

Очевидно, к осенним мониторинговым съемкам, которые приходились в основном на сентябрь и октябрь, ход сокращения нитратов за счет потребления фитопланктоном замедлялся, т.к. на спаде температур вступали в силу факторы обогащения моря нитратами, среди которых угнетение процессов фотосинтеза и возрастание притока волжских вод в связи с осенними дождевыми осадками.

На акватории м. Нурсултан в Среднем Каспии концентрации фосфатов осенью в целом были ниже, чем в порту Актау, что объясняется замедленным в глубоководной части моря затуханием фотосинтетической активности в связи с понижением температуры, то есть большей инерционностью этого показателя.

Концентрации фосфатов были в диапазоне $0.03\text{-}0.14 \text{ мг PO}_4^{3-}/\text{дм}^3$, то есть (в пересчете на фосфор ортофосфатов – в диапазоне $0.01\text{-}0.05 \text{ мг/дм}^3$).

Зафиксировано незначительное повышение содержание фосфатов на акватории м. Нурсултан – $0.09\text{-}0.14 \text{ мг PO}_4^{3-}/\text{дм}^3$. При этом, на станциях портов средние концентрации фосфатов составили: в порту Актау - $0.05 \text{ мг PO}_4^{3-}/\text{дм}^3$; в порту Курык - $0.07 \text{ мг PO}_4^{3-}/\text{дм}^3$, соответственно.

В целом, средние концентрации аммонийного азота летом в Среднем Каспии составляют $0.15\text{-}0.2 \text{ мг/дм}^3$, причем повышенные концентрации, были отмечены в прибрежных зонах, пониженные в глубоководных частях моря [33, с. 233].

Высокая динамичность морских вод весной обуславливает значительную изменчивость концентраций фосфатов в этот период года. В годовой динамике фосфатов отмечается высокая изменчивость. Осенью коэффициенты вариации C_v оказались выше 100%. Наибольшие величины этих коэффициентов были приурочены к зонам интенсивного смешения морских, в районе м. Песчаного.

Так, осенью среднее содержание фосфатов достигло годового максимума – 0.013 мг/дм^3 , а в восточной части возрастает до 0.0195 мг/дм^3 [35, с. 92].

По данным исследований последних 5-8 лет концентрации фосфатов в Северном Каспии в позднелетний период составляли $20\text{-}30 \text{ мкг PO}_4^{3-}/\text{дм}^3$ [36].

В целом, с 2009 по 2010 гг. концентрации фосфатов возросли на всей исследованной акватории (кроме весны 2010 г.), что обусловлено как сроками съемок при исследовании, так и высокой динамичностью показателя.

1.3.4 Содержание фенолов, углеводородов и СПАВ в воде

В морской воде фенольные соединения могут быть представлены двумя генетическими группами: биогенные и техногенные, которые способны влиять на величину pH, на концентрацию растворенного кислорода, на биологическое потребление кислорода (БПК₅), а также на гидробиологические показатели. Фенолокислоты способны угнетать рост и развитие синезеленых водорослей.

Наличие в воде синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) резко ухудшает органолептические свойства и при концентрации 1-3 мг/л, вода приобретает неприятный запах. СПАВ тормозит фотосинтез и доступ кислорода.

Порт Актау.

Весна. Загрязнения фенолами поверхностных вод не зафиксировано.

Содержание фенолов на станциях порта Актау не превышало нижнего предела аналитического обнаружения 0.0005 мг/дм³.

Концентрации нефтепродуктов варьировали в диапазоне 0.01-0.02 мг/дм³ при среднем их содержании 0.016 мг/дм³. Содержание нефтепродуктов на всех станциях в пределах рыбохозяйственного норматива. СПАВ во всех пробах не обнаружены, содержание составляло 0.05 мг/дм³, что ниже норматива ПДК.

Осень. Концентрации фенолов в поверхностных водах моря колебались в пределах от 0.0011 до 0.0012 мг/дм³ (средняя величина 0.0013 мг/дм³).

Фенольное загрязнение вод низкого уровня (до 1.3 ПДК) в период съемки зафиксировано на всех морских станциях порта. Концентрации нефтепродуктов в воде находились ниже определяемого уровня <0.05 мг/дм³, и не превышали ПДК рыбохозяйственного норматива. СПАВ на станциях порта не обнаружены, содержание не превышало нижнего предела аналитического обнаружения 0.05 мг/дм³, будучи ниже ПДК рыбохозяйственного и санитарного норматива.

Месторождение Нурсултан

Весна. Фенолы в поверхностном горизонте морской воды на станциях государственного мониторинга не были обнаружены содержание не превышало нижнего предела аналитического обнаружения 0.0005 мг/дм³ и было ниже ПДК.

Концентрации нефтепродуктов были в пределах 0.012-0.060 мг/дм³, при среднем содержании 0.027 мг/дм³. Содержание нефтепродуктов на станциях соответствовало рыбохозяйственному нормативу, за исключением станции на северной части месторождения Нурсултан (1,2 ПДК). СПАВ во всех пробах не обнаружены, содержание не превышало нижнего предела 0.05 мг/дм³ ПДК.

Осень. В этот период концентрации фенолов в поверхностных водах колебались в пределах от 0.0015 до 0.0020 мг/дм³ (средняя 0.0017 мг/дм³).

Фенольное загрязнение вод низкого уровня (до 1.7 ПДК) в период съемки присутствовало, за единичным исключением, на всех станциях месторождения.

Концентрации нефтепродуктов в воде фиксировались ниже определяемого уровня <0.05 мг/дм³ и не превышали ПДК рыбохозяйственного норматива.

Величина СПАВ на всех станциях м. Нурсултан, не превышали нижнего предела аналитического обнаружения 0.05 мг/дм³, будучи ниже ПДК.

Порт Курык

Весна. Концентрации фенолов в поверхностных водах колебались в

пределах от менее 0.0005 до 0.006 мг/дм³ (средняя величина 0.00034 мг/дм³).

Содержание фенолов на всех станциях ниже ПДК (рыб. хоз) норматива.

Концентрации нефтепродуктов были в диапазоне 0.012-0.162 мг/дм³ при среднем содержании 0.075 мг/дм³. На акватории района порта зоны загрязнения нефтепродуктами (2-3 ПДК) зарегистрированы на внешней стороне перипетра.

СПАВ в пробах порта не обнаружены содержание не превышало нижнего предела аналитического обнаружения 0.05 мг/дм³, будучи ниже ПДК рыб.хоз.

Осень. Концентрации фенолов в поверхностных водах моря колебались в пределах от 0.001 до 0.0015 мг/дм³ при средней величине 0.0014 мг/дм³.

Фенольное загрязнение вод более низкого уровня (до 1.5 ПДК рыб. хоз.) в период съемки присутствовало на всех станциях порта Курык (рисунок 10).

Концентрации нефтепродуктов в воде оказались ниже определяемого уровня <0.05 мг/дм³ и не превышали ПДК рыб.-хоз. СПАВ на станциях порта не обнаружены, их содержание не превышало нижнего предела аналитического обнаружения 0.05 мг/дм³, будучи ниже ПДК рыб. хоз.

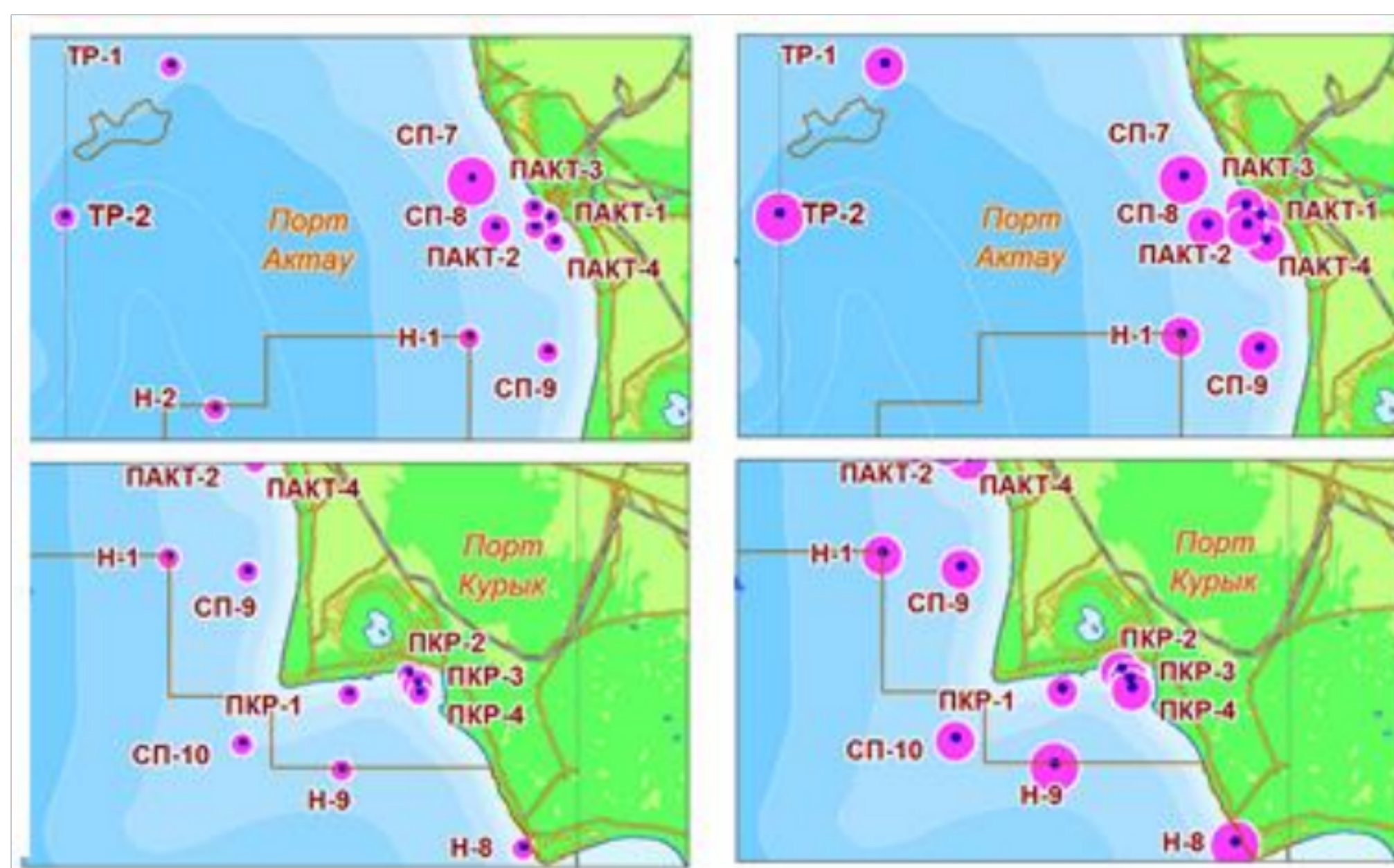


Рисунок 10 – Распределение фенолов на акватории портов Актау, Курык и месторождения Нурсултан осенью 2010 г. (КАПЭ, 2010)

Загрязнение вод фенолами тотальное, но незначительное, низкого уровня и в целом соответствуют уровням, наблюдавшимся еще в 1990 гг.

Весной 2010 г. уровни загрязнения превышали уровни предшествующих лет в северо-восточной части: порту Баутино (23-24 ПДК), в районе Каламкаса (23-26 ПДК), Курмангазы (4-5 ПДК). Тем не менее, в осенний период было зафиксировано снижение до 1-2 ПДК, на всех обследованных станциях северного Каспия. Загрязнение вод синтетическими поверхностно-активными веществами СПАВ, как и в результатах прежних съемок практически отсутствует. Содержание нефтепродуктов весной 2010 года, возросло по отношению к уровням прошлых лет до 2 ПДК.

При этом, значительные концентрации были в портах Баутино и Курык 0.09 мг/дм³ (1,7 ПДК). Максимальные концентрации зафиксированы в районе морского месторождения Туркестан (12 ПДК).

Осенью, как и в 2009 г., нефтепродукты не обнаружены на всех станциях.

1.3.5 Содержание тяжелых металлов в воде

Токсикологические исследования содержания в поверхностном горизонте морской воды на станциях государственного экологического мониторинга.

Увеличение концентраций тяжелых металлов в морской воде может быть связано с трансграничными переносами поллютантов, образующихся за счет антропогенной деятельности [37]. Исследовано содержание в морской воде наиболее токсичных тяжелых металлов: ванадия (V), кадмия (Cd), свинца (Pb), ртути (Hg), меди (Cu), хрома (Cr) а также цинка (Zn), (Ba) и металлоида (As).

Порт Актау

Весна. Содержание ванадия, кадмия, свинца, ртути и мышьяка на всех исследованных станциях было ниже пределов обнаружения примененных методов количественного химического анализа и ниже рыбохозяйственных нормативов. Содержание меди варьировалось в диапазоне 1,8-2,7 ПДК. Максимум зарегистрирован на ст. ПАКТ-2 («красный овал» на рисунок 11).

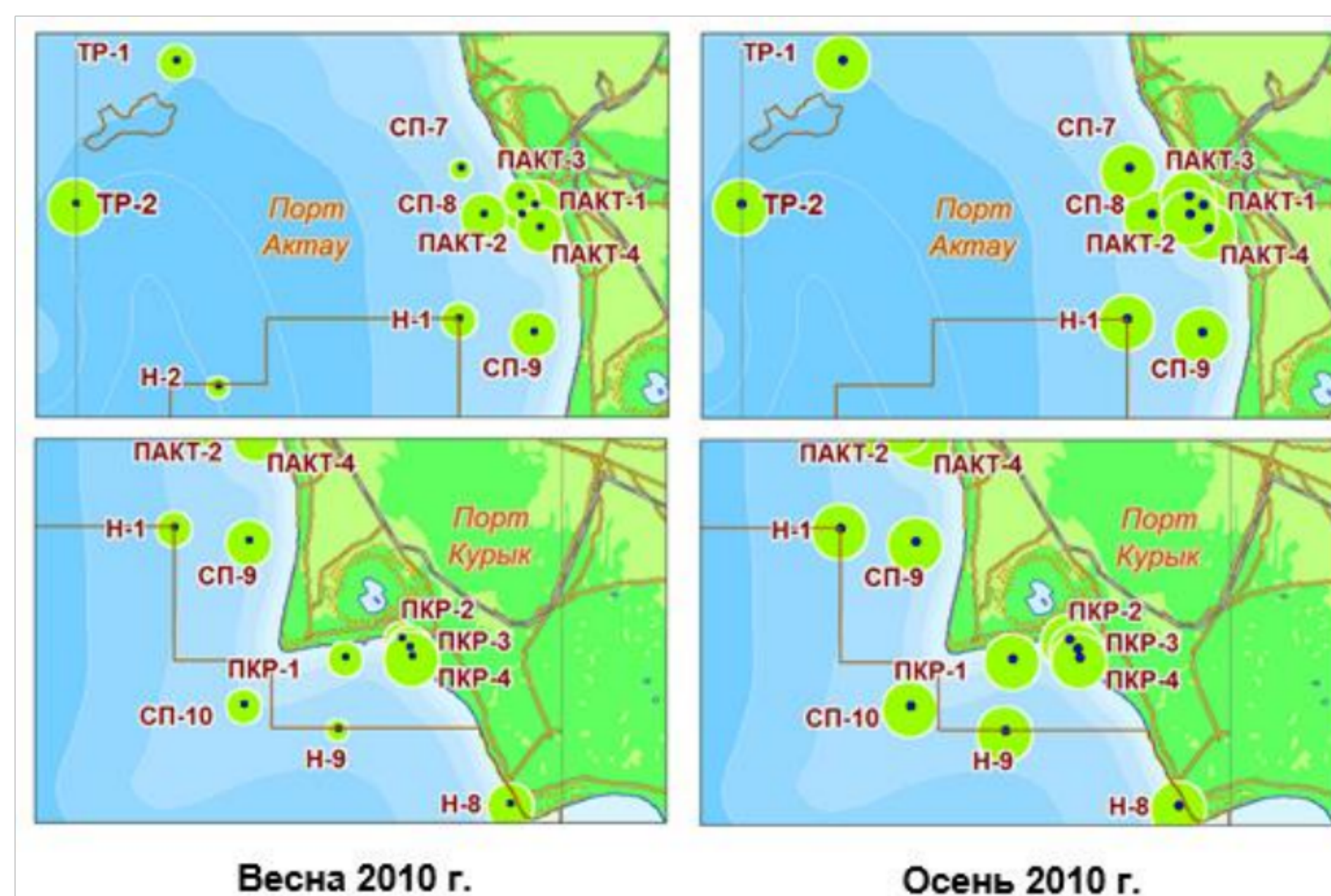


Рисунок 11 – Распределение меди в поверхностном горизонте на исследованных участках п. Актау, месторождения Нурсултан и п. Курык весной и осенью 2010, (КАПЭ, 2010)

Среднее содержание меди превышало рыбохозяйственный норматив в 2 раза; на 2 порядка ниже санитарно-гигиенической нормы. По отношению к средним уровням меди в периоды съемок весной 2009 г. и 2008 г. среднее содержание меди в мае 2010 г. составило 2.7 и 0.4 ПДК. Содержание хрома и бария зафиксировано, в пределах нормативов ПДК, установленных для рыбохозяйственного водопользования.

Концентрации цинка в мае 2010 г. были на порядок ниже концентраций, зарегистрированных в весенний период 2008-2008 гг. По отношению к съемкам весной 2009-2008 гг. среднее содержание бария в воде в мае 2010 г. в береговой части порта Актау составляло 0.7 и 1.6 ПДК соответственно.

Осень. В этот период содержание ванадия, кадмия, свинца, ртути, а также металлоида мышьяка было ниже пределов обнаружения примененных методов

количественного химического анализа и ниже нормативов для рекреационного, культурно-бытового, рыбохозяйственного водопользования.

Содержание Си варьировало в диапазоне 3.4-4.5 ПДК (рыб-хоз).

Среднее содержание меди составляло 3.8 ПДК, что на 2 порядка ниже санитарно-гигиенической нормы. В целом, по отношению к средним уровням концентрации Си в периоды съемок осенью 2008-2009 гг. среднее содержание элемента в воде осенью 2010 г. составило 0.6 и 1.9 ПДК.

Содержание Cr, Zn и Ba, было в пределах нормативов, установленных для рекреационного, культурно-бытового, рыбохозяйственного водопользования.

Содержание Cr по отношению к осенним величинам 2008-2009 гг. было в целом на порядок меньше и не превышало нижний предел обнаружения.

Среднее содержание цинка возросло в 1.9 раза по отношению к осенним уровням 2009 г. (рисунок 12), но не превысило содержание в воде осенью 2008 г. Концентрация бария зафиксирована на уровне наблюдений 2009 г.

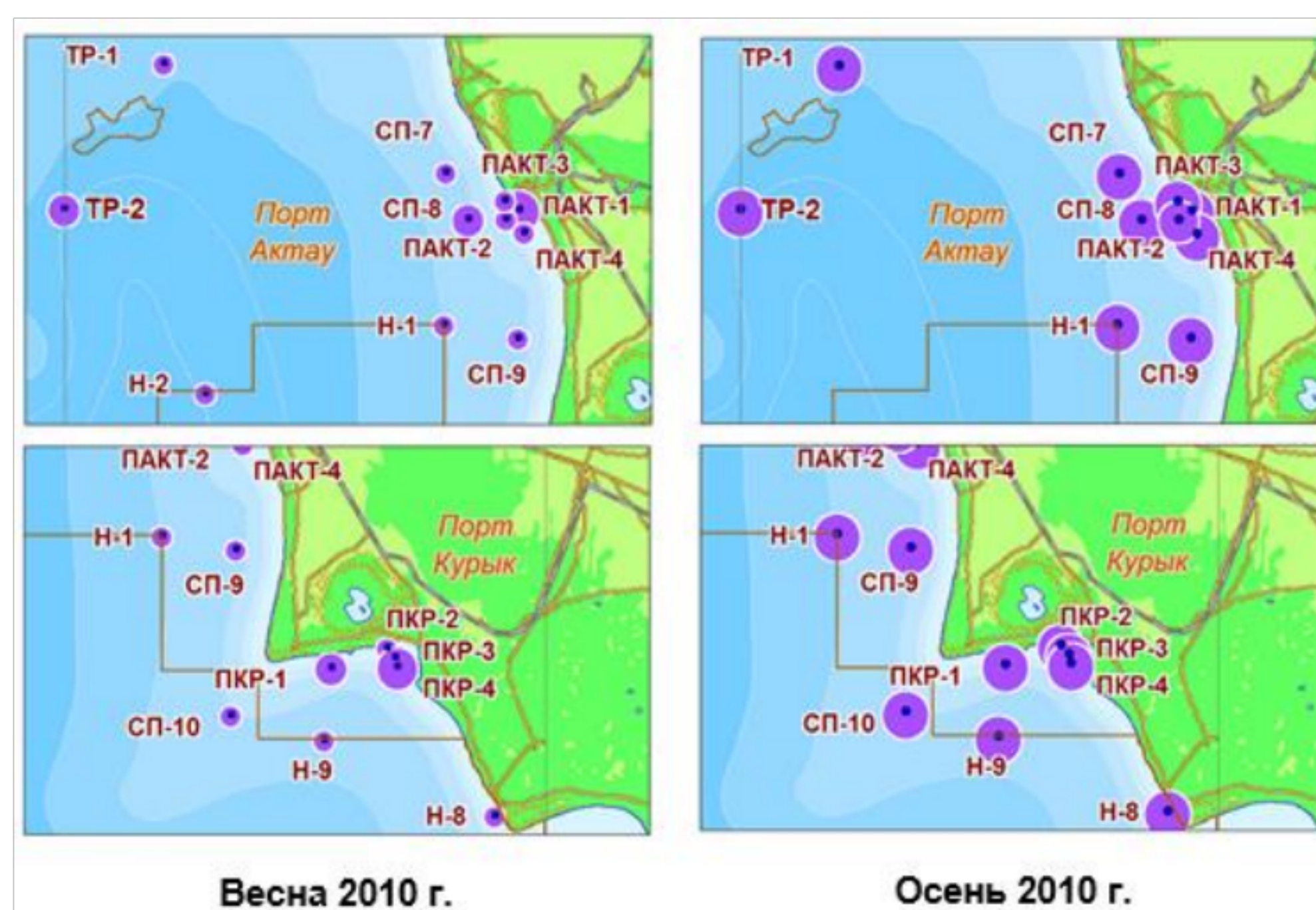


Рисунок 12 – Распределение меди в поверхностном горизонте на исследованных участках п. Актау, месторождения Нурсултан и п. Курык весной и осенью 2010, (КАПЭ, 2010)

Месторождение Нурсултан

Весна. Содержание ванадия, кадмия, свинца, ртути и мышьяка на всех исследованных станциях было ниже пределов обнаружения примененных методов количественного химического анализа и ниже рыбохозяйственных нормативов. Содержание меди варьировалось в диапазоне 1.3-7.3 ПДК.

Среднее содержание меди превышало норматив (рыб-хоз.) в 2 раза и на 2 порядка ниже санитарно-гигиенической нормы. Так, по отношению к средним уровням меди в периоды весенних съемок 2008-2009 гг., среднее содержание меди в мае 2010 г. составило 0.8 и 0.5 ПДК соответственно.

Содержание хрома, цинка, бария находилось в пределах нормативов, установленных для рекреационного, культурно-бытового, рыбохозяйственного водопользования. Средняя концентрация цинка в мае 2010 г. составляла всего 0.1 и 0.3 ПДК, по сравнению со средними концентрациями весной 2008-2009 гг.

Относительно бария, зафиксировано, что среднее содержание элемента в весенние периоды 2008-2010 гг. сохранялось достаточно стабильным.

Осень. Концентрация ванадия, кадмия, свинца, и металлоида мышьяка, зафиксирована на уровне ниже пределов обнаружения примененных методов количественного химического анализа и ниже нормативов водопользования.

Содержание меди варьировало в диапазоне 1.6-2.5 ПДК норматива.

Максимальная концентрации меди в точке СП-8, в районе между п. Актау и м. Нурсултан (рисунок 11). Среднее содержание меди составило порядка 4.6 ПДК, что более чем в 2 раза ниже санитарно-гигиенической нормы.

По отношению к средним уровням меди в периоды осенних съемок 2008-2009 гг. среднее содержание элемента осенью 2010 г. составило 0.5 и 1.7 ПДК.

Содержание хрома, цинка, бария находилось в пределах нормативов.

Содержание хрома сократилось по отношению к осенним величинам 2008-2009 гг. на один и два порядка соответственно. Концентрации цинка была ниже осенних уровней 2008-2009 гг. Среднее содержание бария практически сохранилось на уровне наблюдений, выполненных в весенний период 2009 г.

Порт Курык

Весна. Содержание ванадия, кадмия, свинца, ртути и мышьяка на всех исследованных станциях было ниже пределов обнаружения примененных методов количественного химического анализа и ниже нормативов.

Содержание меди варьировалось в диапазоне 1.9-2.6 ПДК (рыб-хоз.).

По отношению к средним уровням меди весенних съемок 2008-2009 гг., среднее содержание меди в мае 2010 г. составило 1.3 и 0.7 ПДК соответственно.

Средняя концентрация Zn в мае 2010 г. была ниже средних концентраций в весенние периоды 2008-2009 гг. и составляла 0.6 и 0.5 ПДК соответственно.

По отношению к весенним периодам 2008-2009 гг. среднее содержание бария в мае месяце 2010 г. составляло 0.5 и 1.7 ПДК соответственно.

Осень. Содержание ванадия, кадмия, свинца, ртути, а также металлоида мышьяка ниже пределов обнаружения методов количественного химического анализа и ниже нормативов рыбохозяйственного водопользования.

Содержание меди варьировалось в диапазоне 3.3-3.7 ПДК. Максимум Cu зарегистрирован в районе м. Нурсултан. Среднее содержание Cu составляло 3,0 ПДК, и на 2 порядка было ниже санитарно-гигиенической нормы.

По отношению к средним уровням меди осенью 2008-2009 гг. среднее содержание меди осенью 2010 г. составило 0.6 и 1.7 ПДК соответственно.

Исследования показали, что достаточно равномерные, в пределах естественной изменчивости, поля распределения были характерны для ванадия, свинца, никеля (Cv не более 38%). Вместе с этим, большой вариативностью в отдельные периоды 2009 г. отличались медь, цинк, хром, барий (Cv до 70%).

К весеннему и осеннему периодам исследований 2010 г. по сравнению с 2008-2009 гг. снизилось содержание ванадия, меди, хрома, кадмия и весенние уровни цинка и бария 2009 г. Межгодовая изменчивость как осенних, как и весенних уровней свинца носила колебательный характер [26, с. 136; 28, с. 175].

1.4 Космический мониторинг Мангистауской области в 2008-2011 гг.

В 2008-2010 гг., Казахстанским Агентством Прикладной Экологии был осуществлен космический мониторинг региона, по 2-м направлениям:

- космический мониторинг нефтяных пленок на поверхности моря;
- космический мониторинг факелов на наземных нефтепромыслах.

Результаты мониторинга разливов в 2008-2010 гг.

В отличие от гиперспектральных данных MODIS, радарные космоснимки с Канадского спутника Radarsat всепогодные и были использованы в проекте, на протяжении всех 3 лет. Однако, стоимость данных спутника Radarsat, на два порядка превышала стоимость гиперспектральных данных низкого разрешения. При этом охват одним изображением поверхности Земли не превышает 150 км².

Для эффективного использования радарных данных мониторинга портов Баутино, Актау и других прибрежных зон, необходимо было обеспечить выезд специалистов на судне к месту обнаруженных нефтяных загрязнений на море.

Таким образом, для решения этой задачи, необходимо было применение в технологической цепи космического мониторинга следующих звеньев:

- сервера базы данных с результатами обработки радарной съемки;
- картографического интерактивного интерфейса геопортала;
- морского транспорта (суден) для оперативного изучения загрязнений.

Для оперативного контроля за загрязнениями поверхности моря, принято решение об установке специализированного радара, позволяющего обеспечить контроль территории с радиусом охвата до 50 км.

Наиболее детальным было радиолокационное изображение, полученное в 2008 году по данным спутника Radarsat (рисунок 13).

На космическом снимке, полученном от 29 октября 2008 года, по данным спутника Radarsat-1, в детальном режиме пленочных загрязнений, на нефтяном промысле Каламкас-море не обнаружено. Данные спутника были получены в условиях скорости ветра 5-6 м/с в северо-восточном направлении.

На радиолокационном изображении спутника Radarsat-1, полученном уже в стандартном режиме, возле порта Актау обнаружены пленочные загрязнения, интерпретируемые как судовой разлив и вероятный судовой разлив.

Данные получены в условиях скорости ветра 5-6 м/с (В).

Слева на рисунке 13, показана пленка нефтяного разлива в районе порта Актау, обнаруженная по данным изображения со спутника. Площадь разлива составляла 0,109 км², с расстоянием от портовой акватории – 1,3 км.

Справа на рисунке 13, приведен обнаруженный спутником разлив нефти на юго-западе от порта Актау, на удалении 8,3 км. Площадь разлива 0,21 км².

В последующие годы качество снимков резко ухудшилось. К тому же, на снимках этих годов ощутимых загрязнений морской акватории не обнаружено.

В этой связи в 2010 г, мониторинг проводился только в районе п. Актау.

Результаты космического мониторинга факелов в 2008-2010 гг.

На протяжении 2008-2010 годов, мониторинг факелов на месторождениях нефтедобычи осуществлялся на основе данных сенсора MODIS, установленным на спутниках США «Terra» и «Aqua». Приемные станции были расположены в

г. Алматы. Стоимость данных относительно невысока, периодичность пролета спутниковой системы Aqua-Terra над одной и той же территорией составляет не более 2 раз в сутки. Съёмки земной поверхности ведутся в 300 каналах с 12 час. ночного времени суток до 12 час. дня, ежедневно. Применение спектральных данных MODIS для подобного вида мониторинга в мире общепризнано, так как основной методики обнаружения являются тепловые каналы [38]. В течение 2-х лет (2008-2009 гг), по этим снимкам получены репрезентативные материалы, которые предоставлялись в ежемесячных отчетах проекта.

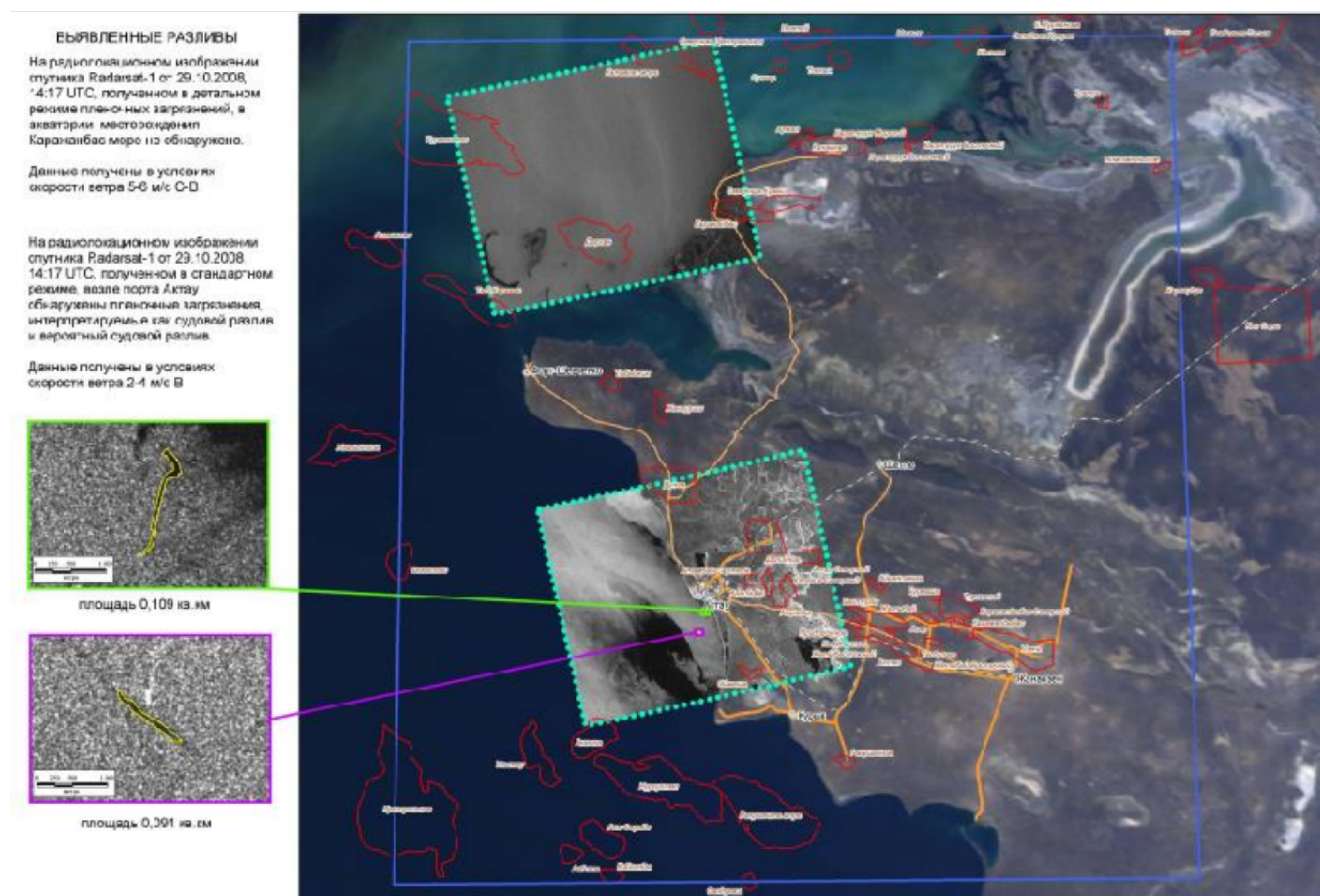


Рисунок 13 – Выявленные по данным спутника Radarsat разливы (мониторинг нефтяных пленок на море: КАПЭ, 2010)

В 2008 году выявлено 233 источника тепловых аномалий. В 2009 году в пределах территории мониторинга, суммарно выявлено 314 источника тепловых аномалий. В 2010 году, на основе данных космоснимков средней разрешающей способности (визуальное обнаружение) с марта по август, суммарно выявлено 87 тепловых аномалий (факелов и других источников теплового загрязнения).

Выявленные по данным сенсора MODIS объекты показаны на рисунке 14.

В 2010 г, качество принимаемых снимков резко ухудшилось, поэтому мы в течение года продолжали покупать и обрабатывать имеющуюся информацию.

В этой ситуации, для проверки достоверности получаемых снимков были закуплены снимки среднего разрешения, которые можно было дешифровать.

Как и предполагали, ранее используемые тепловые снимки со спутников, Terra и Aqua в 2010 г, не дали ожидаемых результатов. В связи с ухудшением качества полученных тепловых снимков низкой разрешающей способности, мы

рекомендовали сформировать систему наземных маршрутных обследований с выездом комиссии на месторождения нефтедобычи. Учитывая ситуацию 2010 г., рекомендуем в дальнейшем отказаться от использования тепловых снимков с низкой разрешающей способностью, перейти на визуальные снимки со средней разрешающей способностью, приобретенных из архива. Вместе с этим, также рекомендуем параллельно использовать маршрутные обследования.



Рисунок 14 – Выявленные объекты с тепловыми аномалиями (мониторинг факелов на нефтяных промыслах: КАПЭ, 2010)

Результаты мониторинга разливов в 2011 году

В 2011 году, государственный экологический мониторинг был продолжен силами ТОО НПЦ «Мекенсак» (Алматы). Поскольку, с 2011 г, сжигание газа на факелах в РК было запрещено и задачей природопользователей являлась полная утилизация добываемого газа, в данной ситуации в проекте пункт космического мониторинга факелов на месторождениях нефтедобычи был исключен [39].

Задачей мониторинга являлось, получение и обработка космоснимков не реже 2 раз в месяц. Мониторинг проводился и в портовой зоне г. Актау.

На космоснимке от 21 августа 2011 года, на расстоянии порядка 120 км, на акватории РФ, был обнаружен нефтяной разлив площадью 0,66 км² (рисунок 15).

В западной части снимка присутствуют несколько крупных по площади, но размытых темных пятен с нечеткими контурами, которые, по нашему мнению, представляют собой атмосферные артефакты и завихренные течения.

Недалеко от побережья в среднем Каспии, между пунктами Сакакудык и Аралды, также обнаружены темные пятна, являющиеся по всей видимости следами от движущихся морских судов. Вероятно, это вспенивающаяся вода, а не нефтяной разлив на акватории моря.

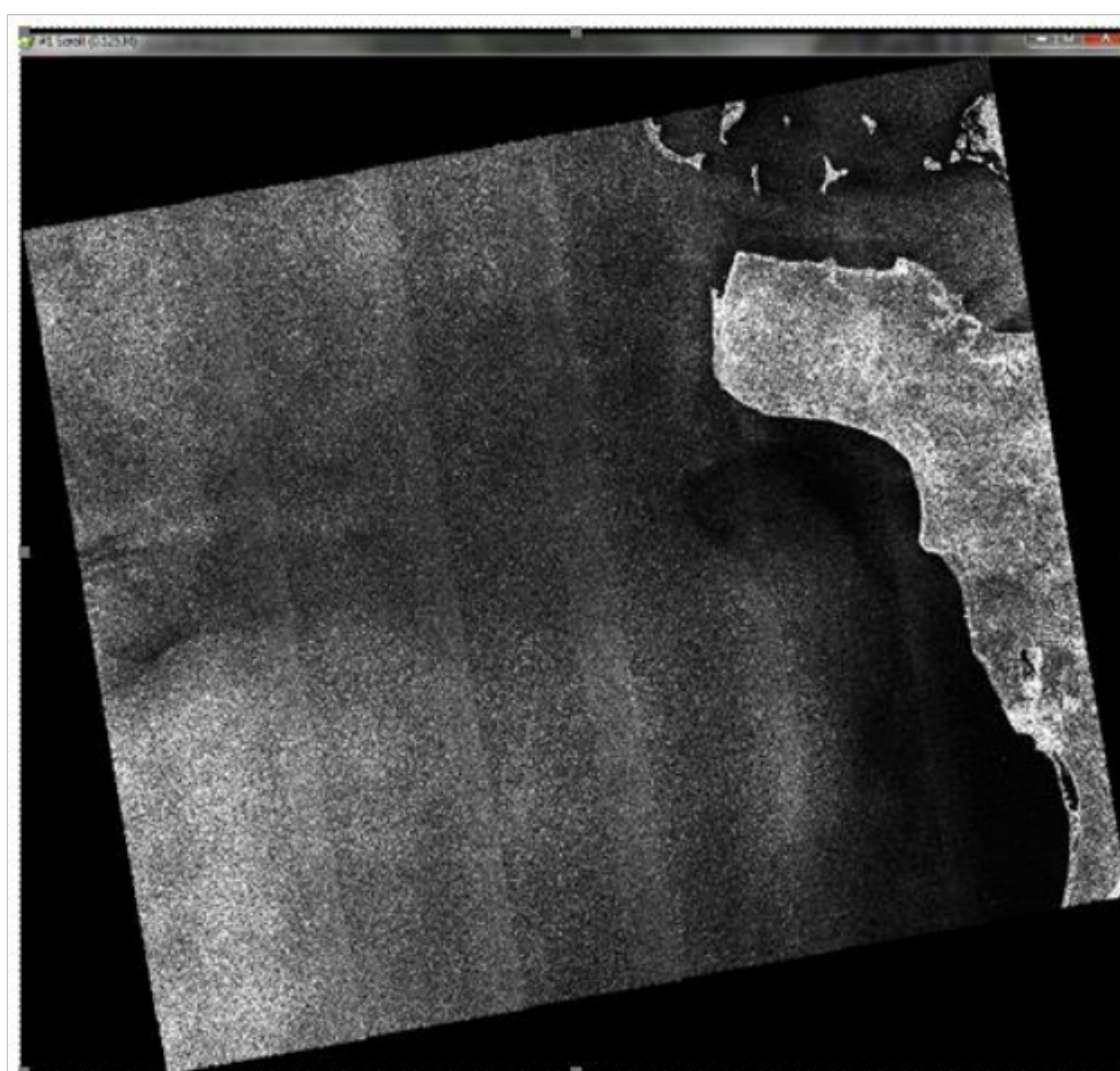


Рисунок 15 – Нефтеразливы на акватории РФ
(космический мониторинг нефтеразливов; «Мекенсак, 2011)

На космоснимке от 22.09.11 г. в районе порта Актау было обнаружено 6 разливов площадью от 0,251 до 3,932 км². Обо всех имевших место случаях было сообщено Заказчику мониторинговых исследований.

Космоснимок был получен со спутника COSMO-SkyMed-2 (Итальянское космическое агентство). Обнаружено 6 нефтеразливов на поверхности воды (показаны красными стрелками), в том числе 2 нефтеразлива непосредственно в районе порта Актау. Также, на снимке присутствует крупная область темного пятна (обведена зеленым цветом), которая интерпретируется как нефтеразлив.

На снимке присутствует крупная структура течения, пересекающая весь космический снимок (пунктир голубого цвета) (рисунок 16).

На рисунке 17 приведен результат дешифрования и детализации наиболее крупного нефтеразлива № 5 (рисунок 15) в береговой части порта Актау.

Показано, что степень достоверности высокая. Площадь разлива – 0,60 км².

Обнаружен 22 сентября 2011 года в 2 часа 25 мин по UTC. Координаты пятна - обведены красным прямоугольником.

Необходимо отметить, что сложность получения материалов космической съёмки для мониторинга морской и береговой акватории связана:

- со сроками заключения договора с организациями, предоставляющими космические снимки (средней разрешающей способности);

- со сроками получения космоснимков, т.е. такие данные могут быть получены уже после того, как разлив нефти и нефтепродуктов уже произошёл.

. Кроме этого, проведение работ в виде космического мониторинга – весьма дорогостоящее мероприятие. В этой связи, в качестве рекомендаций для своевременного отслеживания загрязнений на акватории моря предлагается:

- установка радара на возвышенном месте в Мангистауской области, например, в порту Актау, с охватом до 50 км.

- установка радаров непосредственно на судах экстренного реагирования.

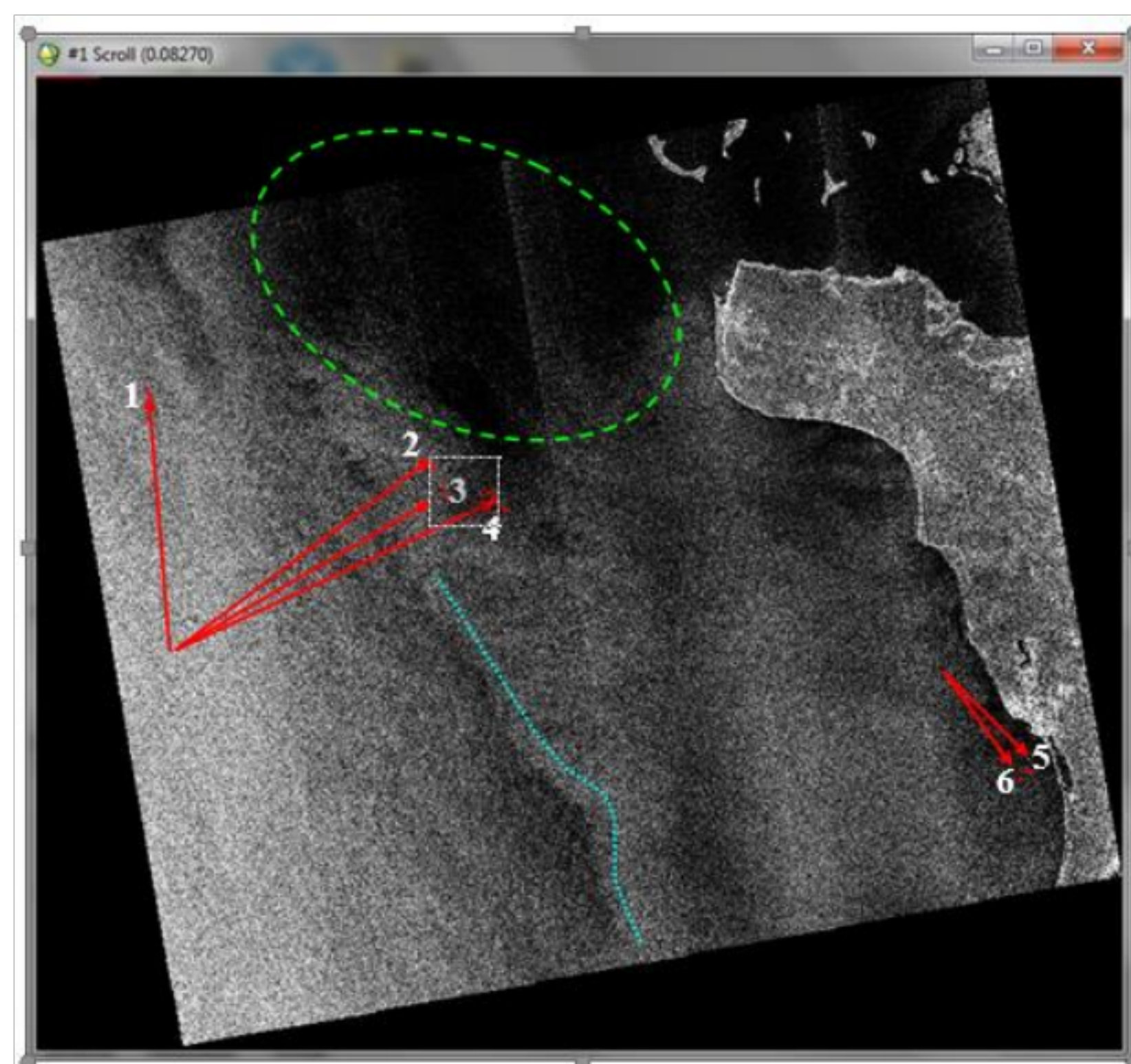


Рисунок 16 – Нефтеразливы на снимках спутника COSMO-SkyMed-2
(космический мониторинг нефтеразливов; «Мекенсак, 2011)

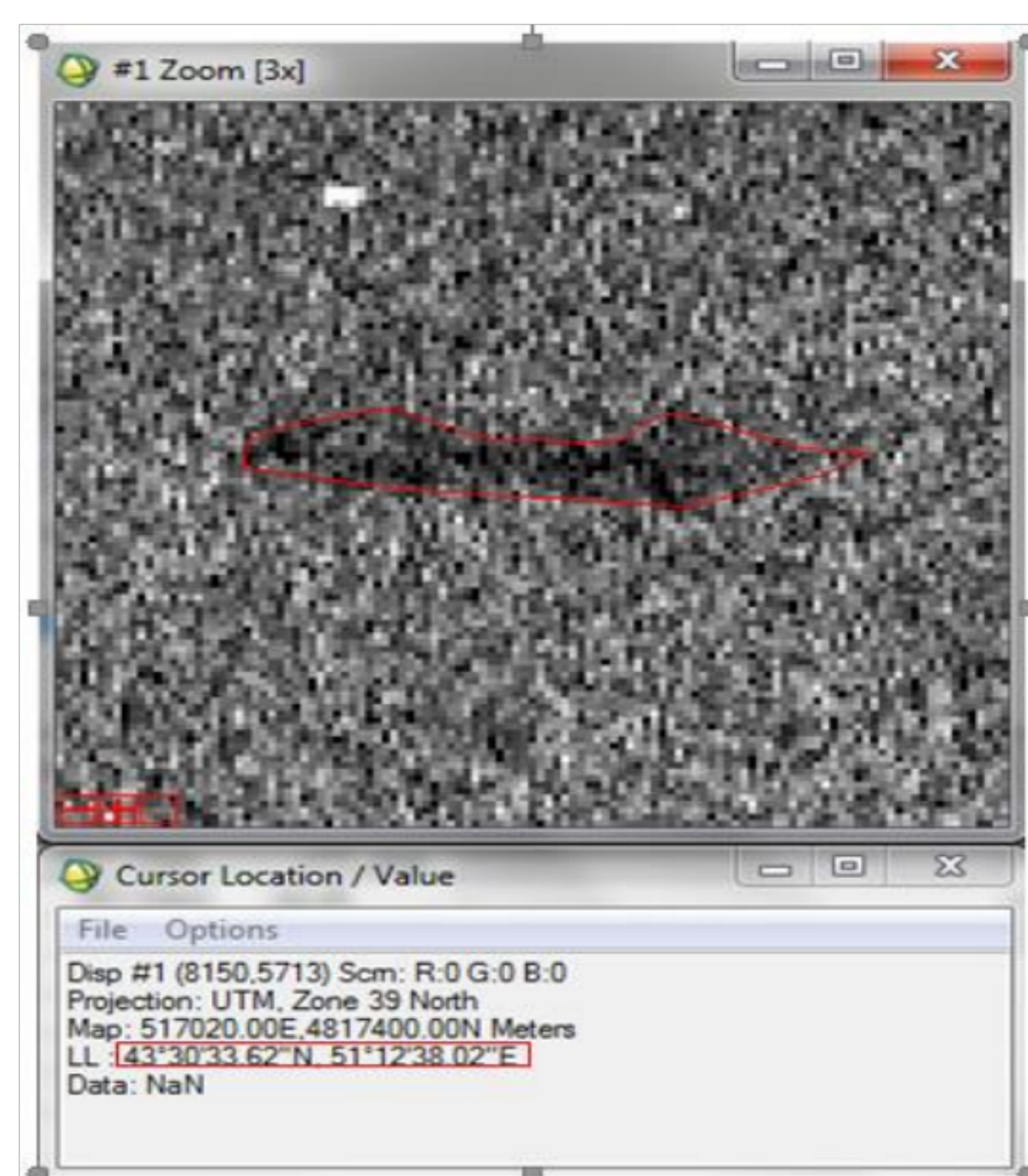


Рисунок 17 – Нефтеразлив № 5 в районе порта Актау

Необходимо отметить, что этот метод наблюдений не позволяет в полной мере оперативно обнаруживать и устанавливать источники загрязнения [39, с. 189].

Также, возникают сложности оперативного реагирования при разливах с целью недопущения несанкционированных загрязнения акватории моря.

Кроме этого, в облачные дни, качество радарных снимков снижается.

1.5 Оценка состояния почв в районе строительства ПК «Курык»

Увеличение объема работ по разведке и добыче нефти и газа на шельфе Каспийского моря и перспективы развития системы транспортировки морским

путем сырой нефти, привели к необходимости завода для строительства судов.

Реализацией проекта строительства судостроительного и судоремонтного завода занялись АО НК «КазМунайГаз» и компания Eni (Италия). Соглашение о сотрудничестве между компаниями было подписано 5 ноября 2009 г.

Завод будет осуществлять все виды ремонтных работ, различных видов и типов судов и их техническое обслуживание. Также будет начато строительство большегрузных крупнотоннажных танкеров, судов и сухогрузов.

В 2012 г, предварительная оценка воздействия на окружающую среду к ТЭО «Судостроительный/судоремонтный завод в пос. Курык» была выполнена силами департамента экологии ТОО «КазНИПИМунайгаз» [40].

Наиболее предпочтительной площадкой для судостроительного завода, по рекомендации АО «КазМунайГаз», выбрана зона п. Курык, так как, в рамках промышленного развития РК, прибрежная часть поселка Курык должна стать третьей базой для морских операций наряду с портами Баутино и Актау.

В технико-экономическом обосновании судостроительно-судоремонтного завода в п. Курык, были рассмотрены два участка для строительства (рисунок 18):

- участок № 1, расположенный примерно на расстоянии 2,5 км от поселка Курык, в районе верфи Ерсай, в частности ТОО «ERSAI LLC»;
- участок № 2, расположенный на расстоянии около 12,5 км от п. Курык.



Рисунок 18 – Схема участков для строительства завода («Терра», 2011)

Выбор под строительство судовой верфи участка № 2, в районе м. Песчаный был обоснован наиболее лучшими характеристиками бариметрии.

Рельеф дна и глубина Каспийского моря на этом участке соответствуют требованиям для строительства судовой верфи для крупнотоннажных судов.

1.5.1 Оценка степени загрязнения почв участка № 1

Почвенный покров участка № 1, расположенного на расстоянии 1,2 км от

пос. Курык, составляют почвы разной степени сформированности, засоления и эродированности, а также ощутимой антропогенной нарушенности.

Территория участка - узкая приморская полоса с песчано-ракушняковыми засоленными наносами, которые сменяются песчано-солончаковыми почвами.

Наносы, в целом занимают узкую прибрежную часть частично береговой песчаный вал и представлены молодыми влажными засоленными отложениями.

Поверхность наносов лишена растительности. Береговые участки наносов имеют покрытие из водослевого войлока. Оценка почв участка оценивалось по пробам, отобранных из разных типах почв, с учетом их разнообразия [41].

Точка 1. Дата отбора проб - 01.09.2010 г. Участок отбора образцов почв заложен непосредственно в 10 м, от берега моря в пределах распространения приморских маршевых солончаков с однолетнесолянковой растительностью.

Проективное покрытие составило - 15%. Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в пробах почв приводится в таблице 2.

Таблица 2 - Степень загрязнения почв ТМ и НП (точка 1, участок № 1)

№	Координаты места отбора проб почвы	Глубина, см	НП*	Подвижные микроэлементы, мг/кг				Валовые формы мг/кг	
				Cu	Zn	Ni	Co	Pb	Mo
				мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг
1	N43°11'02" E51°38'14,8"	0-5	Менее 0.5	1,04	7,17	1,18	0,22	3,49	> 0,01
		5-20	Менее 0,5	1,05	7,24	1,25	0,22	3,39	> 0,01
ПДК мг/кг			1000	4,0	0,5	23,0	6,0	32,0	-
НП* - нефтепродукты									

Точка 2. Дата отбора проб - 01.09.2010 г. Песчано-солончаковые почвы являются зачаточными почвенными образованиями. Формирование этих почв в целом связано с начальной фазой развития почвообразовательных процессов.

Песчано-солончаковые почвы береговой полосы были сформированы при близком залегании к поверхности (1-1,5м) вод с высокой минерализацией.

Почвы сильно увлажнены, слоистые очень засоленные. Профиль пестрой окраски, с признаками оглеения с глубины в 20-30 см. Проективное покрытие порядка 30%. Это наиболее молодые почвенные образования, которые имеют незначительное количество гумуса (0,05-0,1%) в поверхностном горизонте. Содержание ТМ и НП в пробах почв приведено в таблице 3.

Таблица 3- Степень загрязнения почв ТМ и НП (точка 2, участок № 1)

№	Координаты места отбора проб почвы	Глубина, см	НП*	Подвижные микроэлементы, мг/кг				Валовые формы мг/кг	
				Cu	Zn	Ni	Co	Pb	Mo
				мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг
1	N43°11'04" E51°38'17,9"	0-5	Менее 0.5	4,91	15,37	8,81	2,40	4,43	> 0,01
		5-20	Менее 0,5	4,90	15,67	8,83	2,45	4,54	> 0,01
ПДК мг/кг			1000	4,0	0,5	23,0	6,0	32,0	-

Точка 3. Дата отбора проб - 01.09.2010 г. Почвенный покров, в точке 3

практически аналогичен покрову в точке 2. Почвы – песчано-солончаковые.

Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в пробах почв точки 3 участка № 1 приведено в таблице 4.

Таблица 4 - Степень загрязнения почв ТМ и НП (точка 3 участок № 1)

№	Координаты места отбора проб почвы	Глубина, см	НП*	Подвижные микроэлементы, мг/кг				Валовые формы мг/кг	
				Cu	Zn	Ni	Co	Pb	Mo
				мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг
1	N43°11'10,0" E51°38'20,4"	0-5	Менее 0.5	0,88	5,20	0,15	0,22	3,22	> 0,01
		5-20	Менее 0,5	0,82	5,21	0,36	0,22	3,52	> 0,01
ПДК мг/кг			1000	4,0	0,5	23,0	6,0	32,0	-

Точка 4. Дата отбора проб - 01.09.2010 г. Эта точка отбора проб заложена на расстоянии порядка 500 м, в прибрежной зоне, в пределах распространения остаточных приморских солончаковых почв. Солончак приморский остаточный с обилием ракушек на поверхности в прикопанном профиле. Особенность их в том, что четко прослеживаются ржавые пятна с уплотнениями в средней части.

Так, при снятии верхних горизонтов, для формирования насыпного вала в период подготовительных работ, обнажились глинистые засоленные горизонты морских отложений с формированием солонцов.

Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в пробах почв точки 4 участка № 1 приведено в таблице 5.

Таблица 5- Степень загрязнения почв ТМ и НП (точка 4 участок № 1)

№	Координаты места отбора проб почвы	Глубина, см	НП*	Подвижные микроэлементы, мг/кг				Валовые формы мг/кг	
				Cu	Zn	Ni	Co	Pb	Mo
				мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг
1	N43°11'10,0" E51°38'20,4"	0-5	Менее 0.5	0,88	4,56	0,15	0,22	3,64	> 0,01
		5-20	Менее 0,5	0,89	4,52	0,15	0,22	3,56	> 0,01
ПДК мг/кг			1000	4,0	0,5	23,0	6,0	32,0	-

1.5.2 Оценка степени загрязнения почв участка № 2

Участок № 2, расположен на мысе Песчаный, на расстоянии около 15 км от пос. Курык. Территория представлена приморскими засоленными песками.

Приморские пески занимают повышенные районы участка. На остальной территории – песчано-солончаковые почвы сформированные начальной фазой развития процессов почвообразования. В районе прибрежной полосы заметны сформированные песчаные наносы с множеством ракушек.

Точка 1. Дата отбора проб - 01.09.2010 г. Участок отбора образцов почв заложен в районе песков приморских. Пески имеют слоистое по механическому составу строение профиля с включениями ракушечника, составляющие - 95%.

Проективное покрытие составляло - 25%. Содержание гумуса в верхнем слое незначительное, и составляет минимум на глубине 10-13 см.

Концентрация ТМ и НП в пробах почв приводится в таблице 6.

Таблица 6 - Степень загрязнения почв ТМ и НП (точка 1, участок № 2)

№	Координаты места отбора проб почвы	Глубина, см	НП*	Подвижные микроэлементы, мг/кг				Валовые формы мг/кг	
				Cu	Zn	Ni	Co	Pb	Mo
				мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг
1	N43°11'02" E51°38'14,8"	0-5	Менее 0.5	2,10	8,93	3,52	1,13	4,42	> 0,01
		5-20	Менее 0,5	2,12	9,19	3,12	1,14	4,47	> 0,01
ПДК мг/кг			1000	4,0	0,5	23,0	6,0	32,0	-

Точка 2. Дата отбора проб - 01.09.2010 г. Почвенный покров в этой точке практически аналогичен почвам в точке 1 участка № 2. Почвы – засоленные приморские. Проектное покрытие 10%. Концентрация ТМ и НП в пробах почв приводится в таблице 7.

Таблица 7 - Степень загрязнения почв ТМ и НП (точка 2, участок № 2)

№	Координаты места отбора проб почвы	Глубина, см	НП*	Подвижные микроэлементы, мг/кг				Валовые формы мг/кг	
				Cu	Zn	Ni	Co	Pb	Mo
				мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг
1	N43°11'02" E51°38'14,8"	0-5	Менее 0.5	3,48	11.38	6,17	1,85	3,97	> 0,01
		5-20	Менее 0,5	3,54	11,50	5,98	1,78	3,77	> 0,01
ПДК мг/кг			1000	4.0	0.5	23.0	6.0	32.0	-

Точка 3. Дата отбора проб - 01.09.2010 г. Почвенный покров, в точке 3, представлен песчано-солончаковыми почвами. Формирование почв приморской полосы обусловлено, близким залеганием грунтовых сильноминерализованных вод. Глубина залегания вод незначительная и составляет 1-1,3 м. Песчаные почвы слоистые, засоленные и увлажненные, с пестро окрашенным профилем. Заметны признаки оглеения на глубине 29-30 см. Проектное покрытие почв в этой точке, в сравнении с точками 1 и 2, менее разреженное и составляет 45%. Это связано, с преобладанием молодых почвенных образований, с количеством гумуса порядка 0,05-0,1%. Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в пробах почв точки 3 участка № 1 приведено в таблице 8.

Таблица 8 - Степень загрязнения почв ТМ и НП (точка 3 участок № 2)

№	Координаты места отбора проб почвы	Глубина, см	НП*	Подвижные микроэлементы, мг/кг				Валовые формы мг/кг	
				Cu	Zn	Ni	Co	Pb	Mo
				мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг
1	N43°11'10,0" E51°38'20,4"	0-5	Менее 0.5	0,91	4,45	0,15	0,22	4,78	> 0,01
		5-20	Менее 0,5	0,87	4,40	0,15	0,22	4,79	> 0,01
ПДК мг/кг			1000	4,0	0,5	23,0	6,0	32,0	-

Точка 4. Дата отбора проб - 01.09.2010 г. Точка отбора проб заложена на удалении 300 м, в районе, в песчано-ракушняковых отложениях. Растительность здесь разнотравная и разреженная, с проектным покрытием до 20%. Имеется незначительное количество гумуса (0,07-0,1%) в поверхностном горизонте

почв. В более близкой к морю площадки отбора проб поверхность лишена растительности, и местами покрыта остатками водорослей.

Содержание ТМ и НП в почвах точки 4, приведено в таблице 9.

Таблица 9 - Степень загрязнения почв ТМ и НП (точка 4 участок № 2)

№	Координаты места отбора проб почвы	Глубина, см	НП*	Подвижные микроэлементы, мг/кг				Валовые формы мг/кг	
				Cu	Zn	Ni	Co	Pb	Mo
				мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг
1	N43°11'10,0" E51°38'20,4"	0-5	Менее 0.5	1,04	7,17	1,18	0,22	3,49	> 0,01
		5-20	Менее 0,5	1.05	7,24	1,25	0,22	3,39	> 0,01
ПДК мг/кг			1000	4,0	0,5	23,0	6,0	32,0	-

Во время полевых исследований двух участков, предварительно выбранных для строительства нового завода, были отобраны пробы почвы и проанализированы на содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов.

Пробы почв исследованных точек анализировались в аккредитованной химической лаборатории «ТОО Казэкоанализ». По результатам анализов были выбраны следующие группы тяжелых металлов: подвижные формы меди (Cu), цинка (Zn), никеля (Ni), кобальта (Co), валовые формы свинца (Pb) и молибдена (Mo). По результатам проведенных анализов выявлено превышение над ПДК подвижных форм цинка (Zn) во всех 8 точках отбора проб.

Превышение концентрации Zn во всех пробах почв двух участков, можно объяснить наличием на участке № 1, в районе ТОО «ERSAI LLC», скопления отходов металлургической промышленности. На участке № 2, превышение над ПДК по цинку объясняется интенсивность движения автотранспорта.

Превышение ПДК меди (Cu) зафиксировано только в точке 2, участка 2.

Высокое содержание меди Cu, объясняется складированием вблизи этой точки промышленных отходов и шлаков сварочного производства

По содержанию других ТМ превышения над ПДК не выявлено.

В пределах обследованных участков № 1 и 2, растительность находится в удовлетворительном состоянии и представлена сообществами в незначительной степени подвергшимся выпасу скота и вытаптыванию.

Отмечено значительное влияние на растительный покров участка № 2, в прибрежной зоне мыса Песчаный складированных твердо-бытовых отходов.

Наблюдается большое количество, стихийных свалок в прибрежной зоне, возникающие во время неорганизованного отдыха населения на берегу моря.

Вероятность встречаемости эндемичных видов растений на участках строительства очень низка. Особо охраняемые природные территории (ООПТ), действующие на территории Мангистауской области, находятся на расстоянии более 10 км от предлагаемых участков строительства новой судовой верфи.

На расстоянии 7 км, в районе впадины Ащисор, расположено охотничье хозяйство «Ащисор», занимающее площадь 15 га, до озера Караколь [42].

Планируемая деятельность судовой верфи, не будет оказывать влияния на эти территории Каракольского заповедника и охотничьего хозяйства.

1.6 Возможности опреснения воды в аридной прибрежной зоне

В Мангистауской области расположенной на восточном побережье Каспийского моря, добывается 25% нефти Казахстана. В области отсутствуют природные поверхностные и подземные источники воды для употребления.

В основном, на месторождениях подземных вод региона минерализация составляет - 27 г/л, что требуют опреснения и обеззараживания [43,44].

Потребность области в воде, обеспечивается опреснением морской воды.

Мангышлакский атомно-энергетический комбинат «МАЭК», опреснение морской воды обеспечивает испарительными установками SIDEM (Франция).

Необходимо отметить, что эти установки для опреснения, рассчитаны на морскую воду с температурой +20°C. В условиях жаркого климата региона, в наиболее жаркие летние дни, вода Каспия разогревается до +28-30°C.

Это приводит к снижению производства воды до 15%.

Дефицит питьевой воды в области, ощущается особенно в удаленных от областного центра районов, и прибрежных зонах с фермерскими хозяйствами.

Условия жаркого и сухого климата обуславливает широкие возможности использования естественной энергии для разработки и внедрения эффективных гелиоопреснителей морской воды, для обеспечения прибрежных зон водой.

Рассмотрим существующий опыт исследований, в области разработки опреснителей с использованием экологически чистой энергии Солнца.

У нас в бывшем СССР, под руководством д.т.н., профессора Баума В.А, с 1960 г, проводились экспериментальные исследования. Разработаны, а также и внедрены солнечные опреснители в институте Солнца Туркмении [45-47].

Так, в 1968 году, в поселке Бахарден, расположенной в пустыне Кара-Кум в Туркменистане сооружена 1-я опытно-производственная солнечная установка для овцеводческих ферм. Установка при площади 600 м², в летнее время давала от 2,4 до 4,0 л. пресной воды с 1 м² площади бассейна.

Что касается опреснения с использованием охлаждения то, еще в 1975 г., Шервудом и соавторами, в работе [48], представлены процессы теплообмена при испарении воды в опреснителе, путем охлаждения покрытия из стекла тонким слоем воды, под которым был размещен бассейн с нагретой водой.

Так, практически был создан экономичный метод солнечного опреснения.

Опреснитель очень прост в исполнении, не требует затрат, и состоит из мини-бассейна, размещенного в объеме герметично закрытого стеклянным покрытием толщиной 5 мм, при этом толщина охлаждающего слоя воды 1,3 мм.

Исследования Mousa and Bassam, были сосредоточены на достижении высоких показателей КПД, при перепаде температур между холодной водой на стеклянном покрытии и нагретой водой в объеме гелиоопреснителя [49].

Tiwari and Vapeshwara, при исследовании эффективности испарения воды, охлаждением наружной поверхности стекла холодной водой установили, что:

- количество получаемого в опреснителе дистиллята зависит от скорости стока и толщины потока охлаждающей воды;
- малый расход воды обуславливал более тонкий равномерный слой воды и за счет этого объем выхода дистиллята удваивался [50].

Abu-Hijleh [51], использовал холодную воду для снижения температуры стекла и установил, что температура стекла покрытия и охлаждающей воды, должны иметь одинаковую температуру.

В работе высокая производительность в опреснителе, обеспечена, за счет размеров стекла и толщины пленки воды:

- при длине стекла 2 м,
- толщине пленки воды $5 \cdot 10^{-4}$ м и расходе холодной воды $5 \cdot 10^{-7}$ м³/с.

Aneesh and Tiwari [52], разработали, экспериментально и теоретически обосновали эффективность солнечного опреснителя с воздушным охлаждением покрытия из стекла для 4-х климатических районов Индии. В их экспериментах были использованы следующие методики охлаждения:

- 1) за счет холодной воды из воздушного охладителя;
- 2) за счет нагретой в объеме опреснителя, а затем охлажденной воды.

По результатам работы, эффективность первой методики для опреснителя с воздушным охлаждением составила 41,3-56,5%, а второй – 30,1-21,8%.

Lawrence и др. в работе [53] исследовали влияние теплоемкости воды в опреснителе и степень эффективности процесса охлаждения водой покрытия из стекла. Установлено, что снижение температуры воды в бассейне опреснителя, уменьшает скорость ее испарения, при этом снижение температуры внутренней поверхности стекла приводит к увеличению скорости конденсации.

В работе [54] Badran, путем сравнения нескольких вариантов покрытия дна бассейна солнечного опреснителя, установил:

- покрытие асфальтом покрытия дна бассейна опреснителя по сравнению с покрытием из черной краски, способствует увеличению температуры, а также обеспечивает прочностные характеристики покрытия бассейна.
- на продуктивность опреснителя влияет толщина слоя воды в бассейне, а также интенсивность солнечного излучения и скорость ветра.

Так, выход дистиллята увеличивался при меньшей толщине пленки воды и увеличения скорости ветра. Tiwari и др. в своих исследованиях [55], снизили температуру стекла покрытия, за счет охлаждения прерывистым потоком воды.

При этом, температура стекла покрытия, была выше, а температура воды на верхней поверхности стекла, была равна температуре наружного воздуха.

Abdullah [56], в своих экспериментальных исследованиях приводит сравнение обычной односкатной установки:

- с теплоприемником-абсорбером на дне мини-бассейна с соленой водой;
- с установкой, содержащей под стеклом ступенчатый абсорбер с лотками.

При комбинировании 2-х установок достигнута эффективность - 112%.

El-Samadony and Kabeel в работе [57], проводили исследования теплового режима установки со ступенчатым абсорбером. Опреснение достигалось за счет охлаждения стекла покрытия холодной водой. Эффект наблюдался при слое воды от $2,5 \times 10^{-4}$ до $5,5 \times 10^{-4}$ м, скорость потока воды от $4,5 \times 10^{-5}$ до $8,5 \times 10^{-5}$ м³/с.

Обзор исследований и трудов, дальнего зарубежья, показал, что мировых аналогов подобных разработанной автором гелиоустановки не существует.

По выполненному обзору можно привести следующий вывод:

- нет информации о натурных комплексных исследованиях морской части, и мониторинге состояния почв в региональном масштабе за последние 9 лет.

- известные исследования выполнены в Российской части моря, а также в северо-восточной части Казахстанского сектора в районах нефтяных промыслов.

- крайне мала изученность района мыса Песчаного, на котором введен в эксплуатацию мультимодальный хаб паромный комплекс «Курык».

- космический мониторинг прошлых лет использовался для обнаружения тепловых аномалий (факелов) на месторождениях нефтедобычи и загрязнений на поверхности воды Каспийского моря.

- данные дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), для идентификации загрязненности почв в районах нефтяных промыслов не применялись.

Выполненный обзор позволил определить цель работы, заключающуюся в комплексном исследовании акватории и оценке состояния почв в прибрежной зоне мыса Песчаный с применением космического мониторинга.

На основании изложенного, для достижения цели определены задачи:

- комплексные исследования характеристик воды и донных отложений в районе паромного комплекса «Курык» на мысе Песчаный;

- составление карт поверхностных распределений концентраций в воде взвешенных и органических веществ, хлорофилла и химических элементов на акватории исследуемого района и степени прозрачности воды.

- полевые исследования состояния почвенного покрова прибрежной зоны мыса Песчаный в районе паромного комплекса «Курык».

- анализ суммарного химического загрязнения почв тяжелыми металлами.

- картографирование проявлений деградации и загрязнения почв в районе паромного комплекса «Курык» в прибрежной зоне мыса Песчаный.

- разработка гелиоопреснителя морской воды для орошения овощей и фруктов выращиваемых в открытом грунте крестьянскими хозяйствами.

2 МАТЕРИАЛЫ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Морская часть

В диссертации представлены данные полученные с участием автора в работе морской экспедиции проведенной с 26 по 29 июля 2019 г., институтом океанологии им. П.П. Ширшова (руководитель д.г.н., чл. корр. РАН, ИО РАН) совместно с сотрудниками кафедры экологии КГУТИ им. Ш. Есенова [58].

Для проведения анализов, подготовки (консервации) проб морской воды и донных осадков на берегу, использована лаборатория кафедры «Экология и ХТ» факультета инжиниринга КГУТИ (рисунок 19). В лаборатории руководством д.г.н. Маккавеева П.Н (ИО РАН РФ) [59], с участием докторанта Койбаковой С.Е, выполнялись анализы проб воды и донных осадков.

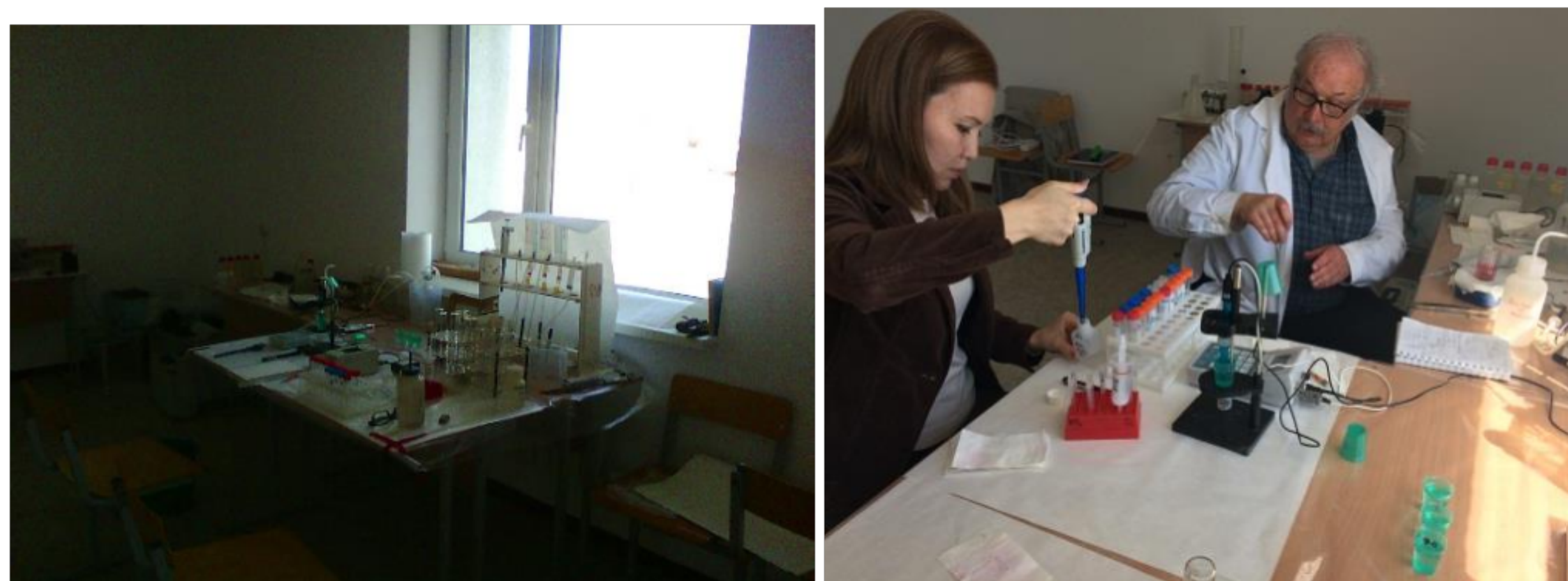


Рисунок 19 – Аналитические исследования в лаборатории кафедры «ЭиХТ» (д.г.н., Маккавеев П.Н, докторант Койбакова С.Е)

Проведены гидрохимические исследования проб воды и донных отложений. Образцы донных отложений помещали в темный контейнер для транспортировки в лабораторию экологии ИО РАН г. Москву.

Выбор гидрологических станций наблюдения

Для осуществления морских исследований, работы проводились с борта арендованного парусно-моторного катамарана «Endeavor» (рисунок 20). Измерения в ходе экспедиции проводились на разрезе, от порта Актау в направлении на юг к мысу Песчаный и далее от него в сторону порта Курык (ТОО «ERSAI LLC»).

26 июля 2019 г., в районе м. Песчаный была установлена автоматическая портативная метеорологическая станция GILL GMX 500 (рисунок 20), которая была установлена на высоте 5 м, над уровнем моря в районе мыса Песчаный.

Станция была подключена и подготовлена к работе в 12 час. местного времени ((GMT+5) 26 июля и была отключена около 21 часа 29 июля после окончания этапа морских экспедиционных работ на данном участке работ.

27 июля 2019 г. на разрезе портов Актау-ERSAI LLC, было заякорено 13 морских станций, для отбора проб, и измерений в поверхностном слое воды.

Таким образом в период экспедиции выполнены работы на 13 станциях. Общая протяженность морского пути в процессе исследований составила 97 км.

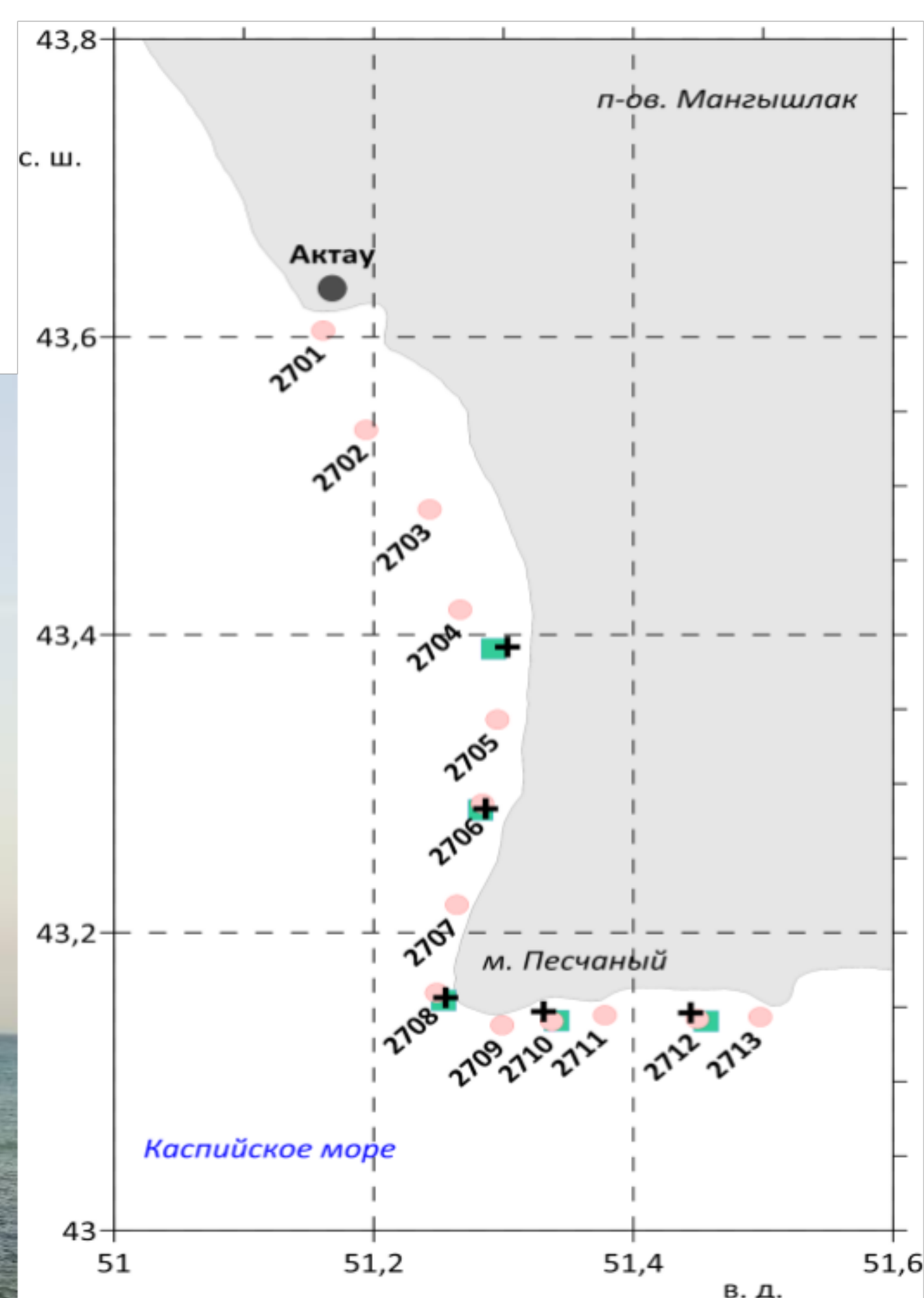


Рисунок 20— Район работ в среднем Каспии, в Мангистауской области (слева катамаран «Endeavor»; справа карта-схема)

На каждой гидрологической станции в период экспедиции, выполнялись комплексные морские работы, включающие гидрофизические, гидрооптические и гидробиологические измерения, отбор воды для лабораторных анализов.

Непрерывные гидрофизические, гидрооптические замеры проводились по ходу движения катамарана. Подробное описание комплекса измерений, а также использованных при этом методик приводится ниже по тексту.

Гидрофизические измерения

В ходе экспедиции гидрофизические измерения на 13 станциях включали измерения вертикальных профилей температур, электропроводности, мутности от поверхности моря до дна, флуоресценции хлорофилла, также концентрации растворенного кислорода с помощью зонда SBE Sea Cat 19 plus (рисунок 21, слева).

На переходах между станциями осуществлены измерения термохадинных характеристик поверхностного слоя вдоль трека судна, с помощью проточной зондирующей системы. Система состоит из подающего забортную воду насоса производительностью 1 л/с, специального контейнера вместимостью 30 литров, и океанографического зонда YSI 6600 (рисунок 21, справа). Эта проточная система позволяла регистрировать значения температуры и солености морской воды с высоким пространственным разрешением (около 50 м).

Установленные в точках наблюдения заякоренные морские станции были оснащены регистраторами скорости и течения Lowell TCM-1 Tilt Current Meter, для определения истинного направления относительно магнитного полюса.

В придонном слое были расположены измерители температуры воды.

Также в точке 2708, установили заякоренную станцию с термисторами

DST centi T фирмы Star-Oddi, а также и с придонным измерителем течений морской воды Sea Horse. Скорости и направления течений воды на заякоренной станции измерялись с частотой 16 Гц в течение 60 сек, через каждые 2 минуты.

Значения температуры фиксировались с дискретностью в 2 минуты.

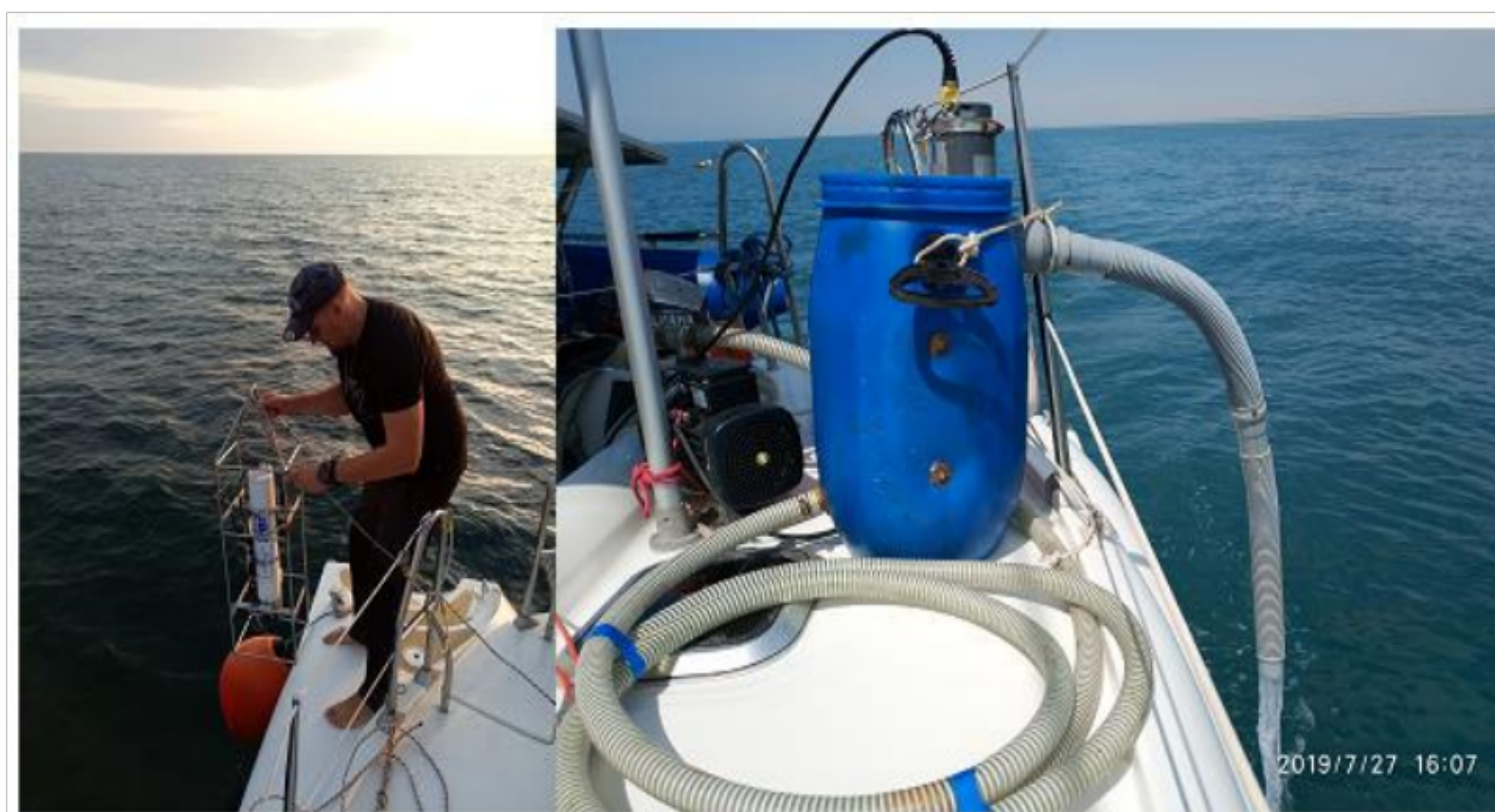


Рисунок 21– Гидрофизические измерения в Каспийском море:
(слева: вертикальное CTD-зондирование с помощью SBE 19 plus Sea Cat;
справа: проточная система с насосом подачи воды в камеру зонда YSI 6600)

Измерения течений выполнялись с помощью акустического измерителя (ADCP) RDI Work Horse 600kHz. Прибор вывешивался за борт катамарана и выдерживался в поверхностном слое воды в течение 10 мин. Скорости, а также направление течений воды измерялись с установленным размером ячейки 1 м, по вертикали. Полученные данные были осреднены по времени.

Портативную метеорологическую станцию GILL GMX500 установили на высоте 5 м. над уровнем моря, на территории паромного комплекса «Курык» на мысе Песчаный. Станция начала работу в 17.00 часов по местному времени (GMT+5) 26 июля и закончила работу около 8:00 час. 29 июля после окончания этапа морских экспедиционных работ. Были измерены направление и скорость ветра, атмосферное давление, температура и относительная влажность воздуха.

Дискретность измерений составляла 1 секунду.

Отбор проб морской воды

Отбор проб для гидрохимического анализа проводился во время выходов в море, в период с 26 по 29 июля 2019 г., в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05-85 "Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод". Пробы воды непосредственно после их отбора, переливались в стерилизованную посуду для хранения по ГОСТ 17.1.5.04-18, в зависимости от определяемых компонентов.

Отбор воды производился пластиковым батометром типа «Hydro Bios», с объемом 1,70 л. Определение гидрохимических параметров проводилось по стандартным методикам, принятым в экспедиционной практике [60,61].

Гидрохимические измерения воды

Величина pH воды определялась, в пределах практической шкалы NBS, с использованием потенциометрического метода. Использован pH-метр иономер 4-х канальный «ЭКСПЕРТ001-4» производства НПП «Эконикс-Эксперт» РФ.

Определения проводились в нефилтрованных пробах воды. Определение общей щелочности проводилось методом прямого титрования, по Бруевичу с цветовым окончанием [62,63], в нефилтрованных пробах.

Определение в воде содержания растворенного неорганического фосфора (фосфаты) проводилось колориметрически по РД 52.24.382-2006 [64].

Определение в воде растворенного неорганического кремния (силикатов) проводилось колориметрически по методу Королева по РД 52.10.234-92.

Использован фотоэлектроколориметр Эксперт-003 производства НПП «Эконикс-Эксперт» РФ. Определение нитритного азота (нитриты) проводилось колориметрически с применением метода «единого цветного» реактива.

Определение нитратного азота (нитраты) проводилось колориметрически после его восстановления на кадмиевых колонках до нитритного азота согласно РД 52.10.243-92. Определение аммонийного азота (ион аммония) проводилось по РД 52.24.383-2005. «Массовая концентрация аммиака и ионов аммония в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом в виде индофенолового синего». Определение всех биогенных элементов проводилось в пробах, профильтрованных через мембранные фильтры 0.45 мкм.

Все определения проводилось не позднее чем через 12 часов со времени отбора. Определение содержания растворенной двуокиси углерода (CO_2) и общего растворенного углерода (C_{tot}) проводилось рН-Alk методом, в котором используются термодинамические уравнениям карбонатного равновесия с применением концентрационных констант диссоциации угольной кислоты [65].

Гидробиологические измерения

Образцы донного грунта, для последующего анализа состава и структуры диатомового микрофитобентоса отбирали из верхнего слоя донных отложений.

Всего было отобрано 20 проб. Пробы донных отложений (ДО), отбирали с борта судна дночерпателем Ван-Вина с площадью захвата $1/60 \text{ м}^2$.

Из каждой пробы отложений извлекали три полоски, размером $10 \times 3 \times 2 \text{ см}$ (длина, ширина и высота) в ракушечных грунтах и высотой 0,5 см на скальных.

С поверхности попавших в дночерпатель крупных камней соскабливали мехообразный творожистый наилкок, вместе с выросшими на камнях нитчатыми микрофитами. Диапазон глубин отбора проб составлял от 5,6 м до 17,3 м.

Все пробы фиксировали 96%-ным раствором этанола, сразу после отбора из дночерпателя, доводя до конечной концентрации фиксатора в 25%, далее эти пробы помещали в темный контейнер для отправки в лабораторию ИО РАН.

Камеральную обработку ДО проводили в г. Москве, на базе лаборатории экологии прибрежных донных сообществ института океонологии РАН РФ.

В целях идентификации видовой принадлежности диатомей по структуре кремниевых панцирей были изготовлены постоянные препараты.

Для этого пробы были подвергнуты воздействию ультразвука с частотой 35 кГц в ультразвуковой ванне «Сапфир» с целью дезинтеграции микрофитов от твердых частиц осадков. Затем эту пробу тщательно перемешивали до взвеси и отделяли легчайшую фракцию, методом итерационного «отмучивания».

Полученную взвесь осаждали на центрифуге в конических пробирках по

26 мин, при скорости 1700 об/мин. Осадок заливали концентрированной серной кислотой на 3 ч, затем вновь методом центрифугирования, итерационно отмыли от растворенных органических веществ, получая чистые панцири диатомей.

Только в таком виде панцири диатомей считаются готовыми к анализам для выявления состава и структуры таксоценозов. Учет панцирей диатомей в препаратах для изучения структуры ценозов проводили дифференциально с использованием микроскопа Leica DM2500 (увеличение X 1000).

При идентификации видовой принадлежности микрофитов использовали современные интерактивные и печатные определители и атласы [66-68].

Современное таксономическое положение видов и их разновидностей уточняли с использованием данных интерактивной системы Algaebase.

Гидрооптические измерения

Для проведения анализов взвеси в поверхностном слое морской воды на 13 станциях пробы отбирались 5 л. ведром. Пробы взвеси отфильтровывали под давлением (при перепаде 0,2 атм) на стекловолокнистых фильтрах Whatman GF/F диаметром 47 мм. Фильтры высушивались в присутствии силикагеля и хранились в морозильнике. Анализ содержания взвеси выполнялся в условиях лаборатории. Определялись концентрации общей взвеси $C_{взв}$, её минеральной $C_{вмв}$ и органической $C_{бов}$ составляющей, взвешенного органического углерода $C_{орг}$ и хлорофилла a $C_{хл}$. Дополнительно на станциях измерена относительная прозрачность воды (максимальная глубина видимости диска Секки – Zб).

Использована методика Коновалова Б.В [69], основой которой является расчет концентраций $C_{вмв}$ и $C_{бов}$ по спектрам поглощения света взвесью.

Спектры регистрировались на двухлучевом спектрофотометре СФ-14.

Принцип работы. Свет пропускается через щель коллиматора и проходит далее через кювету, где часть энергии оптического излучения поглощается и рассеивается в зависимости от природы и концентрации взвеси. Ослабленный свет попадает на фотоприемник. По завершению процесса фотометрирования эти фильтры были использованы для определения концентрации хлорофилла и пигментного индекса. Фильтры с осажденной взвесью в 1 суток выдерживались в 90%-ном растворе водного ацетона в герметической темной емкости [22, с. 113].

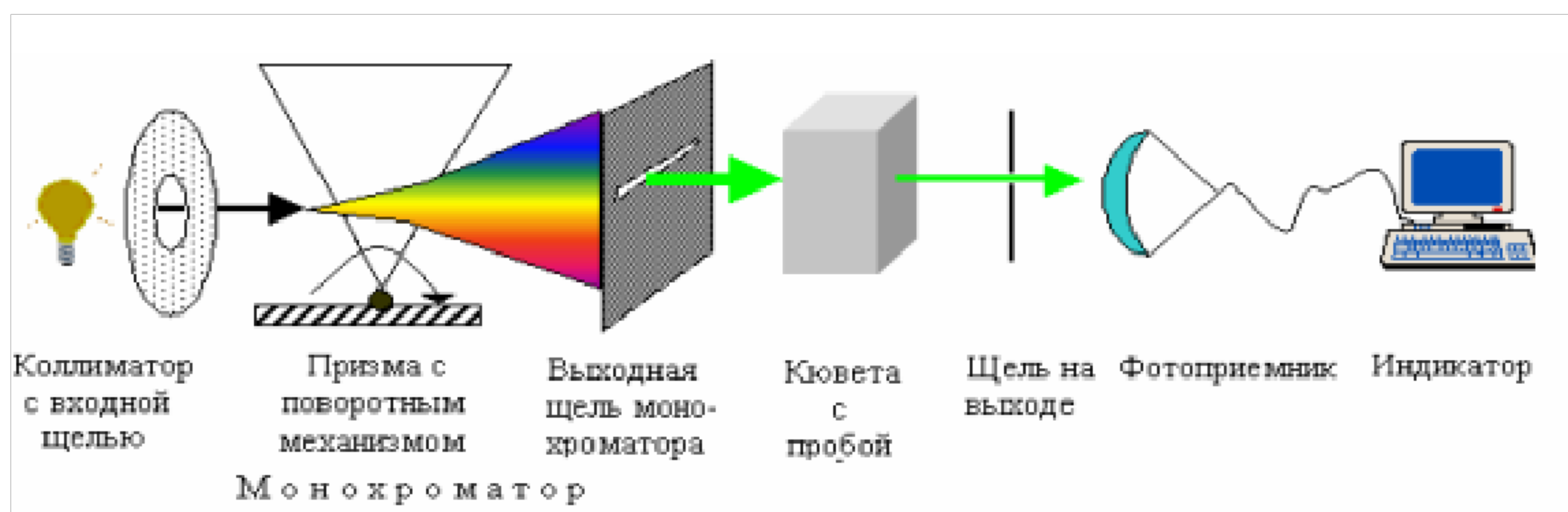


Рисунок 22 – Основные компоненты спектрофотометра

Методика пробоподготовки и расчета концентраций хлорофилла $C_{\text{ХЛ}}$ в поверхностном слое морской воды выполнена согласно [70].

2.2 Прибрежная зона мыса Песчаный

Выбор пробных площадок для полевых исследований

Основной источник фактической информации - материалы выполненных работ в рамках проекта 2019 года, [71], также результаты собственных полевых исследований по оценке состояния почвенного покрова и атмосферного воздуха полученные в период 2018-2020 гг, в районе прибрежной зоны мыса Песчаный.

Для проведения исследований было заложено 7 пробных площадок, одна из которых находилась в пределах 150 м, от границы территории ПК «Курык», а остальные 5 были проложены по периметру намеченных объектов с выходом к впадине Ащисор. Площадка ПП-7, в виде «фоновой», выбрана на расстоянии около 23 км, от территории паромного комплекса, в районе государственного природного «Каракия-Каракольского» (зоологического) заказника (рисунок 23).



Рисунок 23 – Карта-схема точек мониторинга прибрежной зоны (ESRI ArcGIS. Imagery. Койбакова, 2019)

Размеры опытных и контрольных площадок составляли 10×10 м.

Расстояния между ними показаны на карте-схеме точек мониторинга.

Пробная площадка № 1 (ПП-1) заложена в северной части от ограждения паромного комплекса, в 500 м от Каспийского моря.

Пробная площадка № 2 (ПП-2) – на расстоянии 7965 м от ПП-1, в районе яблоневого сада «Жанбырши» (крестьянское хозяйство).

Пробная площадка № 3 (ПП-3) – на расстоянии 3550 м от ПП-2 в береговой зоне мыса Песчаного, в районе солончаков приморских остаточных.

Пробная площадка № 4 (ПП-4) – на удалении 3470 м от ПП-3, в южной части маяка мыса Песчаный. Маяк расположен на 39 м, выше уровня моря.

Пробная площадка № 5 (ПП-5) – на расстоянии 3980 м от ПП-4, в районе крестьянского хозяйства «Венера» по выращиванию бахчевых культур.

Пробная площадка № 6 (ПП-6) – в районе впадины Ащисор, на удалении от ПП-5 в пределах 4000 м, и от территории ПК «Курык» - 6000 м на север.

Пробная площадка № 7 (ПП-7) – районе заказника у трассы Актау-Курык.

Объекты исследований – почвы выбранных пробных площадок.

Отбор почвенных образцов

Отбор почвенных образцов выполняли согласно методики [72], в течение трех лет (2018-2020 гг.), в весенне-осенний период, в соответствии с [73].

Пробы отбирали из верхнего корнеобитаемого слоя с глубины 0-20 см [74].

Отбор проб производили методом прикопок: с помощью пробоотборника отбирали образцы в 4 углах и из центра площадки, далее ссыпали их вместе, перемешивали и методом конверта отбирали средний образец массой 1 кг.

Образцы проб упаковали в полиэтиленовые пакеты, приложив этикетки.

Подготовка образцов почвы к определению содержания в них тяжелых металлов и металлоида мышьяка проводилась в испытательной лаборатории департамента экологии по Мангистауской области.

Определение гумуса в почве

Содержание гумуса (%) в образцах определяли по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова. Метод основан на окислении углерода гумусовых веществ до CO_2 0,4 н., раствором двуххромовокислого калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) [75].

Метод непригоден для почв, содержащих закисные соединения железа и марганца, а также хлориды в количествах более 0,6%, так как часть хромовой смеси расходуется на их окисление, что искажает результаты анализа.

Раствор должен быть приготовлен на серной кислоте, разведенной в воде в объемном отношении 1:1. По количеству хромовой смеси, пошедшей на окисление органического углерода, судят о его количестве.

Ход анализа. Из образца почвы, просеянной через сито 1 мм, отбирали среднюю пробу весом 10-15 г, и очистили от неразложившихся органических остатков. Затем растирали в фарфоровой ступке и полностью просеяли через сито с отверстиями 0,25 мм. Из просеянного образца брали навеску для анализа, ориентируясь на цвет почвы и предполагаемое содержание гумуса.

Определение pH водной вытяжки почв. Водная вытяжка образцов почв проводилась стандартным потенциометрическим методом с использованием pH-метра МР 220 (MetterToledo, Швейцария). Стандартная ошибка $\pm 0,1$.

Вычисление степени солонцеватости почв

Степень солонцеватости почв устанавливается по формуле:

$$A = \frac{N_a \cdot 100}{\text{ЕКО}} \quad (1)$$

где А – степень солонцеватости в (%), от емкости обмена; N_a – содержание обменного натрия, мг–экв. на 100 г почвы; ЕКО – емкость катионного обмена, мг–экв. на 100 г. исследуемой почвы.

Различают несолонцеватые почвы, которые содержат менее 3% натрия от

емкости катионного обмена; слабосолонцеватые – 3–5%; среднесолонцеватые – 5–10%; сильносолонцеватые 10–5%, солонцы - обменный натрий горизонте В1: малонатриевые 10–20%; средненатриевые 20–40%; многонатриевые > 40%.

Определение тяжелых металлов в почве методом ААС (МГА-915-М)

Атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС) – признана во всем мире, за счет зеемановской коррекции неселективного поглощения – как оптимальный референтный метод при определении даже следовых количеств металлов [76].

В образцах почв определяли валовые и подвижные формы элементов.

Так, валовые формы тяжелых металлов (ТМ) и металлоида мышьяка (As), определяли в 1,0 н HCl на спектрометре МГА-915-М.

Подвижные формы свинца Pb и кадмия Cd определяли с использованием ацетатно-аммонийной вытяжки с pH = 4,8 по методике РД 52.18.191-89.

Основные особенности анализатора заключаются в его универсальности и селективности. Анализ низких содержаний гидридообразующих элементов (Se, As, и др.), с также Hg в природных водах выполняется с помощью ртутно-гидридной приставки. МГА-915-М может измерять концентрацию элементов, аналитические линии которых лежат в области спектра анализатора.

Для измерения проб на спектрометре, навеску образца почвы массой 2,0, поместили в термостойкую коническую колбу вместимостью 100 см³.

Затем, в колбу с почвой влили 10 см³ раствора азотной кислоты (HNO₃), с молярной концентрацией 5 моль/дм³ и тщательно перемешали содержимое.

Закрыв колбу стеклянной воронкой поместили в кипящую водяную баню на 3 часа, перемешивая смесь через каждый час. После остывания полученный раствор фильтровали через бумажный фильтр в мерную колбу – 50 см³.

Определенные концентрации ТМ и металлоида As в почвах сравнивали с с фоновой концентрацией этих элементов в почвах площадки ПП-7 (фон).

В целях оценки степени загрязнения почв ТМ и мышьяком As, на основе результатов анализов, были рассчитаны концентрации (K_c) и показатель (K_T) (коэффициент техногенности) выявленных химических элементов [77,78]:

$$K_c = \frac{c_i}{c_{\text{фон}}} \quad (2)$$

где C_i – фактическое содержание вещества в почве, мг/кг; $C_{\text{фон}}$ – зональный фоновый показатель вещества, мг/кг.

$$K_T = \frac{c_i}{c_c} \quad (3)$$

где C_i – фактическое содержание вещества в образце почвы, мг/кг; C_c – среднее содержание тяжелых металлов в почвах исследуемых площадок, мг/кг.

Геоботаническое описание пробных площадок

Геоботаническое описание растительных сообществ выполнялось в ходе маршрутных и визуальных исследований методом фотофиксации.

Обнаруженные в районе исследований растения определяли до вида и вносили в списки по каждой пробной площади. Оценка видового разнообразия растений района исследований проводилась с использованием определителей растений. Номенклатура и латинские названия определяемых растений даны по основным флористическим сводкам растительного покрова пустынь [79,80].

Для каждого вида травянистых растений на всех пробных площадях определяли проективное покрытие – отношение площади проекций растений ко всей учетной площади выражаемое в процентах.

Использование данных космических снимков для мониторинга

Как отмечено в работе, мониторинг состояния почв и почвенного покрова в прибрежной зоне мыса Песчаный, проводился полевыми наблюдениями.

В связи с тем, что наблюдения на намеченных пробных площадках порою не отражали протранственные изменения, были использованы космоснимки.

Своеобразное отображение на космоснимках имеют «паутины» — это следы беспорядочного передвижения транспорта, между строениями и карьерами.

На космоснимках хорошо видны борта выработок и готовые к отправке выпиленные стеновые камни карьеров известняка-ракушечника (слева) а также причалы и объекты паромного комплекса «Курык» (рисунок 24).

По размерам, и в основном неправильной форме полей, можно судить о производственной направленности хозяйств и возделываемых культурах [81].



Рисунок 24 – Карта-схема: карьеры пильного камня-ракушечника (слева); паромный комплекс «Курык» (справа) на м. Песчаном (ESRI ArcGIS. Imageri. Койбакова, 2018)

Таким образом, последствия антропогенного воздействия на природную среду, хорошо передаются на данных дистанционного зондирования Земли.

Благодаря четкой фиксации таких особенностей природопользования, а

также происходящих изменений, космоснимки были использованы для создания карт экологической оценки почв. Самым используемым индексом для решения задач по количественной оценке растительного покрова является индекс NDVI.

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) – это нормализованный относительный индекс растительности (количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы). NDVI в 1973 г. определен Rouse B.J и в 1969 г., представлен Krieder F.J и определяется по следующей формуле [82]:

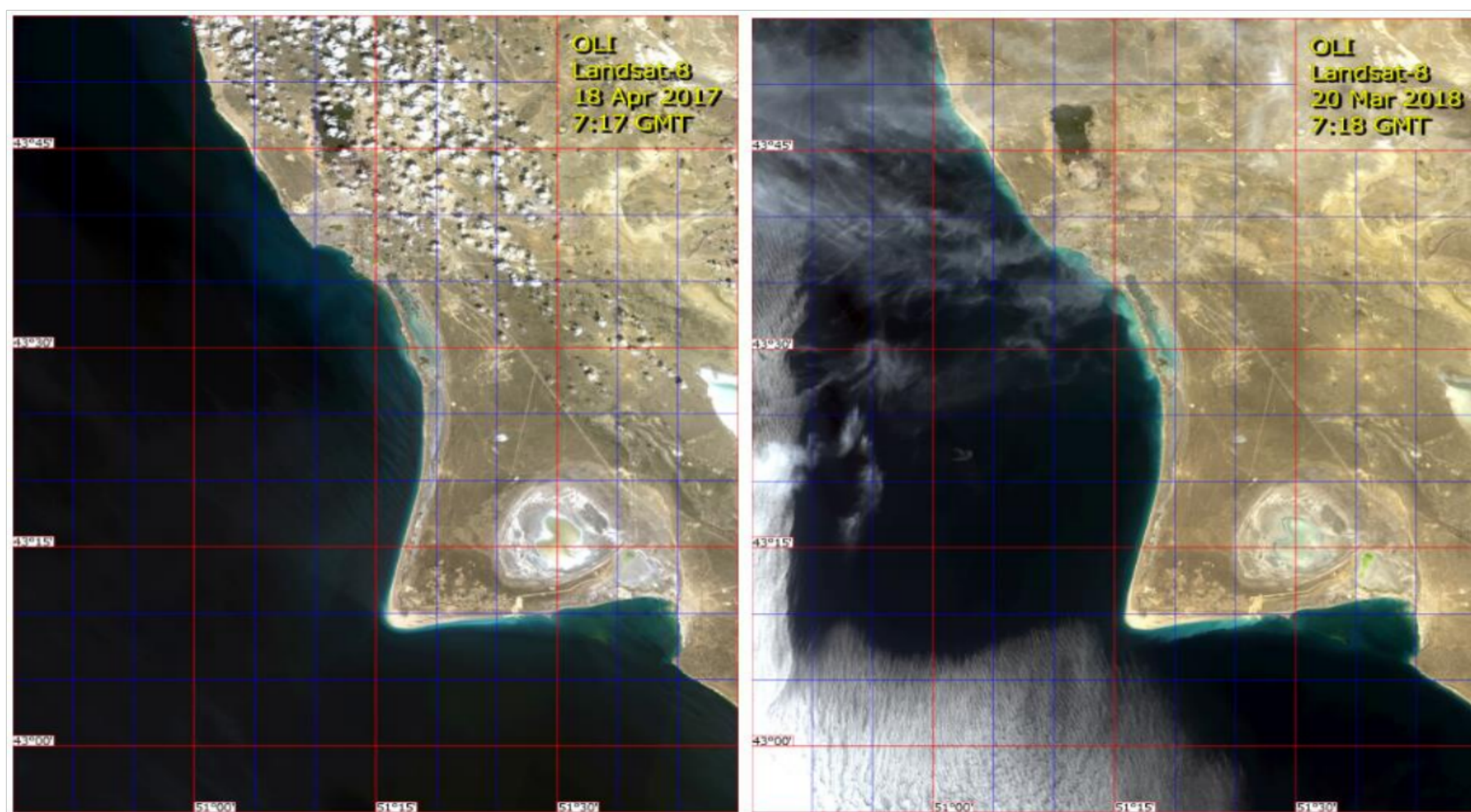
$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (4)$$

где *NIR* – отражение в ближней инфракрасной области спектра; *RED* – отражение в красной области спектра.

Алгоритм для расчета *NDVI* встроен во все пакеты ПО, предназначенные для обработки данных дистанционного зондирования Земли (космоснимков).

В работе использованы космоснимки спутника Sentinel-2A, Sentinel-2B (Европейское космическое агентство). Обновление данных осуществлялось по проекту Landsat, которое ведет NASA (космическое агентство США).

Снимки скачивались с геопортала Earth Explorer. Космоснимки Landsat-7 и Landsat-8, во всем мире очень распространены и практически доступны, и также применялись нами для мониторинга почвенного покрова (рисунок 25).



Landsat-8 от 18 апреля 2017 г. (слева); Landsat-8 от 20 марта 2018 г. (справа).

Рисунок 25 – Космоснимки Мангистауской области с районом исследования

Как было, отмечено в проектах государственного мониторинга, стоимость

снимков с разрешением 10 и менее метров (снимки низкого разрешения), как и 2010 году (15-30 у.е. за 1 км²), достаточно высока, в среднем составляет 18 у.е.

Тем не менее, задачи решены, снимки брались с геопортала Earth Explorer и сервера USGS, а также из пополненных за последние годы архивов NASA.

Статистическая обработка результатов исследований

Обработка полученных в исследованиях данных проводилась в среде аналитического программного интерфейса Statistica 10 (фирма Statsoft, США).

Для оценки степени загрязненности почв, был применён дисперсионный анализ (модель постоянных эффектов) и непараметрический дисперсионный анализ - непараметрический ранговый критерий Kruskal-Wallis ANOVA [83].

Выбор этого метода анализа с помощью статистики критерия Крускала-Уоллиса определяли малым объемом выборок исследований. При этом выборки характеризовались разными законами распределения.

Этот критерий является, непараметрической альтернативой, одномерному одномерному (межгрупповому) дисперсному анализу. Используется в основном для сравнения трех или более выборок, и проверяет нулевую гипотезу.

Есть сходство статистики критерия с параметрическим однофакторным дисперсионным анализом. Вместе с этим, отличие его в том, что этот критерий Крускала-Уоллиса основан скорее на рангах, а не на средних значениях.

Непараметрический критерий Крускала-Уоллиса является расчленением двухвыборочного критерия Манна-Уитни ранговых сумм и Вилконсона.

Использование данного непараметрического дисперсионного анализа для обработки данных обусловлено недчинением их нормальному распределению.

Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась в среде программ для статистической обработки Excel и Statistica 10, с помощью методов корреляционного и регрессионного анализа.

Методика экспериментальных исследований гелиосистемы

Эксперименты проводились в натуральных условиях, на расстоянии 570 м, от Каспийского моря в пос. С.Шапагатова в 22 км. от г. Актау. Для проведения экспериментальных исследований, были изготовлены две солнечные установки, являющиеся составными частями гелиосистемы:

- 1) пассивный солнечный водонагреватель морской воды (СВН);
- 2) активная установка - солнечный опреснитель морской воды (СО).

Установки были размещены на специальных теплоизолированных щитах для минимизации тепловых потерь через дно устройств.

Для получения наиболее достоверных значений температуры воздуха, все измерения проводились согласно наставлений гидрометеорологическим постам и станциям по измерениям температуры воздуха [84, 85].

Метод математического моделирования приложен к решению задачи теплового режима гелиотехнической системы (СВН+СО). В установках баланс тепловой энергии воды определяется подводом тепла, за счет поглощения силы солнечного излучения и отводом тепла при теплообмене с наружным воздухом.

Измерения. Контрольно-измерительные приборы

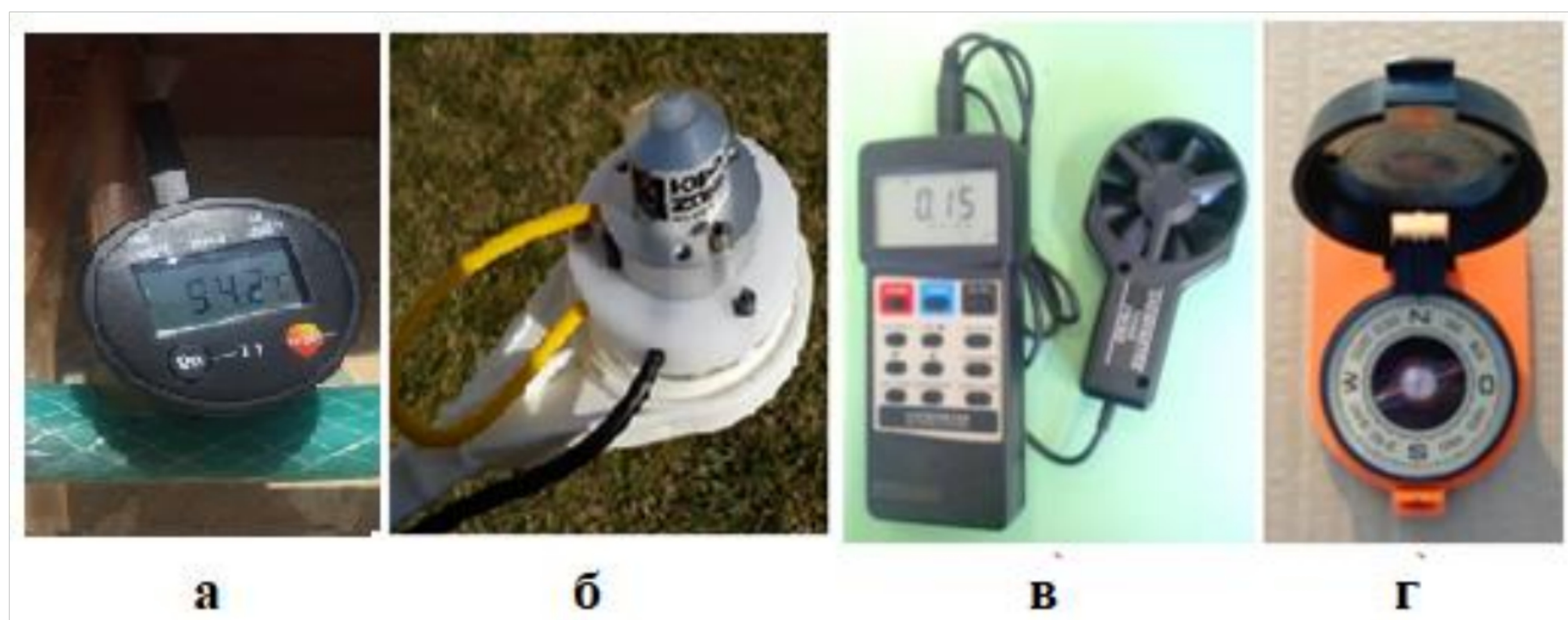
Во время экспериментов измерялись следующие параметры: суммарная

интенсивность солнечной радиации, скорость ветра температура наружного воздуха, температура и давление воздуха на входе и на выходе из солнечного коллектора, расход воздуха и относительная влажность воздуха.

Для замера температуры воды в абсорбере и силиконовых патрубках был использован контактный термометр testo 905-T, с погружным проникающим зондом с длиной 30 см (рисунок 26, а). Суммарная плотность потока солнечного излучения, падающего на поверхности установок, выполнялись с помощью универсального кремниевого пиранометра SP-Lite, (производитель Kipp & Zonen) (рисунок 26, б). Скорости ветра измерялись с помощью портативного крыльчатого анемометра ААТ-1005. Диапазон измерения ААТ составляет 0,8-25,0 м/с, при разрешении 0,1 м/с, предел погрешности $\pm (0,2+0,05v)$ (рисунок 26, в).

Определение географических сторон света проводили с использованием магнитного компаса «Азимут» (рисунок 26, г).

Температура стекол покрытия, воды в бассейнах, измеряли через каждые 30 мин, с помощью термопары SMD-термосопротивлений Pt 100 (до 150°C).



а – термометр testo 905-T; б - кремниевый пиранометр SP-Lite;
в – анемометр ААТ-1005; г – термлопара Pt 100

Рисунок 26 – Внешний вид контрольно-измерительных приборов:

Регулирование расхода воды, подаваемой в гелиоустановки выполняли с помощью зажимов Acetal, которые используются в экспериментах.

Уровень воды в бассейнах СВН и СО, и давление в их объеме измеряли U-образным жидкостным манометром с пределом измерения 0-250 мм.рт.ст.

По результатам измерений для каждой серии опытов вычисляли среднее значение, с округлением до десятых и заносили в ведомость измерений.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Изменения температуры воздуха МО в 2017-2019 г.г.

Изучение климатической изменчивости температурных условий в районе м. Песчаный и по региону в целом, позволяет получить представление о вкладе этих изменений в общую картину изменения солёности, испарения, степени загрязнения воды, аридизации климата и обезлесиванию ландшафта.

Среднесуточная амплитуда температуры воздуха, за год уменьшается на побережье Каспийского моря, которое оказывает сглаживающее влияние на ход температуры воздуха в прибрежной зоне в пределах области. В отдельные дни температура воздуха в течение суток существенно не меняется (амплитуда не более 1°C). При резких изменениях погоды суточная амплитуда температуры воздуха, в удаленных от моря районах может достигать до 25-29°C, при этом на побережье составляет 19-20°C. Суточная амплитуда температуры воздуха за год (°C), по Мангистауской области (для всех районов), по данным метеостанций (МС) приведена в таблице 10. МС Аккудук, относится к Каракиянскому району с центром в пос. Курык и расположена на расстоянии 145 км, от поселка в восточном направлении. Для характеристики климатических условий при строительстве объектов в пределах п. Курык, используются климатические данные станции МС Актау. Из таблицы 10 видно, согласно многолетних данных пунктов наблюдения суточная максимальная амплитуда температуры воздуха за год, на МС Актау и Аккудук самая высокая ($A_{\max} = 27,2$ и $28,9$) соответственно. Минимальная A_{\min} для этих станций выше средней величины и составляет 0,7 и 0,8. Вместе с этим, средняя суточная амплитуда температуры воздуха за год, по МС Аккудук, на 4 единицы превышает показатель $A_{\text{ср}}$ и составляет – 12,7 и 8,4 (МС Актау).

Таблица 10 – Суточная амплитуда температуры воздуха за год (в °C)

Пункты наблюдения	$A_{\text{ср}}$	A_{\max}	A_{\min}
Актау	8,4	27,2	0,7
Аккудук	12,7	28,9	0,8
Боранкул (Опорная)	11,3	26,4	1,07
Сам	11,9	27,3	0,7
Бейнеу	11,2	25,7	0,65
Кулалы	6,1	19,3	0,5
Кызан	11,3	26,8	0,7
Форт-Шевченко	6,5	19,1	0,2
Тушубек (Шетпе)	10,3	22,8	1,1
Примечание - амплитуды: $A_{\text{ср}}$ – средняя; A_{\max} – максимальная; A_{\min} – минимальная.			

Приведем результаты анализа данных РГП «Казгидромет», выполненные в 2017-2020 гг, относительно района исследований и Мангистауской области в целом в период выполнения экологического мониторинга.

2017 г. Несмотря на то, что в глобальном масштабе 2017 г. был наиболее прохладным, чем рекордный 2016 год и он вошел в число 3 самых теплых лет в истории наблюдений. **2017 г.** стал самым теплым, к тому же не подвергшимся

воздействию явления Эль-Ниньо годом (таблица 11). Также, глобальные средние температуры в 2017 году были на $1,1 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ выше доиндустриальных уровней.

Для Казахстана 2017 г., был относительно теплым и был на 10 месте в ранжированном по убыванию ряду наблюдений с 1941 года [86].

В 2017 году среднегодовая температура воздуха составила $7,1^{\circ}\text{C}$, что было на $0,69^{\circ}\text{C}$ выше климатической нормы за 1981-2010 годы. К тому же, средняя глобальная температура воздуха за 2013-2017 г. была, почти на 1°C , выше чем за 1850-1900 г.г., а также стала самой высокой средней глобальной температурой за пятилетний период за всю историю наблюдений.

Таблица 11 – Самые тёплые годы в истории наблюдений на Земном шаре в РК за период 1941-2017 гг. с аномалиями среднегодовой температуры, $^{\circ}\text{C}$.

Ранг	Земной шар	Казахстан	Аномалия среднегодовой температуры (январь-декабрь), осредненная по территории Казахстана, $^{\circ}\text{C}$
1	2016	2013	1,26
2	2017	1983	1,09
3	2015	2015	1,02
4	2014	2004	1,53
5	2010	2002	0,92
6	2005	2007	0,87
7	2013	2016	0,86
8	2006	1995	0,85
9	2009	2008	0,71
10	1998	2017	0,69

Зима 2017. На большей части территории Казахстана температура воздуха была в пределах нормы ($- 8,79^{\circ}\text{C}$) и зима характеризовалась как прохладная.

На МС Усть-Каменогорск и Шемонаиха (ВКО) и Алматы-ОГМС, было экстремально тепло (вероятность непревышения на них составляла 96-100%).

Весна была теплой на всей территории республики. Лето 2017 г, было теплым, а осредненная по территории РК аномалия составила $+ 0,7^{\circ}\text{C}$ (93-й процентиль). В районах некоторых МС Туркестанской, Алматинской, Карагандинской и Кызылординской областей было экстремально тепло (96-97 процентиль). В этих районах, лето 2018 г, вошло в 10% экстремума. Осень 2017 года была достаточно теплой на территории всего Казахстана.

Средняя температура на территории РК на $0,94^{\circ}\text{C}$ (89-й процентиль) была выше климатической нормы. В районах МС Шиели (Кызылординская область), Аккудук (Мангистауская область) вероятность непревышения (96-97%). Осень 2017 г., вошла в 10 % экстремально теплых сезонов.

2018 год был теплее 2017 года, но он не вошел в число самых теплых лет в истории наблюдений на Земном шаре. В отличие от двух самых теплых лет (2016-2017 гг.), 2018 г. начался со слабого явления Ла-Нинья с которым обычно связано понижение глобальной температуры. В целом 2015-2018 г.г., стали 4-мя, самыми теплыми годами в истории наблюдений теплыми на фоне сохранения долгосрочной тенденции потепления [87]. Тем не менее, в конце

весны и летом 2018 года, на значительной части Европы была беспрецедентная жара и засуха.

В период зимнего сезона (декабрь 2017 г. - февраль 2018 г), на большей части страны температура воздуха была близка к норме. Средняя по Казахстану аномалия температуры составила минус 0,29°C (40-й процентиль).

Положительная аномалия средней сезонной температуры воздуха была в Атырауской (0,39°C), Мангистауской равной (0,39°C), Туркестанской (0,53°C), Западно-Казахстанской (1,27°C) областях. В 2018 г., абсолютные максимумы и минимумы температуры зимнего сезона не были обновлены.

Весна 2018 г. В Северо-Казахстанской и Акмолинской областях, средние по их территории были намного ниже нормы: на 1,22 и 1,63°C соответственно.

Летом 2018 года, за счет устойчивой погоды в июле, на многих станциях были достигнуты новые абсолютные максимумы средних температур:

- Аккулук (+34,1°C), Форт-Шевченко (+29,7°C). Мангистауской области;
- Атырау (+31,2°C), Кукльсары (+32,0°C) Атырауской области;
- Аяккум (+30°C) Актюбинской области.

Осредненная по территории Казахстана, аномалия температуры воздуха летнего сезона 2018 года. Составила +0,6°C (70-й процентиль) [87, с. 43].

Осенью 2018 г. средняя по Казахстану температура воздуха в осенний период 2018 г, всего на 0,17°C превысила климатическую норму. Максимальное количество жарких дней в пределах (160-180 дня) было зафиксировано в Мангистауской и Туркестанской областях соответственно. Максимум вегетационного периода наблюдался на МС Актау и составил 274 дня в году, а минимальный в северных районах РК составил 146 дней.

2019 год, в целом для Земного шара вошел в десятку самых теплых лет за период инструментальных наблюдений (1850-2019 гг.), заняв 2-е место [88].

Статистически достоверные темпы роста температуры воздуха в феврале наблюдались на МС Аккулук (0,82°C/10 лет) и Форт-Шевченко (0,75°C/10 лет).

Средняя по Казахстану аномалия составила $\pm 1,14$ 0°C. Весной 2019 г, отрицательные среднесезонные аномалии температуры не прослеживались ни на одной метеорологической станции Казахстана. Внутри весеннего сезона очаги экстремально тепла не были выявлены.

Летом 2019 г. экстремально высокие среднегодовые температуры воздуха (вероятность непревышения 96-97%) наблюдались в следующих областях: Алматинской, Жамбылской и Туркестанской.

Осенью 2019 г. температура воздуха на территории страны была близка к норме, за исключением Актюбинской области, где отмечены отрицательные аномалии температуры воздуха в пределах от – 1,1% до – 1,7% с вероятностью менее 25%. Средняя температура воздуха осеннего сезона 2019 г. превысила климатическую норму на 0,26%. Исторические экстремумы не были обновлены. В 2019 г. максимальное количество тропических ночей, наблюдалось в Туркестанской (38-74 дня), Мангистауской (47-66 дней) областях. Анализ тренда в значениях доли (%/10), экстремального количества осадков в годовой сумме, показал, что на станциях Бектаута (Карагандинская

область), Павлодар и Шербакты (Павлодарская область), Уил в Актюбинской и Сам в Мангистауской области, устойчивое увеличение доли экстремального количества осадков в годовой сумме составило 1,9-2,5% каждые 10 лет.

3.2 Морская часть. Результаты комплексных исследований

В разделе изложены результаты натурных наблюдений в морской части.

В ходе экспедиции 27 и 28 июля 2019 года [58, с. 8] измерения проводились от порта Актау и в южном направлении к мысу Песчаный и мысу Саржа, в сторону Каспийской верфи ERSAL LLC. Endeavor, судно с борта которого проводились измерения и карта-схема точек мониторинга, приведены в разделе 2, (рисунок 15).

26 июля в районе м. Песчаный, установили автоматическую портативную метеорологическую станцию. 27 июля 2019 года на разрезе Актау-ПК «Курык» были выполнены измерения на 13 станциях. Работы на этих станциях включали проведение вертикального CTD-зондирования и отбор проб морской воды.

Гидрооптические характеристики измерялись комплексом ЭММА.

Также, 27 июля была произведена постановка 5 заякоренных станций на разрезе (координаты и время установки станций указаны в таблице 12).

Таблица 12 - Координаты и глубины гидрологических станций.

Станция №	Дата	Время, UTS+5	Координаты морских станций		Глубина моря на станциях, м	Секки, м
			N	E		
2701	27.07.2019	8:20	43.60417	51.161	15,6	3,5
2702	27.07.2019	9:30	43.53753	51.19405	17,3	11,0
2703	27.07.2019	10:45	43.48423	51.243	14,5	9,5
2704	27.07.2019	11:50	43.41685	51.26662	15,0	7,5
2705	27.07.2019	13:20	43.343	51.29528	15,1	5,0
2706	27.07.2019	14:30	43.28645	51.28365	14,9	6,0
2707	27.07.2019	16:05	43.21857	51.26417	15,1	6,0
2708	27.07.2019	17:15	43.15947	51.24852	15,1	4,0
2709	27.07.2019	18:13	43.13772	51.29903	14,7	8,5
2710	27.07.2019	18:55	43.14045	51.3372	15,9	10,5
2711	27.07.2019	19:35	43.14443	51.37805	14,3	6,5
2712	27.07.2019	20:30	43.1419	51.44928	14,6	9,5
2713	27.07.2019	21:10	43.14328	51.49762	5,6	до дна

Приведем расположение морских станций наблюдения и расстояния от берега относительно объектов в прибрежной зоне Каспийского моря:

№ 2701 – напротив причала судов порта Актау (3870 м);

№ 2702 – напротив озера Караколь (7150 м);

№ 2703 – напротив южной части озера Караколь (4300 м);

№ 2704 – напротив солончака Каракольшор (4150 м);

№ 2705 – напротив южной части солончака Каракольшор (1580 м);

№ 2706 – Напротив впадины Ащисор (1300 м);

№ 2707 – Напротив крестьянского хозяйства «Венера» (1420 м)

№ 2708 – В северной части дуги мыса Песчаный (1630 м);

№ 2709 – В южной части дуги мыса Песчаный (1170 м);

- № 2710 – Напротив крестьянского хозяйства «Жанбырши» (1930 м);
№ 2711 – Напротив крестьянских хозяйств «Береке» и др. (2700 м);
№ 2712 – Напротив причала для судов ПК «Курык» (2680 м);
№ 2713 – Напротив мыса Саржа (2710 м).

3.2.1 Результаты изучения метеорологические условия

Портативная метеостанция GILL GMX500 установленная на высоте 5 м над уровнем моря на территории ПК «Курык», была задействована в 17:00 часов по местному времени (GMT+5) 26 июля и закончила работу около 13:00 29 июля.

С помощью станции GILL GMX500 были измерены направление и скорость ветра, атмосферное давление, температура и относительная влажность воздуха.

Дискретность измерений станции - 1 сек. Данные измерений заданных климатических условий в районе исследований представлены на (рисунок 27).

Ветровые условия. Данные автономной метеостанции GILL GMX500.

26 июля, при задействовании метеостанции в 17:15 час., скорость ветра в северо-восточном направлении была равной 4,7 м/с, и вечером в 19:30 час, напор ветра понизился до 2,4 м/с, с изменением румба в северном направлении.

При ветре 4,7 м/с, наблюдалось легкое волнение, ощущаемое катамараном, при этом средняя высота волн составляла 0,6 м (легкий прибой) (рисунок. 27,а).

27 июля до 11:20 ч, наблюдался порывистый ветер со снижением скорости от 2,8 м/с до 1,7 м/с, в основном северо-восточного направления. В 14:30 часов фиксировался слабый ветер - 4,8 м/с, а вечером в 20:15 ч, ветер утих до 1,6 м/с.

28 июля метеостанцией зафиксировано усиление ветра с севера на юг.

С утра этого дня, ветер со скоростью 2,3 м/с в 10:00 ч. (северо-запад) со снижением до 1,7 м/с и увеличением до 4,9 м/с, наблюдался до 11:15 час.

В 15:00 ч, скорость ветра с движением с севера на юг составила 7,3 м/с.

Порывы ветра от 7,3 м/с, и изменчивостью до 1,3 м/с, в течение каждого часа, вечером в 19:30 снизился до 2,1 м/с. При 7,3 м/с, наблюдалось пыление в береговой части м. Песчаный. При этом высота волн составила более 1,5 м.

Это согласуется с базой данных реанализа NCEP/NCAR (США), которые содержат метеорологические поля по Каспию с 1948 г. по настоящее время [90].

Данные реанализа показывают, что основные различия в скорости ветра наблюдаются при движении ветра с севера на юг, что и наблюдалось 29 июля.

Далее метеостанцией зафиксирован порыв скорости ветра с 19:30 ч, до 24:00 ч, от 2,1 м/с до 3,8 м/с, северного и северо-западного румбов.

Полученные результаты, скорости и господствующего направления ветра не сопоставлялись с данными «Казгидромет» по области по морским станциям портов Актау и Баутино. Сопоставление метеоданных на отдельных станциях и реанализа показало, что для акватории Каспийского моря не следует применять универсальное соотношение для корректировки данных реанализа [90, р. 452].

В отличие от поправок для Черного и Балтийского морей в работе [91, 92], для Каспийского моря этот подход будет грубым осреднением.

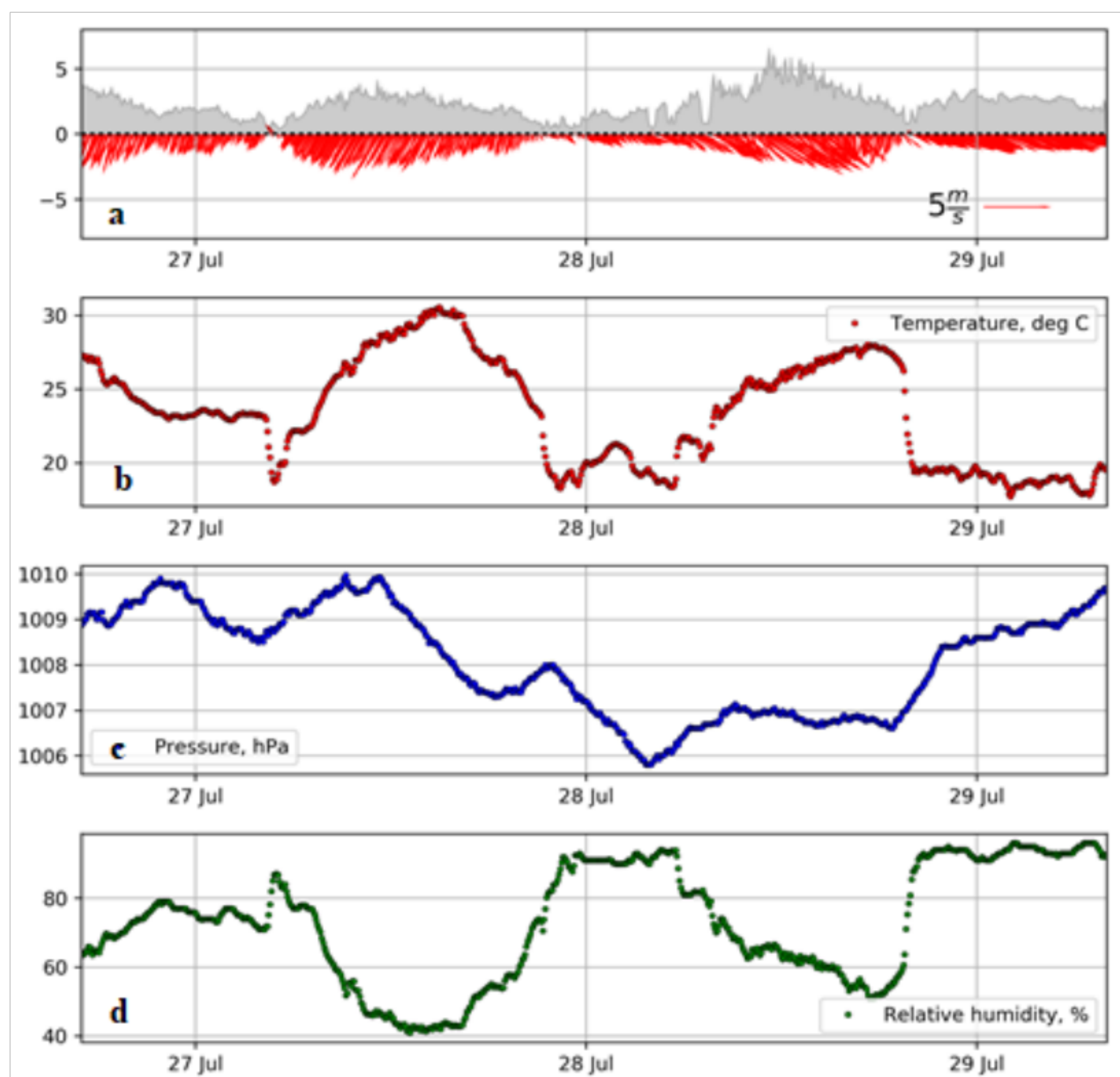
Температура воздуха. Данные метеостанции GILL GMX500 (рисунок

27, b).

26 июля. В 17:10 температура составила 27°C и постепенно с понижением в вечернее время к 24:00 часам была на уровне 23°C, и эта температура воздуха поддерживалась практически до 9:00 часов утра следующего дня (27 июля).

27 июля. В 9:00 час. зафиксировано резкое падение температуры с 23°C до 17°C, а затем подъем до 22°C. Затем, с 10:30 час. до 15:00 час. наблюдалось, повышение температуры с 22°C до 30,8°C. С 15:30 часов, практически каждый час температура, опускаясь на 1°C, в 23:00 часа составила также 22°C.

Это объясняется тем, что июль - один из жарких месяцев области.



a – векторная диаграмма скорости ветра, м/с: b – график изменчивости температуры воздуха; c – график изменчивости атмосферного давления; d – график изменчивости относительной влажности

Рисунок 27 – Результаты измерений, выполненных метеостанцией GILL GMX500 27-29 июля 2019 г, осредненные по 5-ти минутным интервалам

При этом, летом 2019 года, по данным КАЗГИДРОМЕТ, экстремально высокие среднегодовые температуры воздуха с вероятностью непревышения 96-97%, наблюдались на юге, а также Алматинской, Жамбылской областях РК.

28 июля. Зафиксированы колебания температура воздуха с 20°C до 22°C в утренние часы, затем с 11:00 час, зафиксирован подъем температуры до 26°C к 15:00 ч., с понижением в 19:30 ч, до 19°C, которая поддерживалась до 24:00 ч.

Атмосферное давление. На графике (рисунок 27, c), данные GILL GMX500 изменчивости атмосферного давления, показаны в гектопаскалях (гПа).

1 гектопаскаль (гПа) = 0,750063755419211 (мм.рт. ст).

26 июля. С 17:10 ч., атмосферное давление, со значения 1008,8 гПа,росло до величины 1010 гПа, вечером 1009.7 гПа, и ночью упало до 1009,3 гПа.

Если перевести в (мм.рт. ст) – день 753 гПа, вечер 754 гПа, ночь 751 гПа.

27 июля. С ночи давление снизилось до 1008,4 (10:00 ч.), днем составило 1010 гПа, вечером атмосферное давление понизилось 1007,3 (20:00 ч.), в 23:00 ч ночи величина ее составил 1008 гПа, затем давление снижалось до значения в 1005,7 гПа, до 9:30 часов следующего дня, то есть 28 июля.

28 июля с 9:30 ч, до 11:00 ч, давление повысилось до значения 1007 гПа и поддерживалось практически до вечера. С 18:30 ч, зафиксировано снижение его до величины 1006,8 гПа, и повышение до 1008,6 гПа 12:20 час. дня 29 июля.

Понижение давления 28 июля способствовало усилению волнения моря в береговой части, мыса Песчаный, в районе исследований.

Изменение относительной влажности воздуха. Значения в (%).

26 июля (рисунок 26, d), Величина влажности воздуха равная 63% в 17:10 час, к 21:30 час достигла 82%, затем наблюдалось понижение до 66-68% до 8:30 час. 27 июля.

27 июля. В 9:00 час, значение давления до 82,7%, затем снизилось за 1 час до 78%, в течение 1,5 часа, было на этом же уровне, затем к вечеру в 18:30 час, резко понизилось до 41,5%. С 20:00 часа, величина влажности к 23:00 час. ночи влажность воздуха достигла 88%, и поддерживалась до 10:00 часов 28 июля.

28 июля. Начиная с 10:30 час, утра величина давления с 88%, скачками падала до 44% до 20:00 часов вечера. С 21:30 часа, давление (44%), ночью до 22:30 часа, поднялось до 88,5%, и эта величина влажности практически на этом же уровне держалось до 11:00 часов 29 июля 2019 г.

Это означает, что воздух практически почти насыщен водяным паром, то есть 88,5% связей воздуха с водой и при плюс еще 11,5%, воздух не сможет уже вбирать в себя воду с окружающей среды.

Для описания результатов изучения гидрофизических, гидрооптических и гидробиологических процессов, приведем схему точек мониторинга (рисунок 28).

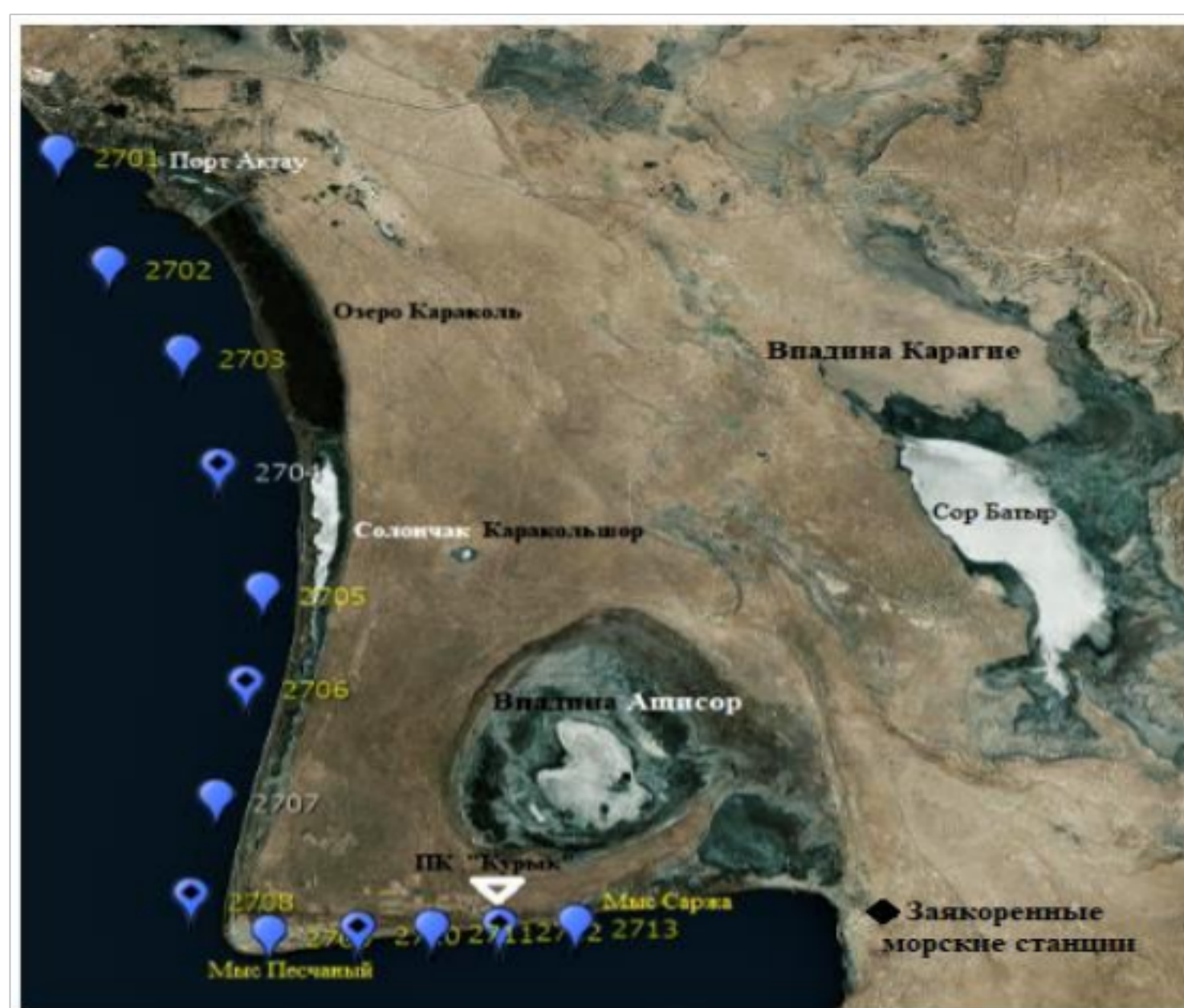


Рисунок 28 – Карта-схема расположения 13 морских станций (ESRI ArcGIS. Imageri. Койбакова, 2019 г.)

3.2.2 Результаты изучения термохалинной структуры вод

На рисунке 29, представлены вертикальные профили температуры воды, солености и флюоресценции хлорофилла, которые были построены по данным CTD-зондирования с 26 по 29 июля 2019 г.

Необходимо отметить, заякоренные станции № 2704, 2706, 2710 и 2712, были оснащены придонными регистраторами измерения скорости течения моря и истинного направления течения относительно магнитного полюса (рисунок 29).

Также на этих станциях в придонном слое были установлены измерители температуры воды на глубине 14,6-16 м, в местах расположения станций.

Вертикальные распределения температуры воды (°C).

Исследуемые станции располагались вдоль берега, в пределах одних и тех же изобат 15-17 м. По данным зондирования наблюдались ярко выраженные горизонтальные неоднородности измеренных параметров. Было зафиксировано, что температура воды в поверхностном слое моря, снижалась с севера на юг.

Максимальный прогрев поверхностного слоя воды наблюдался в районе станций 2705 - 23,5°C и 2706 – 22,0°C, что ясно видно на рисунке 29,а.

Объясняется это, наличием в прибрежной зоне солончака Каракольшор, поверхность которого, в летнее время сильно прогревается. Это, обуславливает прогрев вод в береговой части. Также, в исследованиях [3, с. 225] отмечается, что в это период температура поверхностных слоев воды средней и южной частей Каспия выравнивается в пределах от 22°C-25°C до 26°C -30°C.

На станции 2712 в районе паромного комплекса «Курык» и станции 2713 у мыса Саржа, наблюдались минимальные температуры у поверхности (выход к поверхности изотерм 15°C и 16°C). Объясняется это тем, что в Среднем Каспии зимой и летом, имеет место циклоническая циркуляция вод с движением их на север на восточном побережье в пределах Мангистауской области [93].

На станции 2705 (солончак) и далее вдоль разреза в южном направлении был замечен подъем изотермы 12° C, в сторону поверхности у мыса Песчаный, что вызвало выраженное сужение термоклина в слое 0-5 м (ст. № 2707).

Наиболее четко подъем более холодных придонных вод, к поверхности моря зафиксирован на станциях 2707, 2712 в районе подводной возвышенности.

Апвеллинг (upwelling), то есть подъем, особенно активен в прибрежных морских зонах. К ним относится и мыс Песчаный, где под действием северо-западных ветров происходит подъем вод с глубин Дербентской впадины.

Процесс подъема, перемещает более холодные, богатые биогенами воды с глубин Дербентской впадины к поверхности замещая более теплые, бедные биогенами поверхностные воды. Результаты подтверждаются исследованиями по данным спутников, в которых авторами отмечается, что сезонный апвеллинг вдоль восточного побережья от п-ва Тюб-Караган до Красноводского залива, наблюдается с 15 мая по 15 октября при северо-западных румбах [94].

Вертикальные распределения солености. Данные профилирования на (рисунок 29, b), показаны в практических единицах psu (Practical Salinity Units).

Данные зондирования показали, что в толще вод, на исследуемом разрезе,

прослеживались локальные максимумы солености с превышением на 0,2-0,3 ед. единицы практической солености (ЕПС), в придонном и поверхностном слое.

Наблюдался, весьма однородный характер вертикального распределения солености (величины порядка 11.4–11.5 ед. ЕПС от поверхности моря до дна),

Наиболее выраженный максимум солености, наблюдался на станции 2706 (в районе солончаков) в приповерхностном слое воды, что в целом совпадает с пиком мутности, на профилограмме мутности вод по разрезу (рисунок 29, е).

Тем не менее, общее положение промежуточного максимума солености в точках мониторинга, соответствуют положению термоклина (изотерм 12-13°C).

Полученные данные согласуются с исследованиями последних лет.

Изменения уровня солености вод в различных частях Каспийского моря в зависимости от сезонов, отличается от характера изменчивости температуры.

Так, от весны к лету, на всей акватории Южного Каспия соленость вод, обусловленная увеличением испарения, возрастает [28, с. 308; 95]. В Среднем Каспии, за счет влияния опресненных вод северо-восточных вод, соленость на большей части акватории понижается. Изменение солености Каспийского моря в осенне-зимний период от ноября к февралю носят противоположный характер.

В Среднем Каспии в это время соленость возрастает, а в Южном Каспии наоборот соленость вод уменьшается, что обусловлено условиями водообмена между этими частями Каспийского моря в целом [96].

Вертикальные распределения хлорофилла. В прибрежных водах моря при перемешивании вод, поверхностная концентрация хлорофилла, как видно из профилограммы (рисунок 29, с), концентрация хлорофилла в поверхностном слое отражает его средневзвешенное содержание в более глубоководных холодных зонах моря. Наиболее холодные области вод, на станциях 2707 и 2712 (причал ПК «Курык») сопровождалась максимальными концентрациями хлорофилла, а также и растворенного кислорода (рисунок 29, d).

Результаты содержания хлорофилла - 0,5 мг/м³ у приповерхностного слоя - 1,0-1.5 мг/м³ в среднем слое, и 2,0 мг/м³ на морском дне. Средневзвешенное содержание хлорофилла в слое 0-15 м, составляет - 1,18 мг/м³, что согласуется с данными полученными при наиболее подробных исследованиях в 1976 г [97].

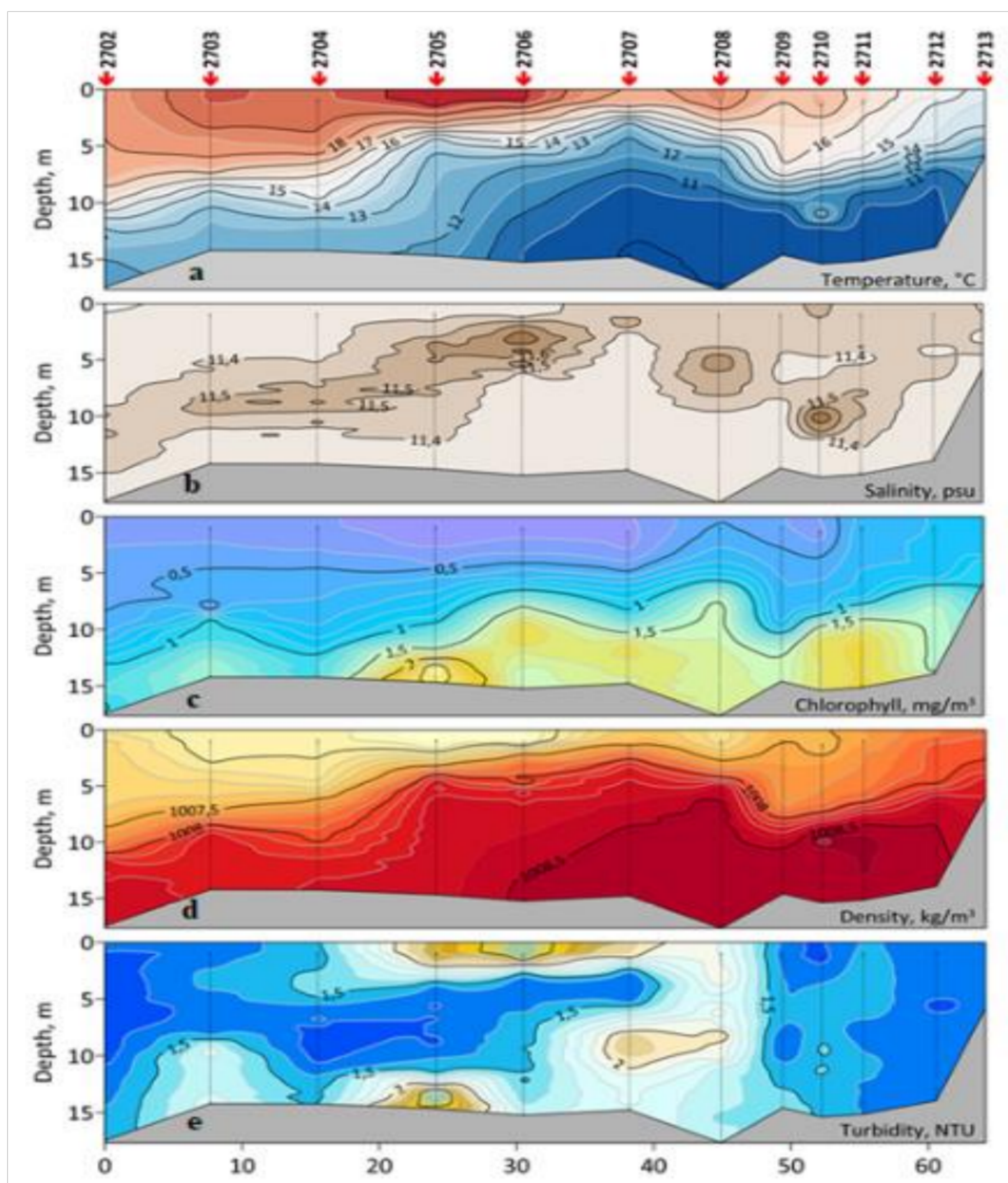
На разрезе Дербент-Песчаный в августе месяце, содержание хлорофилла (средневзвешенное в слое 0-40 м), на западном побережье составило 0,88 мг/м³, и 1,15 мг/м³ – на восточном побережье у мыса Песчаный.

Вертикальные распределения растворенного кислорода

Для водных масс моря, в частности гребинной среднекаспийской в районе мыса Песчаный, температура воды определяет количество растворенного в воде кислорода и распределение как по горизонтали, так и по вертикали. Например, выше, было установлено, что в наиболее холодных областях, в районах станций 2707 и 2712, наблюдалось максимальное количество растворенного кислорода.

Вертикальное распределение мутности. Мутность вод измерялась в нефелометрических единицах мутности НЕФ (NTU) для небольших значений в пределах 0–40 НЕФ (NTU). По данным CTD-зондирования (рисунок 28, е), район между станциями 2707 и 2709, характеризовался повышенной мутностью

вод порядка (1,5 NTU) по всей толще поверхностного слоя.



а – температуры воды; б – солёности воды; в – концентрации хлорофилла; д – концентрации растворенного кислорода; е мутности воды

Рисунок 29 – Распределение по вертикали

Кривая между станциями, образует оконечность м. Песчаного, подобную стрелке как бы направленной от наземных впадин Карагие и Ащисор к морской Дербентской впадине. Эта часть мыса Песчаный, является как бы вершиной подводной возвышенности, которая протягивается от мыса на юго-запад к Дербентской впадине до глубин 400 м. Максимальная мутность вод между станциями 2707 и 2709 (2,0 ед. NTU), вероятно связана с циклонической циркуляцией вод, с движением их на север. По данным зондирования в районе станций 2705 и 2706, также наблюдались максимальная (2,0 ед. NTU), мутность вод, в придонном и поверхностных слоях. Мутность вод, в поверхностном слое совпадала с областью максимального прогрева воды (рисунок 29, а).

Наиболее выраженный максимум располагался в приповерхностном слое воды на станции 2707 (север мыса Песчаный), совпадая с пиком мутности.

Вертикальные профили температуры воды приведены на рисунке 30.

На приведенных вертикальных профилях распределения температуры, на исследованных станциях (27 июля 2019 г.) заметно, что наиболее интенсивный подъем изотерм к поверхности отмечается на станциях 2707, 2712 и 2708.

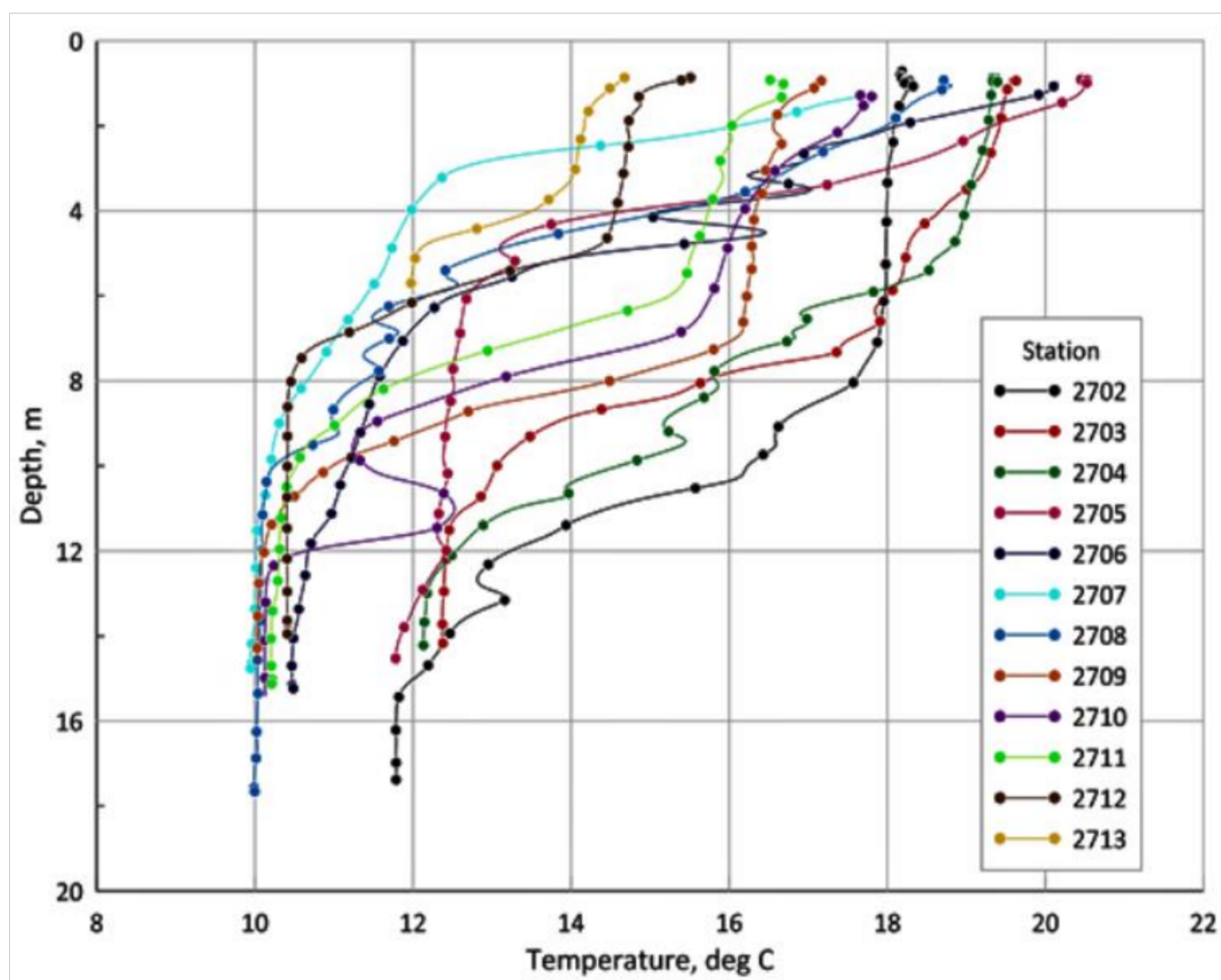


Рисунок 30 – Профилограмма вертикального распределения температуры воды на морских станциях в районе исследований

Также видно, что на станциях 2702, 2703 и 2704, наиболее удаленных от м. Песчаный к северу, этот подъем выражен слабо.

Отметим, что на станции 2701 (порт Актау), из-за скопления большого количества судов, не удалось заякориться и измерить температуру воды.

Приведем величины распределения температуры на станциях, на которых зафиксирован наиболее интенсивный подъем изотерм:

- № 2707. На глубине 15,0 м, температура была равной ($t = 10,0^{\circ}\text{C}$), далее на глубине 10,0 м. – ($t = 10,4^{\circ}\text{C}$), на глубине 8,0 м. ($t = 10,7^{\circ}\text{C}$), на глубине 4,0 м. ($t = 10,0^{\circ}\text{C}$), на глубине 3,8 м. - ($t = 12,6^{\circ}\text{C}$), на глубине 2,2 м. ($t = 14,0^{\circ}\text{C}$), на глубине 1,1 м. ($t = 16,0^{\circ}\text{C}$ и в приповерхностном слое 0,7 м. - ($t = 17,8^{\circ}\text{C}$).

- № 2712. На глубине 14,4 м, температура была равной ($t = 10,4^{\circ}\text{C}$) и эта температура воды поддерживалась до глубины 8,0 м, а затем на глубине 7,35 м. температура составила ($t = 11,4^{\circ}\text{C}$), на глубине 6,0 м. ($t = 12,0^{\circ}\text{C}$), на глубине в 5,2 м. ($t = 14,0^{\circ}\text{C}$), на глубине 4,6 м. ($t = 14,2^{\circ}\text{C}$), на глубине 1,1 м. ($t = 15,2^{\circ}\text{C}$), и в приповерхностном слое порядка 0,7 м. температура составила ($t = 15,6^{\circ}\text{C}$).

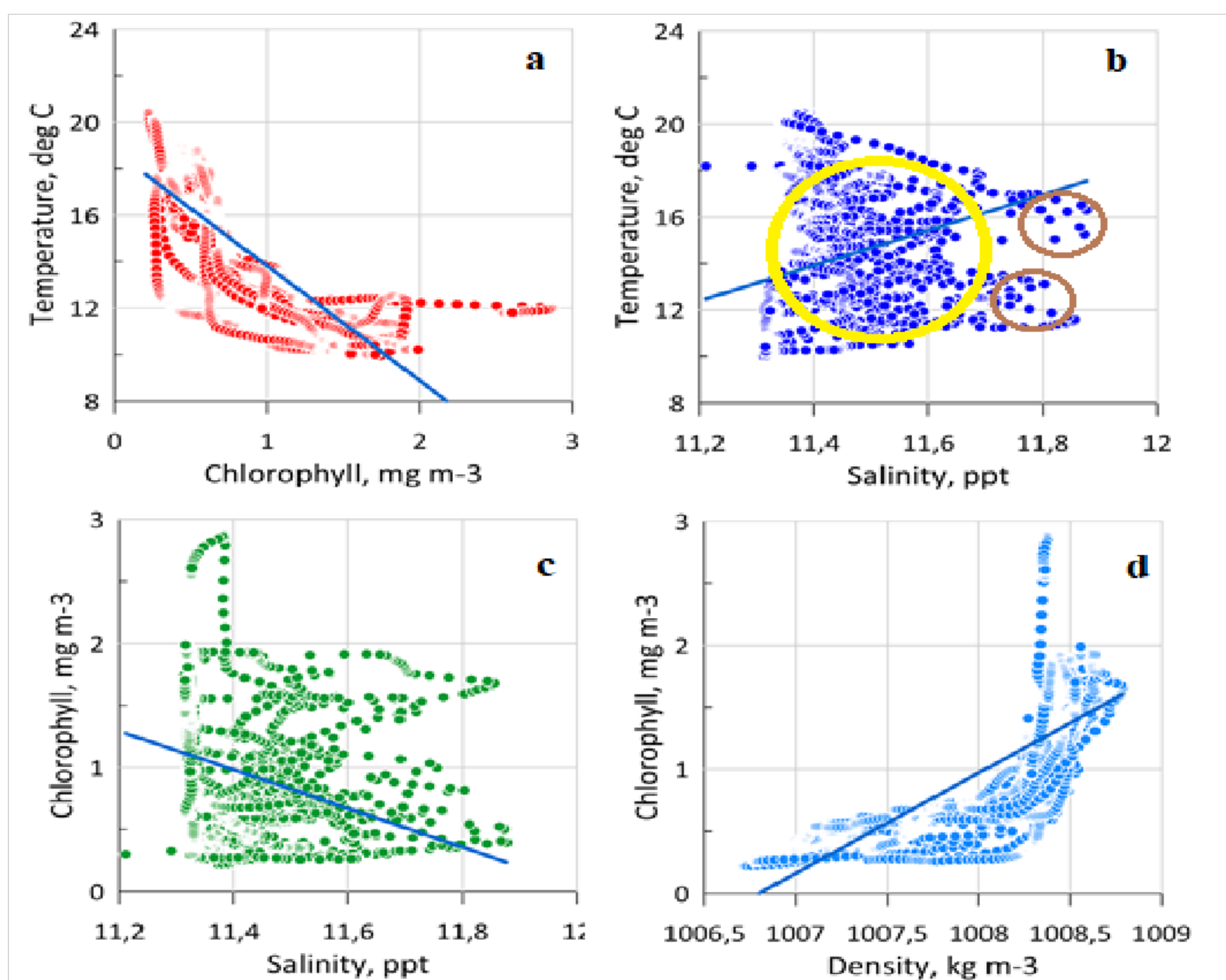
Самая короткая изотерма профилографа наблюдалась на станции 2713 у

мыса Саржа в южной части мыса Песчаный:

- № 2713. На глубине 5,6 м. температура составляла ($t = 12,0^{\circ}\text{C}$), а выше на глубине 4,4 м. ($t = 12,0^{\circ}\text{C}$), в слое 3,6 м. ($t = 14,0^{\circ}\text{C}$) и слое 0,7 м. ($t = 14,8^{\circ}\text{C}$).

Зависимости концентраций хлорофилла от характеристик воды

Согласно данным зондирования, более высокие значения, концентрации хлорофилла (рисунок 31, а), соответствуют холодным ($t = 15,8^{\circ}\text{C}$) и плотным водам преимущественно в придонных слоях. В диапазоне температур с 11°C до 21°C , в среднем слое воды, соленость в пределах 11,4-11,7 ppt.



а) хлорофилла от температуры; б) солености от температуры;
с) хлорофилла от степени солености и д) концентрация хлорофилла

Рисунок 31 – Взаимные зависимости концентраций

В целом, по разрезу выраженных зависимостей не выявлено.

Снижение концентрации солености (рисунок 31, d) с 70% (желтый кружок) до 8-10% (коричневые кружки), объясняется в основном перемешиванием слоев в процессе циклонической циркуляции течения, в районе мыса. Песчаный.

Также, образование локальных максимумов солености в поверхностном и промежуточном слоях, в условиях жаркого климата, связано с опреснением поверхностного слоя и осолонением более глубоких слоев вод.

К тому же, за последние 3 года с момента функционирования паромного комплекса и строительства причалов, активизировался процесс прибрежного

апвеллинга на фоне ветрового апвеллинга с преобладанием северного ветра.

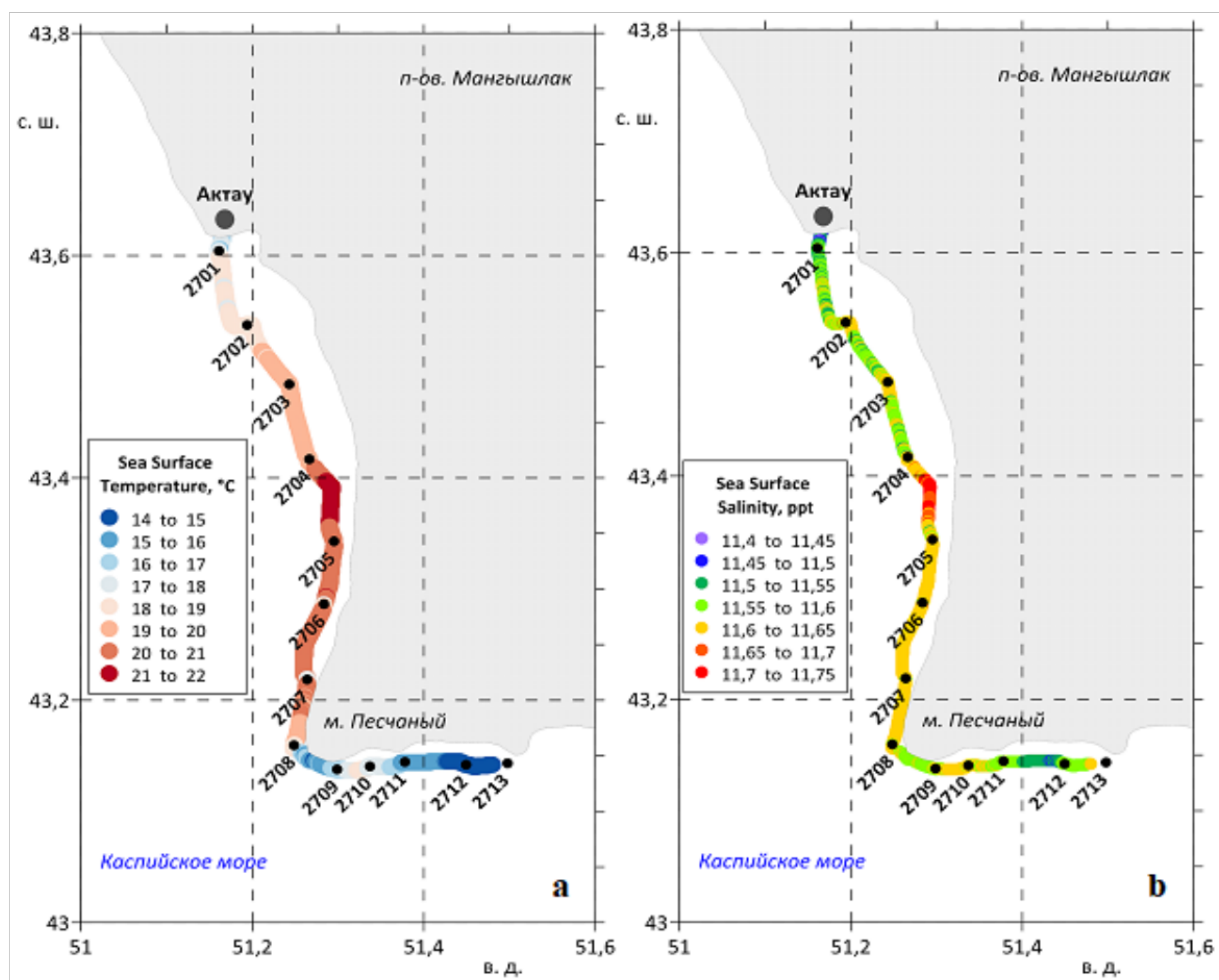
Пространственная изменчивость термохалинных характеристик

Представленные на карте-схеме (рисунок 32), показатели пространственного распределения поверхностной температуры (рисунок 32, а) и солёности (рисунок 32, б), полностью соответствуют данным вертикального зондирования.

Более высокие значения температуры воды (18-22°C) в поверхностном слое вод, обнаружены в районе участка от города Актау до мыса Песчаный.

Также зафиксировано, что южном направлении от м. Песчаный, в районе м. Саржа, температура воды в поверхностном слое резко понижалась до 14°C.

Это можно объяснить циклоническими течениями среднекаспийских вод от мыса Песчаный к западному побережью южного Каспия.



а) температуры поверхностного слоя вод; б) солёности вод

Рисунок 32 – Показатели пространственной изменчивости термохалинных характеристик по данным измерений проточной системы

Максимальные значения температуры и солёности в поверхностном слое согласно данных измерений проточной системы наблюдались между станциями № 2704 и 2705, с солончаками Каракольшора в прибрежной зоне, что объясняет такой максимум прогрева и солёности вод на этом участке исследований.

Также, на рост температуры и солености воды на данном участке разреза, оказывает влияние сток вод с расположенного рядом устья протоки, ведущий к водоему охладителю опреснительных станций. Однако, доступных о солености и температуре воды в водоеме режимного предприятия у нас нет.

В этой связи, эта гипотеза в настоящий момент остается не проверенной.

Кроме этого, можно отметить также и снижение, в самом начале разреза, в районе порта Актау, как температуры (от 18 до 19°C), так и солености вод от 11,45 до 11,5 ppt. По данным вертикального зондирования тоже прослеживается поднятие изотерм к поверхности на станции 2702. Этим подтверждается то, что данные измерения проточной системы согласуются с данными зондирования.

Тем не менее, необходимо учитывать схожесть конфигурации береговой линий от порта Актау до северной части мыса Песчаного, с конфигурацией в южной части мыса Песчаный в районе паромного комплекса «Курык».

С учетом этого, нельзя исключать и возможность развития процессов прибрежного апвеллинга на фоне ветровых воздействий в данном районе.

Результаты наблюдений, согласуются с исследованиями в работах [98,99] в которых показано, что циклонический круговорот Среднего Каспия, по сути – сезонное контурное течение опоясывающее по склону Дербентскую впадину.

Изменчивость морских течений

Для более точных измерений скорости и направления, 5 морских станций были заякорены. Координаты этих станций и продолжительность записи данных придонными регистраторами скорости приведены в таблице 13.

Карта-схема расположения заякоренных станций показана на рисунке 33.

Таблица 13 - Информация о заякоренных станциях №№ 1-5 с придонными регистраторами скорости и направления течения вод

Станция №	Дата установки	Время установки	Координаты морских станций		Дата съема регистраторов	Время съема
			N	E		
1	27.07.2019	12:40	43.39043	51.29236	28.07.2019	17:40
2	27.07.2019	14:50	43.28234	51.2824	28.07.2019	18:15
3	27.07.2019	17:30	43.15452	51.25371	28.07.2019	19:04
4	27.07.2019	19:05	43.14082	51.34088	28.07.2019	19:45
5	27.07.2019	20:45	43.14082	51.45589	28.07.2019	20:10

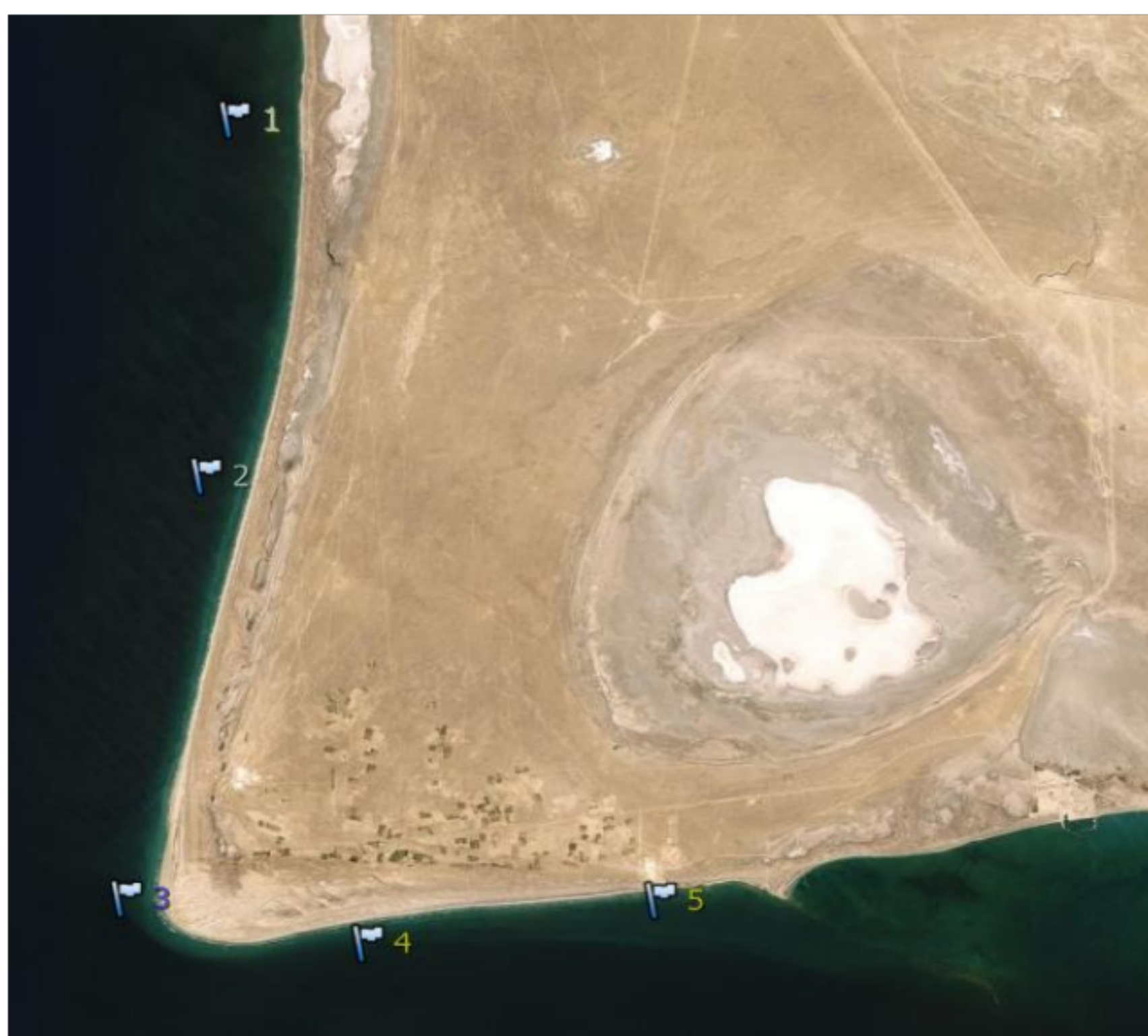


Рисунок 33 – Карта-схема расположения заякоренных станций (ESRI ArcGIS. Imagery. Койбакова, 2019 г.)

На заякоренной станции № 2, расположенной у станции 2706, напротив впадины Ащисор, придонными регистраторами было зафиксировано развитие течений, направленных преимущественно на юг и на юго-запад. Эти придонные прибрежные течения, вдоль береговых линий, со скоростями от 1 м/с до 12 м/с, фиксировались регистраторами до их извлечения в 18:15 часов (рисунок 34, а).

Это, согласуется с исследованиями динамики Каспийского моря [100], по данным инструментальных измерений и дистанционного зондирования Земли.

В этой работе, Лавровой О.Ю., показано, что в июле, за счет воздействия сильных северных и северо-западных ветров, в восточной половине Среднего и центральной части Южного Каспия происходит усиление течений.

В Среднем Каспии эти течения имеют южное направление, а в Южном – направление течений юго-западное. В результате этого, в Среднем Каспии у восточного берега в районе мыса Песчаный, наблюдается апвеллинг вод.

На заякоренной у м. Песчаный, в западной части от ПК «Курык», станции № 4, зафиксировано также развитие придонных течений, но направленных уже преимущественно на север, северо-восток со скоростями до 7 м/с (рисунок 34, b).

Эти течения по сути имеют циклонического характер, то есть полученные нами данные свидетельствуют о развитии на западе от паромного комплекса, в южной части м. Песчаный, противоположных по направлению потоков водных масс в придонном слое. Это объясняется, тем, что м. Песчаный разграничивает потоки водных масс, имеющих циклонический характер с движением на север.

Кроме того, данные полученные на той же станции №4, указывают на наличие направленного к берегу движения вод в придонном слое.

Это подтверждает наши предположения об апвеллинговых процессах, что к этому же согласуется и с результатами профилографа STD-зондирования.

Данные термистора, расположенного в придонном слое на заякоренной

станции №1 (напротив Каракольшора), в значительной степени отличаются от показаний других датчиков, которые были расположены южнее этой станции.

Показатели температуры здесь были выше более чем на 2°C, а колебания имели выраженный волновой характер придонных течений на станции № 1.

Значения температуры придонного слоя вод на датчике станции № 3 были наиболее низкие и составляли менее 10 °С, что по-видимому связано с перемешиванием за счет апвеллинга. В процессе подъема вод придонные более холодные водные массы перемешиваются с теплыми поверхностными водами.

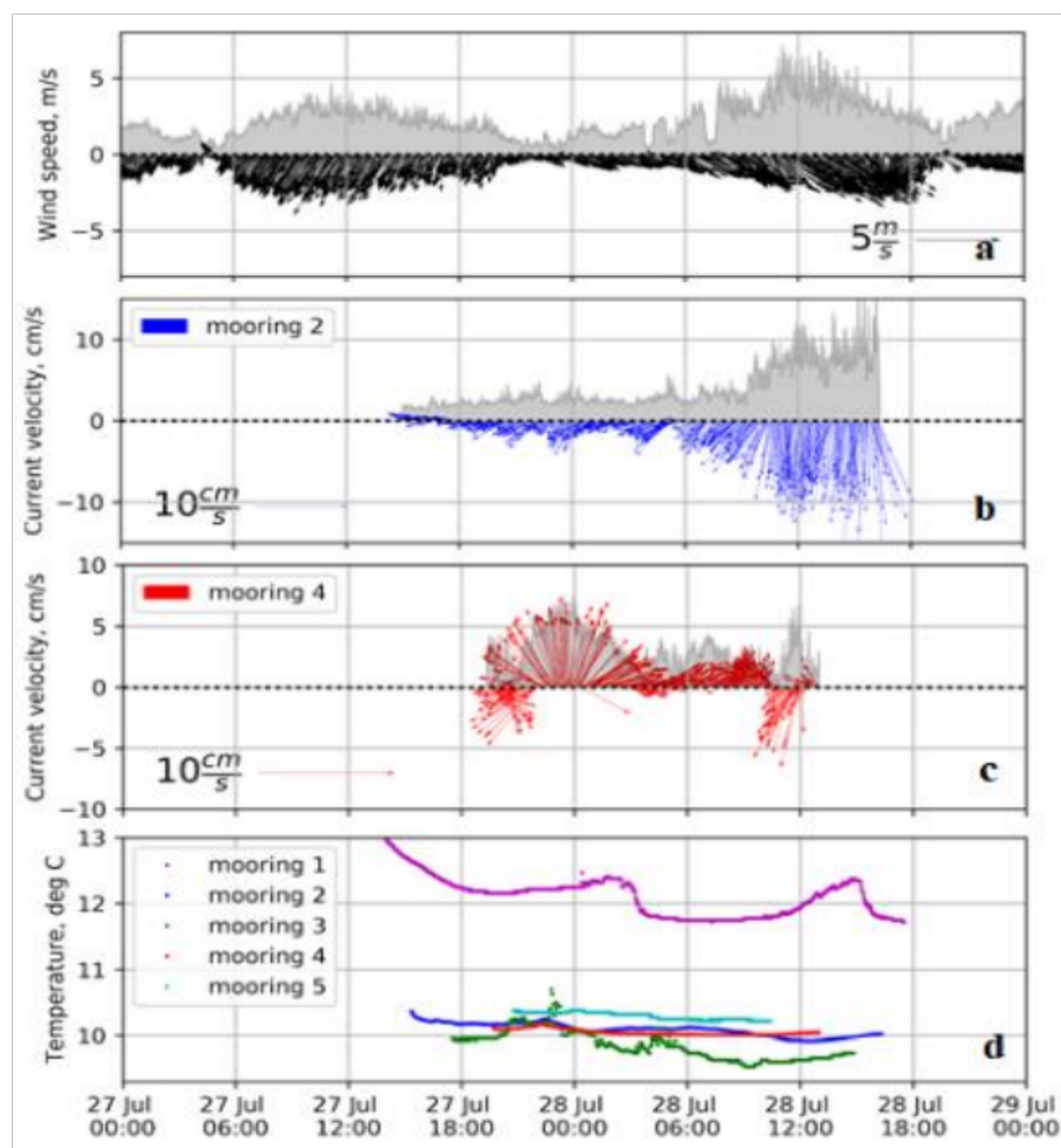
Таким образом, можно полагать, что в средней части Каспия, как зимой, так и летом, имеет место циклоническая циркуляция вод с движением на север.

По результатам изучения изменчивости морских течений, на основании данных регистраторов течений, установлено, что в этом районе имеет место циклоническая циркуляция вод с движением их на север.

В целом, структуру вод на разрезе можно условно разделить на две части.

Для первой части: к северу от мыса Песчаный характерны наиболее высокие значения температуры вод. Немаловажное значение имеет, также сравнительно равномерное вертикальное распределение изотерм.

Для второй части разрезе в районе мыса Песчаный характерны наиболее низкие температуры, во всей толще вод и сгущение изотерм в термоклине, а также поднятие придонной воды до горизонта 5 м, в районе самого мыса.



- a) векторная диаграмма скорости и направления ветра;
- b) векторная диаграмма придонных течений по данным ст. № 2 (2702)
- c) векторная диаграмма придонных течений по данным ст. № 4 (2704)
- d) запись с регистраторов (t°C) воды по данным ст. №№ 1-5

Рисунок 34 – Результаты измерений на заякоренных станциях

Полагаем что, данные особенности структуры вод, в районе исследования обусловлены действием апвеллинга, наиболее выраженным у мыса Песчаный.

Так, от п. Баутино вдоль прибрежной зоны через порты Актау и Курык до Красноводского залива, наблюдался сезонный апвеллинг, проявляющийся как показано в работе [100] в летне-осенний период при северо-западных ветрах.

Результаты гидрохимических исследований. Отбор проб морской воды для анализа проводился во время выходов 27-28 июля, с 12 точек (рисунок 35).

Было выполнено 96 гидрохимических анализов, из них подготовлено для отправки в стационарные лаборатории МГУ и ИОРАН 14 проб для определения растворенных металлов и 14 проб для определения взвешенных металлов.

Результаты гидрохимических анализов выполненные на базе лаборатории кафедры «Экология и химические технологии» КГУТИ приведены в таблице 14.

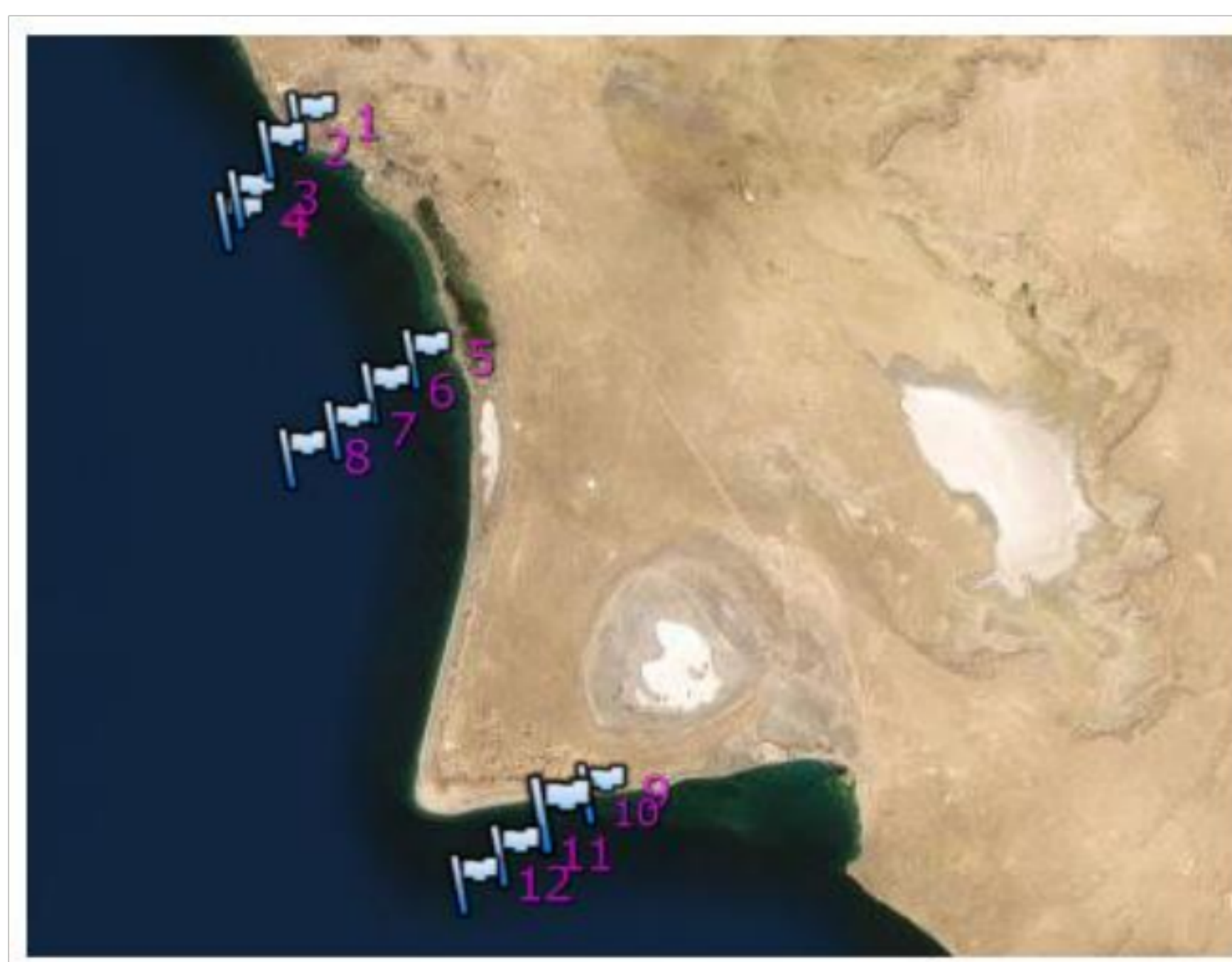


Рисунок 35 – Точки отбора проб воды для гидрохимического анализа (ESRI ArcGIS. Imagery. Койбакова, 2019 г.)

Таблица 14 - Результаты гидрохимических определений

Станция №	pH	Alk	PO ₄	Si	NO ₂	NO ₃	NH ₄	C _{tot}	pCO ₂	T	S
	NBS	мг-экв/л	μM	μM	μM	μM	μM	μM	мкатм	°C	psu
1	8.34	3.871	0.47	3.46	0.03	4.96	0.87	44.36	558	11.6	11.38
2	8.38	3.895	0.83	5.09	0.03	6.39	0.00	44.47	504	10.7	11.37
3	8.37	3.879	1.72	0.69	0.02	7.91	0.25	44.369	514	10.3	11.35
4	8.39	3.863	0.96	0.82	0.02	4.92	0.06	44.074	508	10.2	11.33
5	8.39	3.879	1.14	0.82	0.01	5.11	0.00	44.232	481	12.6	11.37
6	8.32	3.934	0.13	1.32	0.01	3.43	0.00	45.034	510	11.7	11.63
7	8.33	3.911	0.14	2.39	0.00	2.71	1.92	44.799	511	12.6	11.53
8	8.32	3.895	0.13	3.02	0.00	3.57	1.67	44.291	514	12.1	11.44
9	8.17	3.980	0.13	3.21	0.02	2.48	1.55	44.291	615	13.8	12.72
10	8.21	3.977	0.41	3.26	0.03	2.66	1.55	44.901	607	13.3	12.53
11	8.23	3.941	0.37	3.31	0.02	2.42	0.00	44.134	462	13.0	12.61
12	8.20	3.935	0.38	3.30	0.01	2.38	0.00	44.283	505	12.7	12.57

Распределение величин водородного показателя (pH), общей щелочности Alk (мг-экв/л), а также и растворенного неорганического фосфора P-PO₄ (μM), в точках определений, в районе п. Актау-ПК «Курык» показано на рисунке 36.

Из данных таблицы 14, можно заметить, что на исследованной акватории от п. Актау до ПК «Курык» выделяются 2 типа вод:

I - от порта Актау до северной части мыса Песчаный (точки 1-8);

II – с течением по дуге от северной к южной стороне мыса Песчаный, через залив Александра Бековича-Черкасского к южной части Каспийского моря.

Рассмотрим данные гидрохимических показателей относительно этих вод.

I-тип вод с пониженной соленостью и температурой вод. Соленость вод в районе п. Актау (точки 1-4), составлявшая 11,33-11,38 psu, в районе о. Караколь и солончаков (точки 5-8) увеличилась до 11,63 psu (точка 6). Температура воды в районе п. Актау, составляла в прибреговой 11,6 °С, с понижением до 10,2°С в мористой части акватории порта. Температура вод, в точках 5-8, на станциях в 18,5 км от п. Актау в районе о. Караколь, была выше и составляла 11,7°С-12,6°С.

Водородный показатель этих вод относительно выше чем для вод II-типа.

Так, на станциях (порт Актау-о. Караколь), в точках 1-4 и 5-8, величина pH составляла (8,32-8,39 ед.), с более высокой pH в точке 4 (п. Актау) (рисунок 36, а).

Во всех точках наблюдений (1-12) наблюдались максимальные величины, общей щелочности Alk от 3,863 мг-экв/л (точке 4) до 3,906 мг-экв/л в точке 11, (рисунок 36, b), при норме Alk - 2,38 мг-экв/л, что характерно для Каспия [101].

Также, в водах I-типа зафиксировано высокое содержание фосфатов PO_4 (0,82-1,72 μM) на (рисунок 36, с), и нитратного азота NO_3 (4,92-7,91 μM) (рисунок 36, с).

Вместе с этим, в водах северной части м. Песчаный, повышено содержание растворенного кремния Si до 5,09 μM , в точке 2, (рисунок 37, а) и аммонийного азота NO_2 (0,03 μM) (рисунок 37, b). При этом в точках 7 и 8, величина NO_2 падает до нуля.

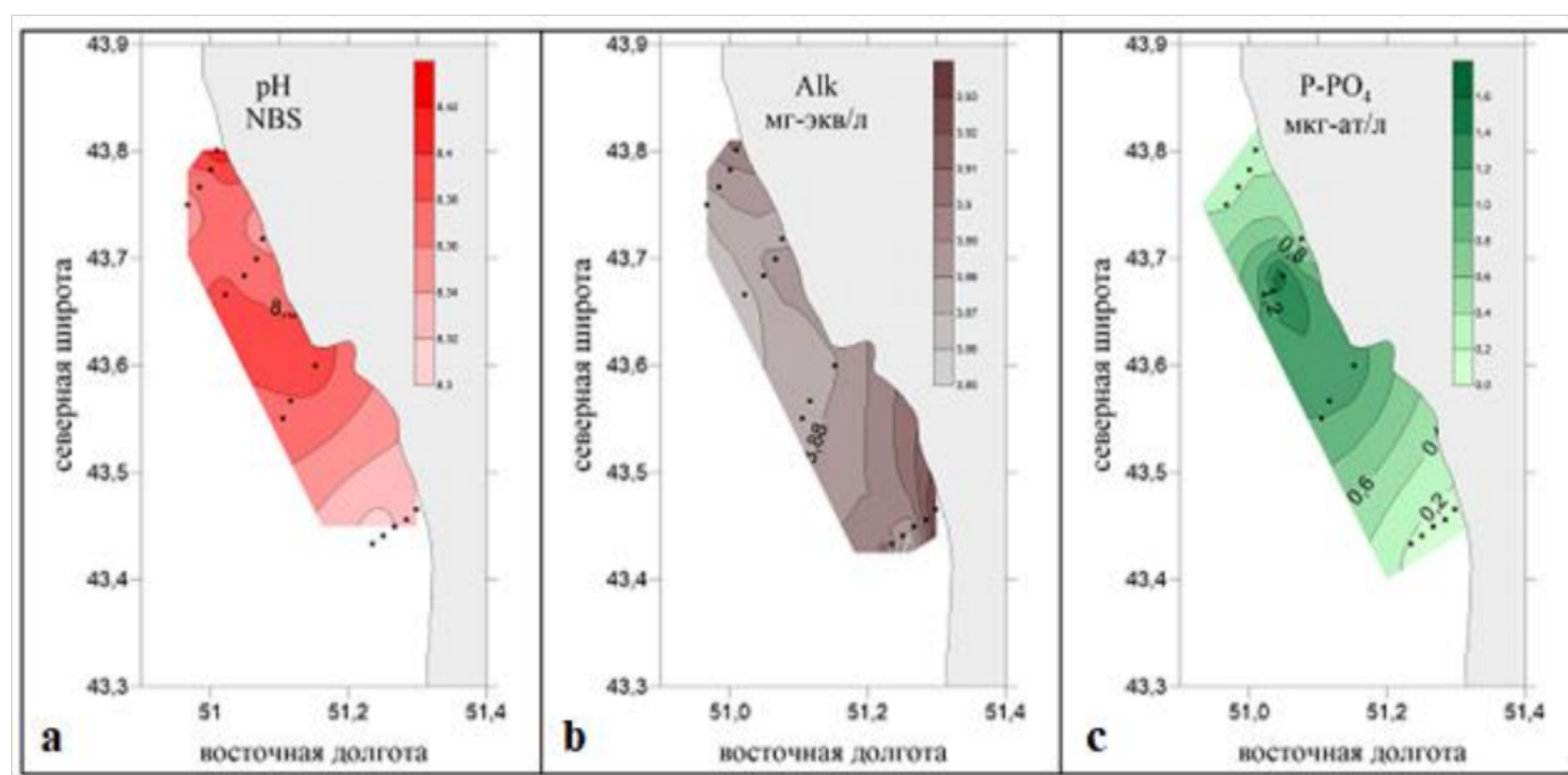


Рисунок 36 – Распределение pH, Alk и P- PO_4 в водах участка исследований

Судя по невысокой величине парциального давления $p\text{CO}_2$, на рисунке 38, с, в диапазоне 481-514 мк-атм, (точки 5-8), в районе о. Караколь, активно проходят продуктивные процессы. Это подтверждается низкой величиной содержания в воде аммонийного азота NH_4 в пределах 0,00-1,92 μM в точках 5-8 (рисунок 38, а).

II-тип вод. Далее, начиная с северной части мыса Песчаный, до его южной части до района ПК «Курык», воды имеют повышенную соленость до 13,8 psu, и с температурой вод в среднем на 1,3°C больше чем в северной части мыса.

Такой тип вод свойственен для южной части Каспийского моря. Этот тип вод в южной части мыса Песчаный, от ПК «Курык» до мыса Ракушечный имеет, относительно низкие показатели pH в пределах 8,17-8,23 ед. (рисунок 37, а).

Для вод II-типа, в южной части мыса Песчаный, также характерно низкое содержание растворенного неорганического фосфора P-PO_4 (0,13-0,41 μM), азота нитратного (в среднем 2,4 μM), как показано на (рисунки 37 с и 38 а).

В водах величина общей щелочности Alk, повышена, что связано с более высокой величиной минерализации вод. Величина Alk возрастает от 3,93 μM , в мористой части, до величины 3,98 μM по направлению к берегу ПК «Курык».

Содержание нитритного азота, также как и для вод I-типа до 0,03 μM , в береговой и 0,01 μM в мористой части в районе паромного комплекса «Курык».

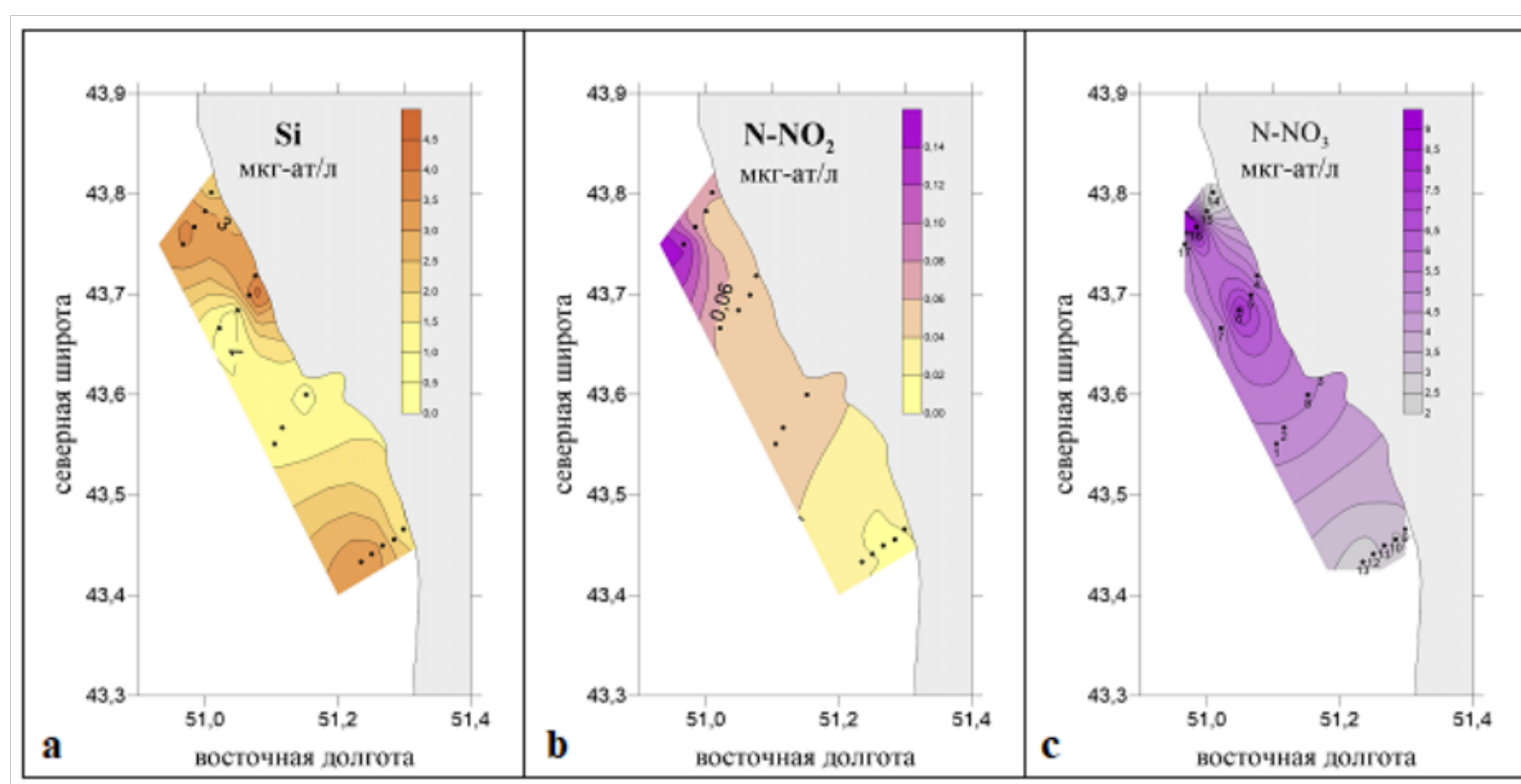


Рисунок 37 – Распределение Si, N-NO₂ N-NO₃ в водах участка исследований

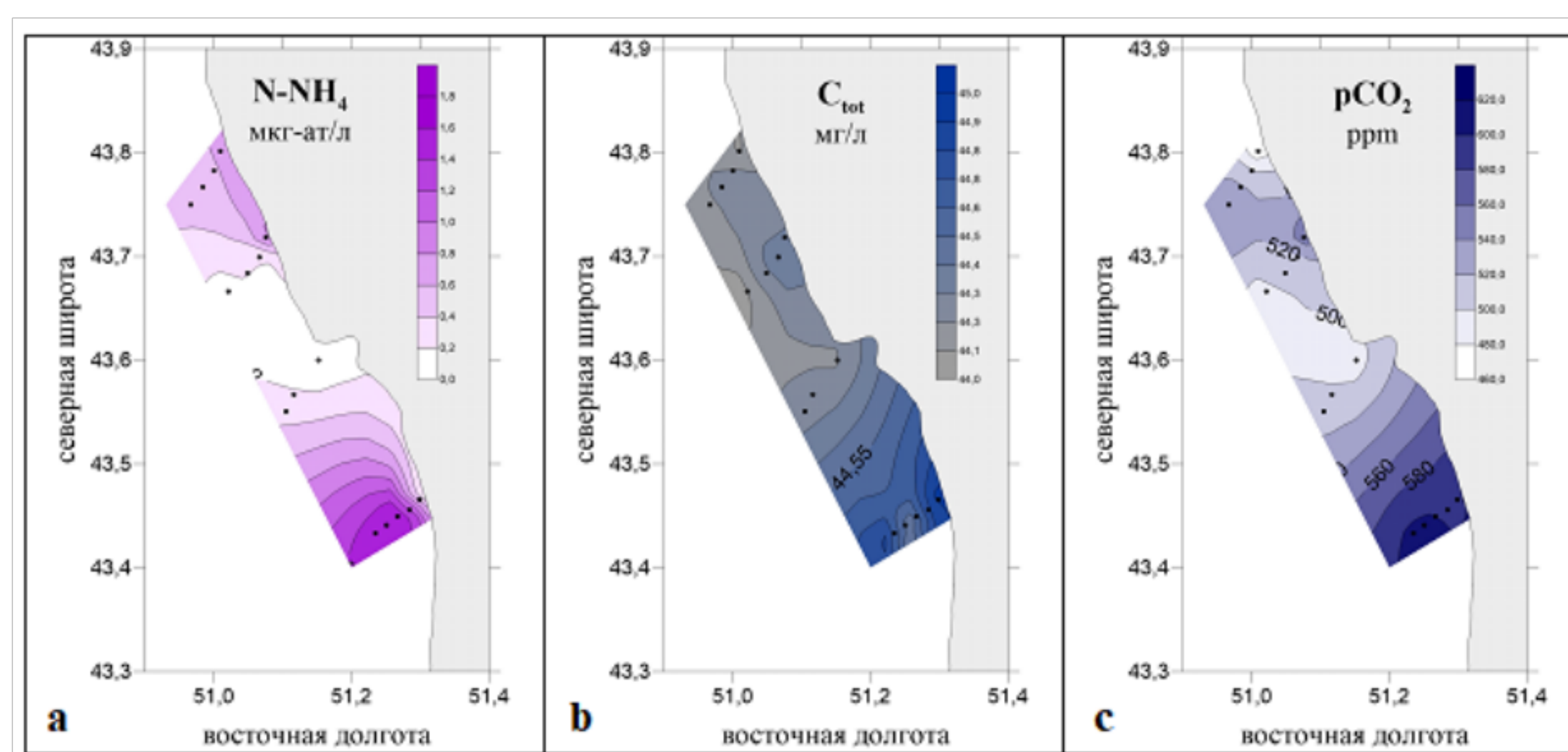


Рисунок 38 – Распределение $N-NH_4$, C_{tot} , pCO_2 в водах участка исследований

По большей части в районе исследований содержание гидрохимических параметров соответствовало средним климатическим нормам для этого района и результатам наблюдений и мониторинга морской среды Казгидромет [102,103].

Тем не менее, несмотря на значительное ветровое перемешивание, воды района исследований не были однородными по своему химическому составу.

В целом, можно выделить два основных типа вод: воды центральной части, расположенные напротив п. Актау, а также воды в северной и южной периферии мыса Песчаного в районе ПК «Курык» и судовой верфи ERSAL LLC.

3.2.3 Спутниковые карты температуры поверхности океана (ТПО)

При океанографических исследованиях, для решения климатических задач используются, композитные карты температуры поверхности океана (ТПО).

ТПО – одна из важнейших характеристик океана, которая измеряется уже более 45 лет из космоса с помощью различных радиометров, СВЧ-радиометров и спектрометрических приборов, установленных на десятках спутниках [104,105].

Одна из первых карт Гольфстрима в поле ТПО, получена 2 июня 1966 г. с американского спутника Nimbus-II. Необходимый расчет ТПО выполнялся по данным о радиояркостной температуре, измеряемой инфракрасным, а также и сверхвысокочастотными радиометрами, с использованием сканеров [106,107].

Дважды в день каждый спутник покрывает любую точку на поверхности Земного шара. Для мониторинга ТПО также используются спектрометрические приборы MODIS, установленные на спутниках Terra и Aqua [108-110].

Для решения климатических задач, в процессе исследований нами были использованы композитные карты ТПО, в которых убраны эффекты облачности и локального солнечного прогрева за счет осреднения значений ТПО [111].

На рисунке 39, представлена композитные карты Земного шара в истинных цветах на 27, 28 и 29 июля 2019 г, по данным спутников MODIS-Terra.

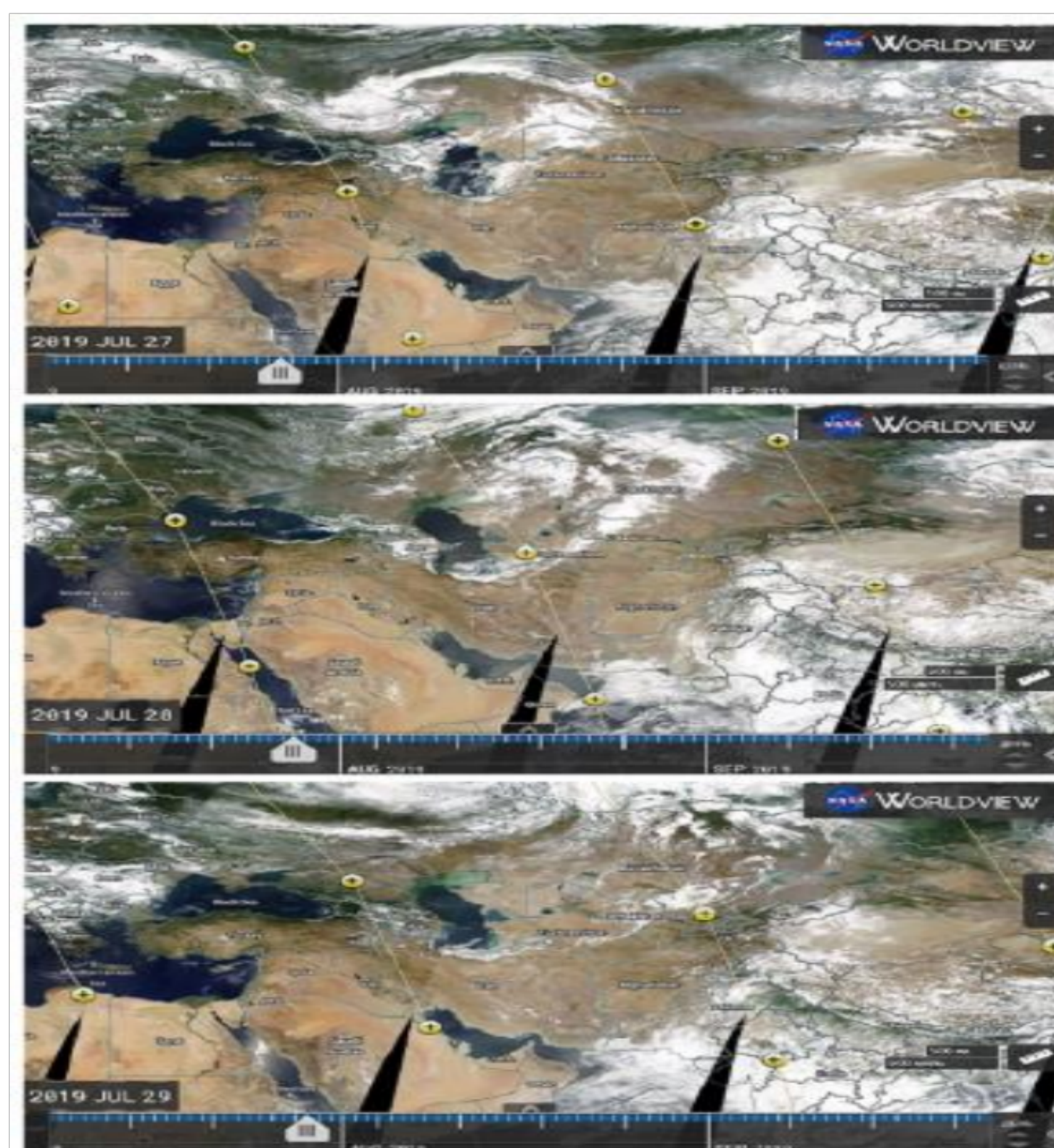


Рисунок 39 – Композитные карты Земли в истинных цветах (27-29. 07. 2019 г., MODIS-Terra) (<https://worldview.earthdata.nasa.gov>)

По локальным аномалиям ТПО хорошо видно положение циклонических и антициклонических вихрей, струи, а также зоны прибрежного апвеллинга с относительно холодной водой (темно-синий цвет) (рисунок 40) [112-114].

Мыс Песчаный на комсомоснимке в комбинации естественного цвета, в которой используются каналы видимого диапазона. Почвы прибрежной зоны в районе мыса выглядят светлыми, (нездоровая) высохшая растительность после знойного лета выглядит желтой. Береговые линии – белесыми.

Дербент. В этом случае, здоровая растительность выглядит зеленой, поля которые были убраны – светлыми, нездоровая растительность – коричневой.

Белые пятна на снимках, в мористой части – облачность, которая является препятствием для получения более точной информации о ТПО.

На рисунке 41, на снимке в комбинации LAND/WATER, то есть в комбинации ближнего, среднего ИК-каналов и красного видимого каналов, четко различимы границы между водой сушей. С большой точностью детектируются имеющиеся на суше водные объекты. Эта комбинация отображает растительность в разных тонах зеленого и коричневого цвета. Соры отображены красным цветом [115].

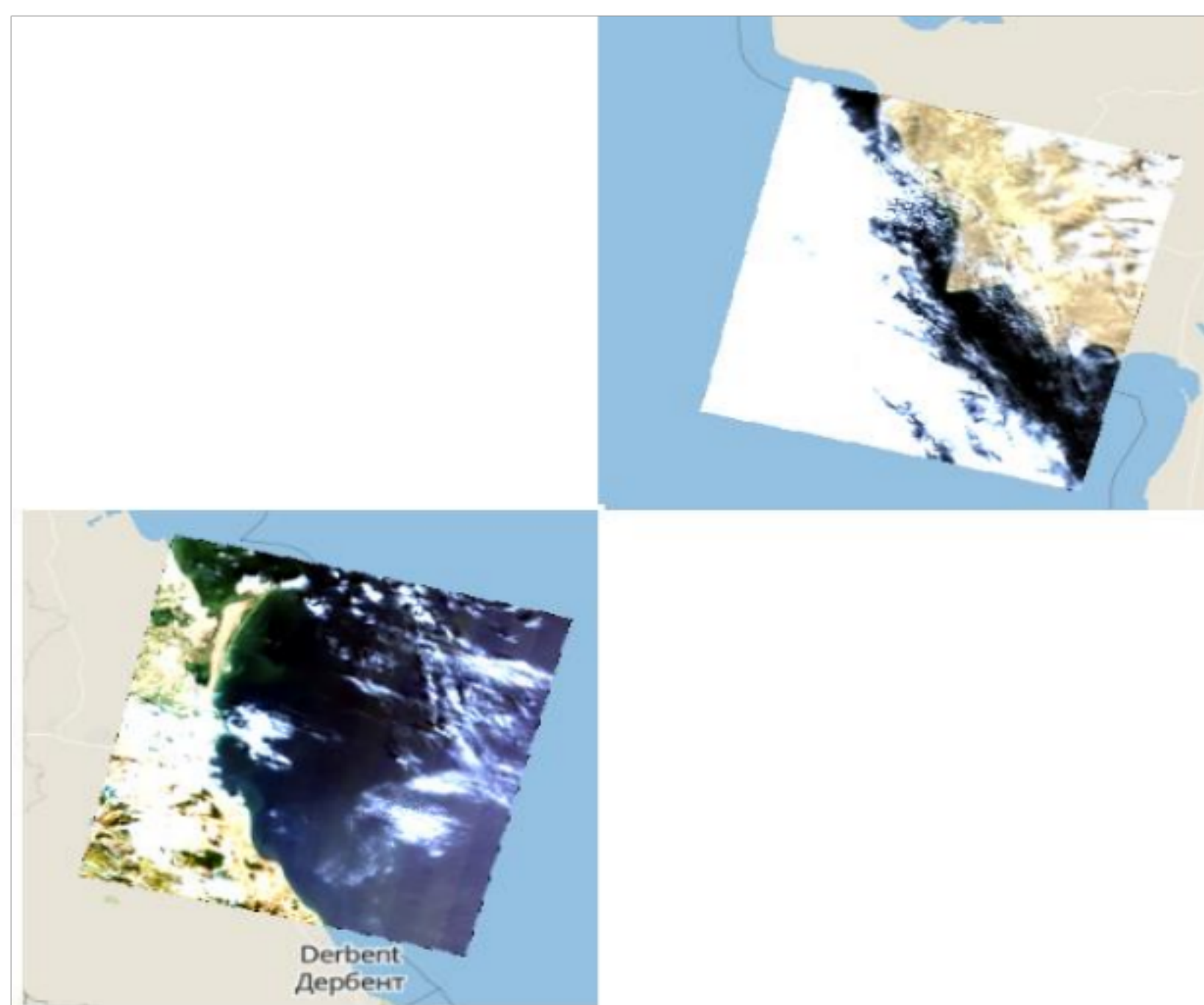


Рисунок 40 – Космоснимки спутника Landsat 7:
слева – Дербент, справа мыс Песчаный



Рисунок 41 – Космоснимок мыса Песчаный в комбинации LAND/WATER

На снимках видно положение циклонических и антициклонических вихрей, струи, а также зоны прибрежного апвеллинга с относительно холодной водой (темно-синий цвет) вдоль береговой полосы. Так, спутниковыми данными подтверждаются предположения о наличии апвеллинга в районе м. Песчаный.

3.3 Прибрежная зона. Результаты мониторинга и обсуждение

3.3.1 Краткая характеристика паромного комплекса Курык

ПК «Курык», является режимным предприятием, сведения о порте, взяты из «сети» и по данным республиканских и областных печатных изданий (газет).

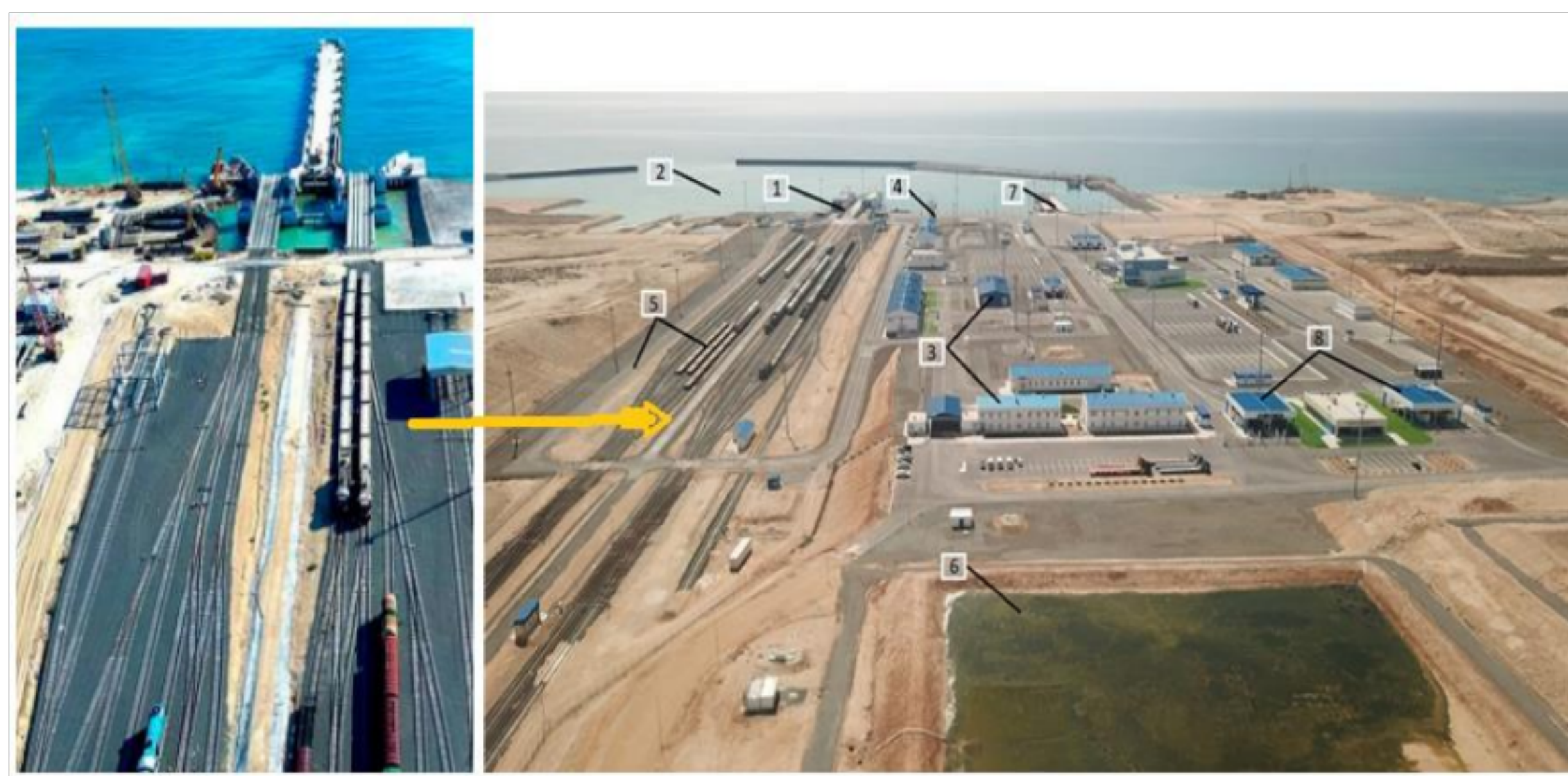
Также в работе, оценка влияния ПК «Курык» на окружающую среду, не входит в задачи исследований. Это обусловлено данными ОВОС деятельности нового международного порта РК, с выходом на Европу, через Азербайджан.

Предварительный анализ воздействий на природную среду [40, с. 162], показал, что при штатном режиме работы, в процессе эксплуатации, паромный комплекс не окажет значимого негативного воздействия на природную среду, и

поэтому эксплуатация порта Курык допустима по экологическим соображениям.

Изменения в природной среде, обусловленные климатическими условиями могут приводить к превышению пределов природной изменчивости. Это, может привести к повреждению отдельных экосистем. В целом, компоненты природной среды будут сохранять способность к полному восстановлению.

Паромный комплекс Курык, расположен в восточной части Каспийского моря, в пределах Мангистауской области, на расстоянии 12,5 км., от судовой верфи ERSAL LLC и 17,0 км от пос. Курык, центра Каракиянского района (рисунок 42).



1-терминал наливных грузов, 2-водная акватория объекта, 3-комплекс береговых зданий и сооружений для размещения объектов и служб, обеспечивающих функционирование терминала, 4-объекты и сооружения навигационного обеспечения и безопасности мореплавания, 5-железнодорожное и автомобильное развитие на территории комплекса, 6-поля испарения, очистных сооружений, 7-универсальный причал для приема всех судов, 8-контрольные пункты

Рисунок 42 – Вид паромного комплекса «Курык»

ПК «Курык» расположен южнее п. Актау в заливе Бековича-Черкасского, обеспечивающем благоприятные условия для осуществления как погрузочных, так и разгрузочных работ, в частности, операций по накату и выкату вагонов.

Данный проект реализуется в рамках выбранных нашей областью пяти стратегических направлений развития, одобренные президентом Республики Казахстан Назарбаевым Н. А., во время своего визита в регион в 2018 г. [116].

Преимуществами береговой полосы близ порта являются благоприятные климатические условия: бухта не замерзает, удачная роза ветров, достаточная глубина, удаленность от областного центра: города Актау (70,0 км), возможность расширения производственных мощностей.

Немаловажным фактором является, также наличие свободной территории для строительства судостроительного завода и широкий спектр переваливаемой

продукции. Паромный комплекс, мощностью 4 млн тонн в год, ориентирован на перевалку в основном товаров народного потребления, зерна, нефтепродуктов, СУВГ, удобрений, химикатов и другое.

В настоящее время создано 500 новых рабочих мест, а для эксплуатации постоянный штат в количестве 250 мест. Объем инвестиций на реализацию проекта составит 32,7 млрд тенге. Сегодня паромный комплекс Курык играет немаловажную экономическую роль в закреплении международного имиджа экспортно-импортных операций.

В настоящее время через паромный комплекс порта Курык на экспорт отправляются казахстанское зерно, уголь, нефтепродукты (бензол и параксилон), удобрение, химикаты. Через порт экспортируются баритовые концентраты из Карагандинской области. Кроме этого, через порт отправляется продукция, производимая заводом «КазАзот» расположенном в Мангистауской области.

Если говорить об импорте, то из Грузии в РК поставляются окорочка, соки и вина, из Азербайджана – фрукты, овощи и сахар, из Украины – мебель и молочная продукция. Из Китая транзитом проходит текстиль, бытовая техника, металлоконструкции. Увеличилась транспортировка грузов контейнерами через железнодорожные паромы за счет нового маршрута Баку – Тбилиси – Карс.

Транзитом через порт идет различное оборудование, электроника, текстиль, продукция химической отрасли, изделия из металла и другие необходимые для народного хозяйства товары. В 2019 г, паромным комплексом осуществлена перевалка порядка 2,2 миллиона тонн различных грузов.

В настоящее время, полностью завершены работы по благоустройству всей территории комплекса, включая и припортовую часть. Озеленение представлено в основном устройством газонного покрытия, устройством цветников, групповой и рядовой посадкой деревьев и кустарников. При подборе древесно-кустарниковых насаждений приняты эффективные в санитарном отношении, достаточно устойчивые и обладающие биологической устойчивостью и высокими декоративными качествами породы саженцев: клен татарский, тополь сизолистный, акация желтая, ива каспийская, барбарис тунберга.

Перед административным корпусом, зоной таможенного оформления и пунктом пропуска пассажиров проектом предусмотрено устройства цветника.

Для уменьшения пылящих поверхностей порта вся свободная от застройки территория засеивается многолетними травами.

3.3.2 Описание исследованных мониторинговых площадок

Исследуемая прибрежная зона м. Песчаный, в течение всего четвертичного периода развивалась благодаря абразии, причем регрессивные береговые линии, находящиеся на дне моря, представлены абразивными формами.

Отмечается широкое развитие абразионных форм (карбонатно-глинистый состав пород). Территория прилегает к двухъярусному Южно-мангышлакскому плато, поверхность которого нарушена глубокими бессточными впадинами.

К центру равнины приурочена впадина Ашисор, а его ровное глинистое днище отделено от залива Александра Бековича-Черкассокого цепью береговых валов, сложенных согнутыми песками. При обследовании почв на м. Песчаный, использован маршрутный метод с закладкой 6 пробных площадок (ПП).

1. Паромный комплекс Курык. Пробная площадка ПП-1, заложена на расстоянии 150-200 м, от ограждения паромного комплекса (рисунок 43).

Экосистема - плато с преобладанием серополынных сообществ, щебенисто песчаных почвах. Почвенный покров – пески приморские засоленные, с низкими запасами органического вещества. Пески по механическому составу слоистые.

Строение профиля почв представляет собой многочисленные включения ракушечника порядка 85%. Проективное покрытие составляет 25%. Состояние почв средненарушенное. Значимость растительности среднезначимая.

Краткое описание верхних горизонтов почвы ПП-1:

- 0-5 см: серовато-бурая, сухая, местами рыхлая песчаная, бесструктурная с мелкими корнями серополынных сообществ;
- 5-20 см; светло-бурая, сухая, слабо уплотненная песчаная, в основном бесструктурная с малым количеством корней растений.



Рисунок 43 – Отбор проб почв в районе ПК «Курык» с представителем департамента экологии Мангистауской области Улыкбановой Г.

2. Сад «Жанбыршы». ПП-2 заложена на расстоянии 30 м, от ограждения фруктового сада (яблони, груши и абрикосы), на удалении 7965 метров, от ПП-1, в направлении на запад от паромного комплекса Курык (рисунок 44).

В настоящее время для полива сада используются подземные воды того же возраста со скважин глубиной около 50 метров. Для полива овощных культур и плодовых деревьев используются подземные воды из трех оставшихся скважин подающиеся по старой ветке водопровода. На отдельных участках, в местах занятых крестьянскими хозяйствами подземные воды после опреснения и очищения также могут быть пригодны для питьевых целей.



Рисунок 44 – Яблоневый сад «Жанбырши»

Экосистема в районе сада - плато с преобладанием эфемероидно-злаково-полынных сообществ на бурых пустынных нормальных засоленных почвах.

Проективное покрытие 86%. Состояние почв на территории хозяйства средне нарушенное, наблюдается механическое нарушение почвенного покрова. Растительность значимая, включает комплексы с преобладанием полыни белоземельной, в качестве ценнейшего кормового растения для пустынных регионов области. Кроме этого на площади 5 га, разбит сад, а прилегающие к нему территории использованы под бахчевые культуры.

Краткое описание верхних горизонтов почвы ПП-2:

- 0-5 см: серая сухая, местами рыхлая песчаная, бесструктурная с мелкими корнями эфемероидно-злаково-полынных сообществ;
- 5-20 см: буровато-серая, сухая, слабо уплотненная песчаная в основном бесструктурная со средним количеством корней растений.

3. Оконечность мыса Песчаный. Пробная площадка ПП-3 была заложена на расстоянии 3550 метров от ПП-2, на удалении 2100 метров от моря в пределах распространения солончаков приморских. Район относится к экосистемам морских песчано-ракушечных пляжей. Почва - солончаки приморские с обилием ракушек на поверхности, прослойками ракушек в профиле, ржавыми пятнами и уплотнением в средней части профиля. Проективное покрытие порядка 40-45%.

Состояние почв нарушенное. В основном в результате перевыпаса скота. Следы нарушения от проезда транспорта (многочисленные проезды к морю).

Значимость растительности высокосignимая. К этой категории отнесены все сообщества с участием в их составе саксаулов, и так как они приурочены к песчаным массивам, то очевидна их роль для стабилизации ландшафта.

Это проявляется в закреплении субстрата, предотвращении ветровой эрозии, дефляции песков. Саксаульники входят в ценный лесной фонд РК.

Краткое описание верхних горизонтов почвы ПП-2:

- 0-5 см: светло-серая, сырая, супесчаная, со множеством корней, мелкие обломки ракушек, слабоуплотненная, переход цвета заметен;
- 5-20 см: желтовато-серая влажная, супесчаная, с ржавыми пятнами и с уплотнением на глубине 8-13 см, много ракушек, соли.

4. Маяк на мысе Песчаном. ПП-4 заложена на расстоянии 30 метров от ограждения маяка в южной части. Почвенный покров этой площадки представлен песками приморскими засоленными.

Пески слоистые, с многочисленными включениями ракушечника - до 95-100%, это обусловлено тем, что на расстоянии порядка 1000 метров расположен карьер распиловки известняка-ракушечника. Проектное покрытие - 25%. Состояние почв, нарушенное в средней степени, в основном автотранспортом. Значимость растительности средней значимости.

Краткое описание верхних горизонтов почвы ПП-4:

0-5 см: почва светлая, сухая, супесчаная с большим количеством мелких обломков ракушечника, бесструктурный, с мелкими корнями растений;

5-20 см: серая, сухая, рыхлая, песчаная, бесструктурная.

5. Крестьянское хозяйство «Венера». Выращивание овощей (огурцы, помидоры и баклажаны). ПП-5 заложена на расстоянии 30 метров от ограждения посевов, на севере ПП-2, и расположена на удалении 3980 м от ПП-4 (Маяк).

Для полива используются подземные со скважин глубиной около 50 метров. Воды более минерализованы и содержание солей 3-4 г/дм³, которые разбавляются питьевой водой производимой ТОО МАЭК Казатомпром.

Местоположение ПП-5 относится к плато с преобладанием эфемероидно-злаково-полынных сообществ на бурых пустынных нормальных засоленных почвах. Проектное покрытие 70%. Нарушенность почв средняя, в основном механическое. Растительность значимая. Преобладают сообщества полыни белоземельной. Краткое описание верхних горизонтов почвы ПП-2:

- 0-5 см: светло-серая почва, сухая, рыхлая песчаная, бесструктурная с мелкими корнями растений;

- 5-20 см: серая, сухая, рыхлая, песчаная, бесструктурная.

6. Впадина Ашисор (-33,5 м). Территория - соляное озеро окруженное соровой полосой шириной (до 3-5 км). Солевая залежь представлена пластом галита мощностью 0,7-1,5 м, ниже которого залегает пласт астраханита.

Площадь соли в озере около 20 км². Пробная площадка ПП-6 заложена на соровой полосе впадины Ашисор, в юго-восточной части, в северной части от паромного комплекса Курык (рисунок 45). Почвы впадины - солончаки соровые по подчинковым равнинам слабо затронуты процессом почвообразования. Близкое залегание грунтовых вод и их высокая минерализация обеспечивают постоянное поступление солей в профиль описываемых почв.

Высокая величина испарения в летний период при малом количестве атмосферных осадков обуславливает процесс кристаллизации солей в верхних горизонтах. На поверхности почв образуется сплошная солевая корка толщиной до нескольких сантиметров. По всему профилю солончаков соровых, отчетливо выделяются прослойки водорастворимых солей и гипса. В этой связи, степень этих почв использования очень слабая. По восточной и северной частям впадины Ашисор, проходит граница Каракия-Каракольского заказника. В юго-западной части впадины располагается охотничье хозяйство, граница которого

начинается от сора Каракольшор, проходит через впадину и тянется к северо-западу, вплоть до поселка Ералиево. Так, западная граница хозяйства проходит по берегу моря.

Нарушенность почвенного покрова средняя. Краткое описание верхних горизонтов почвы на ПП-6 в бортовой части впадины Ащисор:

- 0-5 см: светло-серая, сырая, слабо уплотнена, на поверхности корка с большим содержанием солей, гипса и обломков ракушек;
- 5-20 см: влажная, имеются очень сильно засоленные грунты суглинистого и глинистого гранулометрического состава.



Рисунок 45 – Отбор проб в бортовой части впадины Ащисор

Вид образцов проб отобранных в районе исследований показан на рисунке 46.



Рисунок 46 – Подготовка проб анализу в условиях лаборатории

Для исследования почвенных образцов были использованы общепринятые методы и методики приведенные в разделе 2.

Все почвы по типу химизма засоления практически хлоридно-сульфатные по анионам, и кальциево-натриевые по катионам. Встречаются также почвы с сульфатно-хлоридным, хлоридным и содовыми типами химизма засоления.

3.3.3 Результаты анализа физико-химических свойств почв

Для изучения физико-химических характеристик проб почв, в условиях лаборатории кафедры «Экология и ХТ», проведено определение содержания гумуса, общего азота, валового фосфора, состава поглощенных оснований,

также и реакции водных суспензий, содержания карбонатов и водорастворимых солей.

Методика отбора проб почвы и методы их лабораторных исследований соответствуют стандартным практикам, что позволяет сохранить необходимую преемственность наблюдений, а также дает возможность сопоставления данных с результатами дальнейших аналитических исследований.

Результаты исследования физико-химических свойств почв на пробных площадках в прибрежной зоне мыса Песчаный приведены в таблице 15.

Таблица 15 - Физико-химические свойства почв пробных площадок

Физико-химические характеристики почв	Пробные площадки					
	ПП-1	ПП-2	ПП-3	ПП-4	ПП-5	ПП-6
Гумус, (%)	0,29-0,51	0,43-1,07	0,21-0,49	0,31-0,53	0,31-0,57	0,23-0,47
Азот общий, (%)	0,08-0,13	0,09-0,16	0,03-0,15	0,05-0,14	0,07-0,12	0,02-0,12
Фосфор (валовый), мг/кг	697-871	958-1059	589-937	611-871	601-793	458-744
Карбонаты, (%)	1,6-9,17	2,31-7,38	2,9-9,25	2,3-9,31	1,4-8,18	1,2-7,79
Емкость обмена, мг-экв/100 г. почвы	7,33-21,6	8,15-22,5	6,59-20,7	5,93-21,3	7,21-21,5	7,3-18,3
Обменный кальций, мг-экв/100 г. почвы	13,4-35,7	11,7-29,5	14,8-33,8	13,6-31,9	13,1-33,2	14,1-29,8
Обменный магний, мг-экв/100 г. почвы	65,7-85,3	66,3-87,2	59,2-84,9	61,4-83,3	66,1-82,5	63,8-86,9
Обменный натрий, мг-экв/100 г. почвы	1,85-6,37	2,09-5,71	2,01-5,97	1,81-6,14	1,79-6,03	2,03-6,41
Сумма солей (%)	0,08-6,23	0,06-5,71	0,09-6,11	0,07-5,79	0,07-6,41	0,09-6,81
pH	6,9-7,35	6,85-7,13	7,1-7,36	7,0-7,33	6,6-7,29	7,2-7,41

Почвы пробных площадок, обеднены гумусом, что свойственно для почв аридных зон, отличающихся засолением и карбонатностью.

Ввиду значительного влияния Каспийского моря на процессы образования почв, а также близкого залегания минерализованных грунтовых вод, наибольшее распространение, в прибрежной зоне м. Песчаный здесь получили приморские песчаные почвы, солончаки и техногенно-нарушенные земли [117].

Почвы характеризуются низкими запасами органического вещества.

Изменения гидрологических условий, связанных с вводом в эксплуатацию паромного комплекса Курык могут приобрести настолько динамичный характер, что признаки почвообразовательного процесса не смогут накопиться и тем более закрепиться в конечных продуктах почвообразования в прибрежной зоне.

В зависимости от характера антропогенных воздействий деградация почв проявляется в полном или частичном уничтожении почвенного профиля.

Согласно данным таблицы 15, минимум гумусового слоя на ПП-1 и ПП-6 и составляет 0,29-0,51%, и 0,23-0,47% соответственно. На возделываемых землях крестьянских хозяйств слой гумуса от 0,21 до 1,07% (в районе сада). Необходимо отметить, что образцы проб почв отбирались вне территорий посевов.

На участках посевов плодородный слой превышает 1,5%.

Ниже по профилю содержание гумуса, как правило, убывает, но в почвах занятых под возделывание бахчевых культур, слой гумуса увеличивается.

Содержание общего азота составляет в целом, от 0,02 до 0,16%.

Количество валовой формы фосфора в почвах ПП, варьирует в широком интервале 458-1059 мг/кг, с максимумом на ПП-2 (сад). Содержание карбонатов варьирует в диапазоне 1,2-9,31%, с более высокой величиной на территории маяка мыса Песчаный (ПП-4), в районе карьеров по распиловке блоков и стенового камня из известняков-ракушечников.

Величина емкости поглощения зависит от многих факторов, в основном от механического состава почвы, количества гумуса и степени засоления.

Поэтому, как видно из таблицы, величина емкости обмена изменяется в широких пределах от 5,93 до 21,5 мг-экв/100 г почвы (район маяка м. Песчаный). Содержание в почвах пробных площадок, обменного кальция, варьирует в пределах 11,7-33,8 мг-экв/100 г почвы, с наибольшей величиной в районе карьера известняка-ракушечника. В составе поглощенных оснований почв, доминирует обменный магний, с варницей величины в пределах 59,2-87,2 мг-экв/100 г почвы. Наиболее высокий показатель, обменного натрия, наблюдается в почвах бортов впадины Ащисор (3,03-8,41 мг-экв/100 г почвы).

Из результатов определения состава водной вытяжки (рисунок 47) в таблице 15, видно, что сумма солей почв варьирует в диапазоне 0,06-6,81%.



Рисунок 47 – Процесс приготовления водной вытяжки образцов почв

Реакция водных суспензий в почвах всех ПП, слабо щелочная или близка к нейтральной (рН 6,6-7,41). Таким, образом, результаты анализа физико-химических свойств почв в прибрежной зоне Каспийского моря, показывают, что почвы на обследованной территории, отличаются низким содержанием органического вещества, высоким содержанием обменных магния и кальция, засолением и слабой устойчивостью к антропогенным воздействиям [118,119].

В настоящее время почвенный покров подвержен сильным нарушениям в районах прилегающих к ПК «Курык», в частности при строительстве причалов. Сильная нарушенность почв, наблюдается на территориях крестьянских хозяйств для выращивания овощей, в условиях открытого грунта, в результате пахотных и других работ по обработке почв и подготовке к возделыванию.

3.3.4 Результаты анализа суммарного загрязнения почв

Почва является основной средой, в которую попадают тяжелые металлы (ТМ) и металлоиды, в том числе из атмосферы и водной среды.

При экологическом мониторинге почв, по исследованию их техногенного загрязнения тяжелыми металлами (ТМ), определяется их валовое содержание.

Однако, валовое содержание, не всегда характеризует степень опасности загрязнения почвы, из-за того, что она может связывать соединения металлов.

Тем не менее, в большинстве случаев определяют содержание подвижных форм ТМ, так как, обычно почвы имеют высокое содержание валовых форм.

Суммарный показатель загрязнения почв (СПЗ) используется для оценки загрязнения почв несколькими загрязняющими веществами.

Данная количественная характеристика, наиболее часто применяется при изучении загрязнения почвы ТМ, что обосновано наибольшей разработанностью и актуальностью [120-122]. Для вычисления СПЗ применяются различные подходы, но всех их объединяет, то что в основе формул - расчет коэффициента концентрации выявленных в почве химических элементов.

В целях оценки степени загрязнения почв, на основе результатов анализов, выполнялся расчет коэффициента концентрации K_c который рассчитывается по следующей приведенной формуле:

$$K_c = \frac{C_i}{C_{\text{фон}}} \quad (1)$$

где C_i — фактическое содержание вещества в почве, мг/кг; $C_{\text{фон}}$ — зональный фоновый показатель вещества, мг/кг. При расчете коэффициента концентрации K_c химических веществ используются их зональные фоновые значения.

Нами использованы фоновые значения, то есть данные по почве в районе государственного природного заказника Каракия-Караколь.

В целях получения объективной оценки состояния почв, показатель суммарного показателя загрязнения был рассчитан по нескольким формулам.

1. Наиболее известным индикатором, в котором используются фоновые значения концентрации веществ, и обладающим гигиенически обоснованной шкалой опасности загрязнения почв, является "суммарный показатель загрязнения почв" СПЗ или Z_c . Показатель Ю.Е. Саета (СПЗ) или Z_c , в котором не учитываются значения $K_c < 1$ рассчитывается по формуле 2 [123]:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n (K_c) - (n - 1) \quad (2)$$

где K_c - коэффициент концентрации i - го химического вещества; n - количество определяемых веществ с концентрацией K_c больше единицы.

В результатах расчетов, уровень загрязнения почв - низкий, при величине Z_c менее 16, средний (умеренно-опасный) при (16-32), высокий (опасный) при (32-128) и чрезвычайно опасный - если Z_c более 128.

Необходимо отметить, что в этом показателе не учтена, различная степень токсичности веществ, что приводит к некорректности результатов.

2. Показатель СПЗ с учетом разной токсичности тяжелых металлов Z_{CT} и металлоидов [121] рассчитывается по формуле 3.

$$Z_{CT} = \sum(K_{Ci} \times K_{Ti}) - (n - 1) \quad (3)$$

где K_{Ti} – коэффициент токсичности i -ого элемента.

В той связи, чтобы для СПЗ по формуле 7, оставалась актуальной шкала критических суммарных показателей Ю.Е. Саета, для элементов второго класса опасности использовать $K_T = 1,0$, третьего класса опасности $K_T = 0,5$, первого класса опасности $K_T = 1,5$. Изучаемые в работе тяжелые металлы относятся к первому (высокоопасному) классу опасности Pb, Cd, Zn и Cr, и ко второму умеренно опасному, медь Cu и никель Ni [124].

3. В настоящее время для оценки загрязненности почв [125,126], широко применяется показатель суммарного загрязнения, который учитывает средние геометрические коэффициенты концентрации тяжелых элементов $Z_{C(r)}$:

$$Z_{C(r)} = n \times (K_{C1} \times K_{C2} \times K_{Cn})^{\frac{1}{n}} - (n - 1) \quad (4)$$

4. Приведем формулу комплексного показателя суммарного загрязнения почв, который учитывает среднее геометрическое значение коэффициента K_C а также и токсичность тяжелых металлов, $Z_{CT(r)}$ [127]:

$$Z_{CT(r)} = n \times [(K_{C1} \times K_{T1}) \times (K_{C2} \times K_{T2}) \times (K_{Cn} \times K_{Tn})]^{\frac{1}{n}} - (n - 1) \quad (5)$$

Результаты и обсуждения. Полевые исследования выполнены на 7 ПП, то есть на описанных выше 6 ПП и седьмой фоновой ПП-7 (фоновая площадка).

Для расчетов показателя Z_c , были использованы фоновые значения ПП-7 по данным почвы в районе мыса Песчаный, на границе Каракия-Каракольского государственного природного заказника (таблица 1). Площадь составляет 137,5 тысяч га, расположен природный заказник на территории Каракиянского района.

ПП-7 (фоновая) с координатами: N43°21'09,06" и E51°37'12,42", заложена на удалении 23 км. от контура всех изученных ПП. Всего исследовано 7 ПП, в разных участках мыса Песчаный. Содержание тяжелых металлов и металлоида, а также их фоновые значения ПП-7 (фон) и представлены в таблице 16. Медь переносится на большие расстояния с воздухом и водой, и может накапливаться в растениях. По свинцу небольшое превышение (1,2) выявлено на ПП-6

(впадина). Для кадмия превышение, в пределах (3,0) на ПП-6, и (1,2) и (1,53) на ПП-1 и ПП-3 соответственно. По цинку и никелю превышений в пробах нет.

Таблица 16 - Содержание ТМ и металлоида (мг/кг) в почвах ПП 1-7

Дата	$H_{o,пр}$	Cu	Pb	Cd	Zn	Ni	As	Cr^{+6}	Co
ПП-1. Район паромного комплекса Курык									
Осень 2019	0-5	8,94	9,3	0,975	13,06	3,013	21,35	0,117	3,15
Лето 2020	0-5	7,85	8,3	0,823	12,06	2,015	19,35	0,110	3,10
Осень 2019	5-20	5,35	8,16	0,724	10,77	3,68	21,20	0,203	3,02
Лето 2020	5-20	7,85	10,4	0,825	13,02	4,01	20,25	0,115	3,01
ПП-2. Сад. Крестьянское хозяйство «Жанбырши»									
Осень 2019	0-5	16,81	11,2	0,93	10,6	10,2	9,91	0,3	5,01
Лето 2020	0-5	18,36	10,05	0,14	12,14	9,065	12,2	0,429	8,2
Осень 2019	5-20	17,20	10,01	0,17	12,9	9,063	12,3	0,408	7,8
Лето 2020	5-20	19,85	14,29	0,2	16,6	8,03	11,3	0,325	8,6
ПП-3. Прибрежный район мыса Песчаного									
Осень 2019	0-5	6,81	9,2	1,93	10,6	5,2	5,91	0,2	3,501
Лето 2020	0-5	8,1	8,23	1,2	14,5	4,105	4,89	0,021	4,05
Осень 2019	5-20	9,3	7,91	1,1	13,9	5,106	5,75	0,027	3,97
Лето 2020	5-20	9,85	6,29	1,2	14,6	6,130	5,39	0,025	2,56
ПП-4. Маяк на мысе. Песчаном									
Осень 2019	0-5	20,9	8,30	0,79	7,30	17,3	4,33	20,0	2,55
Лето 2020	0-5	21,32	9,41	0,68	12,75	6,143	15,25	0,041	3,98
Осень 2019	5-20	21,30	9,31	0,7	12,89	8,104	15,3	0,028	3,51
Лето 2020	5-20	4,71	4,22	0,2	9,86	9,3	12,3	0,081	2,42
ПП-5. Крестьянское хозяйство «Венера»									
Осень 2019	0-5	9,30	10,0	0,35	12,70	5,056	11,7	0,439	8,3
Лето 2020	0-5	9,10	9,98	0,43	13,44	5,104	10,98	0,423	9,84
Осень 2019	5-20	10,03	9,57	0,265	14,6	9,184	10,73	0,397	8,69
Лето 2020	5-20	9,21	8,16	0,385	10,35	7,40	6,13	0,203	7,08
ПП-6. Впадина Ашисор									
Осень 2019	0-5	8,99	13,49	1,25	14,91	7,990	11,5	0,076	2,65
Лето 2020	0-5	9,35	15,25	2,35	13,7	8,201	9,15	0,012	3,6
Осень 2019	5-20	10,1	14,58	2,23	16,1	8,188	8,92	0,024	3,103
Лето 2020	5-20	4,42	10,1	1,17	7,67	7,91	11,5	0,058	3,11
ПП-7 (фон)									
	(0-5)	10,5	10,7	0,78	20,5	12,4	9,1	0,047	4,3

Превышения для мышьяка в пробах всех ПП, от (3,4) на ПП-1, до (1,4) на ПП-6. Его источниками являются химические вещества против сорняков, а также против вредных насекомых, применяемые фермерами.

Для региона превышение мышьяка носит природный характер. Для хрома высокое превышение зафиксировано на ПП-1 (2,4), ПП-2 (8,5) и ПП-5 (7,3). Основной источник загрязнения почвы хромом – выхлопы автотранспорта и тракторная техника. В этих районах наблюдается большое количество земель, нарушенных беспорядочным проездом автотранспорта и тракторной техники.

Выявленный Cr^{+6} легко мобилизуется в щелочных почвах. Хром входит в состав хлорофилла, придающего листьям растений зеленый цвет.

Превышение кобальта над фоновым значением, обнаружено на участках сада и бахчевых культур на ПП-2 и ПП-5 соответственно в 2,3 раза. Источники их поступления в почву – транспорт, удобрения и пестициды [128-130].

Результаты рассчитанных коэффициентов концентрации K_c химических элементов приведены в таблице 17. Анализ содержания ТМ и мышьяка в почвах и их сравнение с фоновыми значениями, выполнены для проб всех ПП. Для меди превышение фоновое значения – в пробах ПП-2 (1,7) и ПП-4 (2,07).

Таблица 17 - Коэффициент концентрации K_c ТМ и металлоида

Глубина отбора проб, см	Cu	Pb	Cd	Zn	Ni	As	Cr ⁺⁶	Co
ПП-1. Район паромного комплекса Курык. Координаты: N43°10'01,90". E51°26'1,17"								
$K_c(0-5)$	0.87	0.79	1.3	0.66	0.18	3.48	2.48	0.76
$K_c(5-20)$	0.76	0.8	1.1	0.71	0.24	3.31	2.44	0.73
ПП-2. Сад. Крестьянское хозяйство «Жанбырши» Координаты: N43°10'17,38". E51°20'11,81"								
$K_c(0-5)$	1.8	0.85	0.18	0.62	0.55	2	9.12	2
$K_c(5-20)$	1.6	0.8	0.22	0.61	0.55	2.01	8.68	1.9
ПП-3. Прибрежный район мыса Песчаного. Координаты: N43°09'50,25". E51°17'24,30"								
$K_c(0-5)$	0.79	0.70	1.6	0.74	0.25	0.8	0.65	0.98
$K_c(5-20)$	0.91	0.67	1.46	0.71	0.31	0.94	0.57	0.96
ПП-4. Маяк на мысе. Песчаном. Координаты: N43°11'21,91". E51°17'06,66"								
$K_c(0-5)$	2.1	0.81	0.9	0.65	0.37	2.5	0.87	0.97
$K_c(5-20)$	2.09	0.79	0.93	0.66	0.37	2.5	0.59	0.85
ПП-5. Крестьянское хозяйство «Венера». Координаты: N43°12'26,81". E51°20'15,57"								
$K_c(0-5)$	0.89	0.85	0.57	0.68	0.31	1.8	9	2.4
$K_c(5-20)$	0.98	0.81	0.34	0.72	0.55	1.77	6.95	2.19
ПП-6. Впадина Ашисор. Координаты: N43°12'18,34". E51°26'05,27"								
$K_c(0-5)$	0.9	1.3	3	0.75	0.5	1.5	0.25	0.63
$K_c(5-20)$	0.99	1.25	2.97	0.77	0.49	1.46	0.29	0.75
Фоновая концентрация на ПП-Фон								
	10,2	11,7	0,75	19,5	16,4	6,1	0,047	4,1

Суммарный показатель загрязнения почв, был рассчитан по формулам 6,7,8 и 9. Результаты расчетов приведены на рисунке 48.

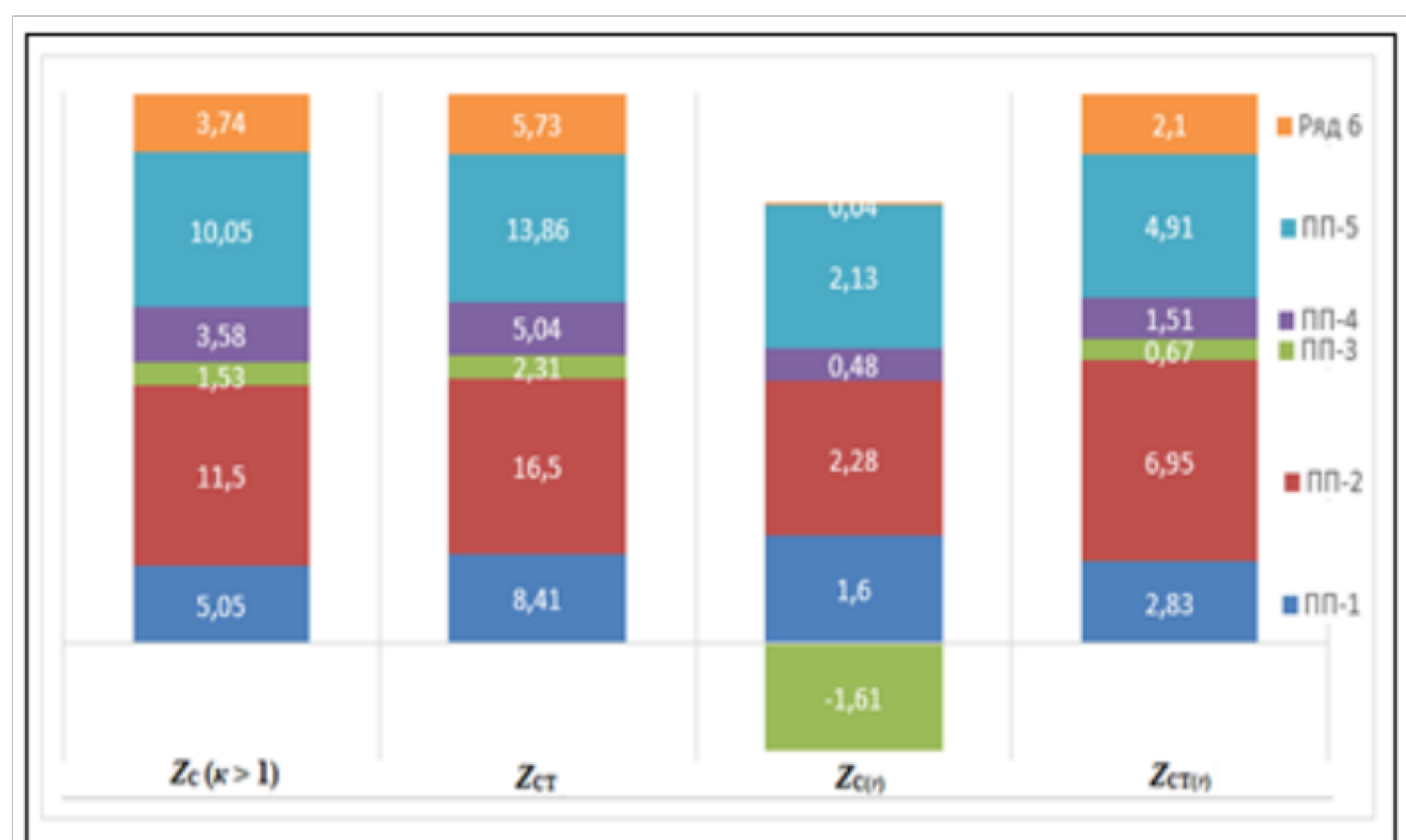


Рисунок 48 – Показатели СПЗ (Z_c) ТМ и металлоидом мышьяком

Расчет по формуле 6. При расчете Z_c , были учтены значения $K_c > 1$ (таблица 2) (значения фактической концентрации ТМ, превышали значение

фоновой концентрации на ПП-Фон). Получены результаты о накоплении ТМ в почве.

Расчет по формуле 7. Выполнен по показателю $Z_{СТ}$, с учетом степени токсичности (опасности) изучаемых ТМ и As. При этом, величина показателя $Z_{СТ}$ по отношению к Z_C (при $K_C > 1$) по всем ПП увеличилась (рисунок 41).

Так, для ПП-1 (паромный комплекс) повышение на 66,5%, для ПП-2 (сад) на 43,4%, ПП-3 (прибрежная зона мыса Песчаного) на 50,9%, ПП-4 (маяк) на 40,7%, на ПП-5 (крестьянское хозяйство «Венера») на 38,2%, ПП-6 (впадина Ашысор) на 53,5%. Диапазон - от 38,2% (ПП-5) до 66,5% (ПП-1).

Расчет по $Z_{СТ}$ дает самые наибольшие значения по сравнению с другими. Это получено в результате того, что повышенное содержание в почвах зафиксировано для ТМ (свинца, кадмия хрома) и металлоида (мышьяка), относящихся к первому классу опасности ($K_T = 1,5$).

Расчет по формуле 8. Показатель $Z_{C(r)}$ широко используется для оценки полиэлементного загрязнения, а также при расчете среднего содержания ТМ в почвах в странах дальнего зарубежья, к примеру в США [126, р. 37]. Из рисунка 41, видно, что результаты $Z_{C(r)}$ по сравнению с Z_C (при $K > 1$) уменьшились с 1,07% на ПП-6 до 32% на ПП-1 (без учета отрицательного значения на ПП-3).

Это результат, разброса между значениями K_C (таблица 17).

Расчет по формуле 5. Результаты, которые были получены по показателю Ю.Н. Водяницкого [121, с. 67; 123, с. 1279], $Z_{СТ(r)}$, имеют отклонения от показателя Ю.Е. Саета, Z_C (при $K > 1$) от 42% на ПП-4 до 60% на ПП-2. Преимущество показателя $Z_{СТ(r)}$, в том, что при расчетах учитывается токсичность ТМ, а учет геометрического среднего исключает ошибки при высоких значениях K_C .

Так, по результатам расчетов, только по показателю $Z_{СТ} = 6,5$, на ПП-2 в районе сада, уровень загрязнения средний (умеренно-опасный). Что касается комплексного показателя, то меньшее значение на ПП-3 ($Z_{СТ(r)} = 0,67$) и наибольшее на ПП-2 ($Z_{СТ(r)} = 6,95$) и ПП-5 ($Z_{СТ(r)} = 4,91$).

Результаты расчетов, показывают, комплексный показатель суммарного загрязнения Водяницкого Ю.Н. дает возможность для учета всех параметров и получение конкретных результатов. Превышение допустимого значения СПЗ, по шкале Ю.Е. Саета, согласно расчетов наблюдается только на ПП-2, $Z_{СТ} = 16,5$ категория загрязнения умеренно-опасная.

Статистическая обработка результатов исследования.

Результаты расчетов в таблице 18, показывают, что критерий Краскела-Уоллиса статистически значим для металлоида As, тяжелых металлов Cr и Cd (первый класс опасности) и Cu Co (второй класс опасности) ($p < 0,05$). Наибольшими ранговыми суммами, по отношению к содержанию As, Cr, характеризуются выборки, составленные по участкам: ПП-1 (61,0; и 57,0 соответственно), ПП-2 (сад) (56,0 и 87,0).

А также по содержанию Co на ПП-2 и ПП-5 (51,0 и 57,0) и Si на ПП-4 (маяк) (51,0 и 53,0), а также Cd на ПП-6 (впадина) (60,0 и 59,0).

Таблица 18 - Среднее содержание ТМ и мышьяка для слоя 0-20

Тяжелые металлы и металлоид	Мыс. Песчаный. Пробные площадки.							Kruskal-Wallis ANOVA
	Mean $\pm SD$							
	ПП-1 (n = 2)	ПП-2 (n = 2)	ПП-3 (n = 2)	ПП-4 (n = 2)	ПП-5 (n = 2)	ПП-6 (n = 2)	Среднее (n = 6)	p
Cu	8,4 \pm 0,77	17,8 \pm 0,82	8,7 \pm 0,84	21,4 \pm 0,01	9,6 \pm 0,64	9,68 \pm 0,6	13,2 \pm 6,05	0,04
Pb	9,85 \pm 0,77	10,0 \pm 0,03	8,07 \pm 0,2	9,42 \pm 0,13	9,8 \pm 0,3	14,5 \pm 0,4	9,4 \pm 0,84	0,57
Cd	0,9 \pm 0,1	0,16 \pm 0,02	1,15 \pm 0,07	0,69 \pm 0,01	0,3 \pm 0,12	2,2 \pm 0,01	0,6 \pm 0,52	0,03
Zn	13,04 \pm 0,02	12,02 \pm 0,1	14,2 \pm 0,4	12,8 \pm 0,09	14 \pm 0,8	15 \pm 0,3	13,2 \pm 0,94	0,83
Ni	3,51 \pm 0,7	9,06 \pm 0,001	4,61 \pm 0,7	7,12 \pm 1,3	7,11 \pm 2,8	8,2 \pm 0,002	6,3 \pm 2,34	0,91
As	20,8 \pm 0,7	12,2 \pm 0,07	5,32 \pm 0,6	15,3 \pm 0,03	10,9 \pm 0,1	9,04 \pm 0,16	13 \pm 5,7	0,02
Cr ⁶⁺	0,12 \pm 0,001	0,42 \pm 0,01	0,03 \pm 0,002	0,03 \pm 0,009	0,4 \pm 0,06	0,01 \pm 0,001	0,2 \pm 0,19	0,01
Co	3,08 \pm 0,09	8 \pm 0,2	4,01 \pm 0,05	3,75 \pm 0,3	9,42 \pm 0,6	2,85 \pm 0,3	5,65 \pm 2,86	0,04

В таблице 19, приведены результаты расчетов статистических параметров диаграммы размаха (рисунок 49) для значений концентрации ТМ и М, для слоя 0-20 см полученные при использовании пакета STATISTICA 10.

Таблица 19 - Основные описательные показатели диаграммы размаха ТМ

ТМ и М	М	Median	Min	Max	R	σ	D	\pm SD
Cu	13,10	9,655	7,85	21,42	13,57	0,774	0,074	\pm 0,73
Pb	9,36	9,775	8,23	10,225	1,995	0,751	0,557	\pm 0,871
Cd	0,9	0,76225	0,14	2,25	2,11	0,789	0,623	\pm 0,174
Zn	13,22	13,25	11,9	15,1	3,2	0,784	0,614	\pm 0,0311
Ni	6,41	7,1235	3,013	9,124	6,111	2,294	5,263	\pm 0,618
As	19,5	11,95	4,89	21,35	16,46	6,61	23,73	\pm 0,714
Cr ⁶⁺	0,19	0,078	0,012	0,429	0,417	0,187	0,0336	\pm 0,001
Co	5,52	3,975	2,6	9,84	7,24	2,683	7,117	\pm 0,09

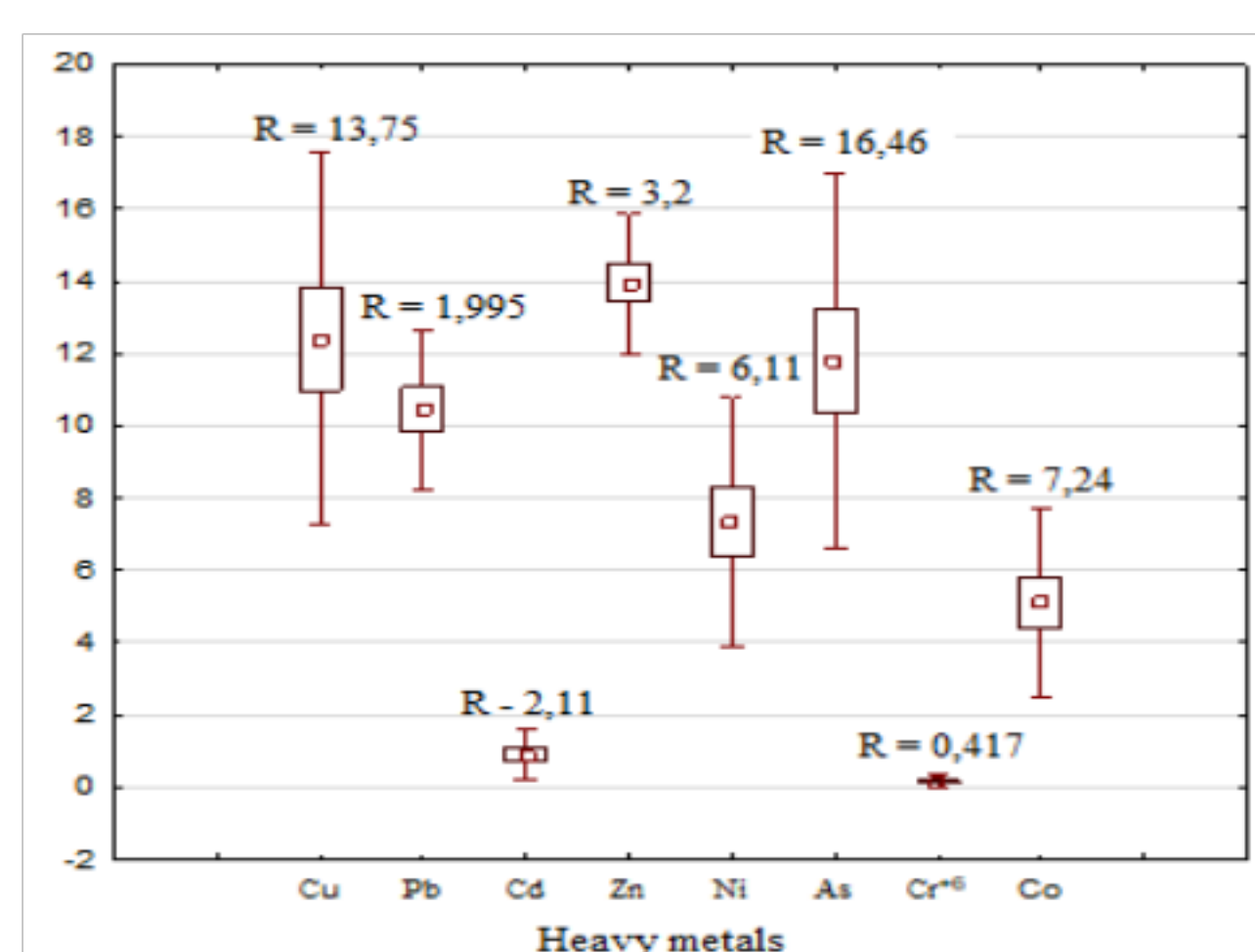


Рисунок 49 – диаграмма размаха ТМ и М в почвах пробных площадок

Примечание - ТМ и М – тяжелые металлы и металлоид, М – математическое ожидание, Median – медиана, Min, Max – максимум, минимум значений размаха, R – размах вариации, σ – среднеквадратичное отклонение, D – дисперсия по выборке, \pm SD – стандартная ошибка среднего.

Из результатов таблицы 19, видно, что размах вариации, менее 1, только для шестивалентного хрома Cr^{6+} , что объясняется тем, что хром легко мобилизуется в почвах района исследований, которые являются щелочными. Максимальный размах для меди Cu, обоснован его переносом на большие расстояния за счет переноса ветром, а также с воздухом и водой.

Полученные выборки металлоида и тяжелых металлов (As, Cr, Cd, Cu, Co) вносят максимальный вклад, по их содержанию в почвах изученных ПП. Участок ПП-6 возле впадины Ашисор характеризуется наименьшими ранговыми суммами по As и Cr (28,3; 21,7). Почвы пробных площадок значительно отличаются друг от друга по содержанию As, Cr, Cd, Cu и Co.

3.3.5 Использование данных ДЗЗ из космоса для мониторинга почв

Космические материалы, при проведении экологического мониторинга в основном применяются для сопоставления разновременных данных о состоянии почвенного покрова, с целью выявления сезонных и многолетних изменений.

На космоснимках отображаются факторы почвообразования - местность и ее рельеф, почвы, растительность. В этой связи, использование данных спутника основывается на дешифровочных признаках, что в принципе является одним из основных методов изучения состояния почвенного покрова [131-134].

Для составления, карт состояния и степени загрязнения и засоления почв, особенно в прибрежных зонах моря, необходимы снимки высокого разрешения 1-10 м (в пикселе) и сверхвысокого <0,3-0,9 м [135,136].

Космоснимки этих разрешений являются платными и приобретаются через специализированные сервисы. В работе, использованы в основном снимки относительно высокого разрешения в пределах 20-40 м в пикселе, по данным спутников Landsat 7 T1 и 8 T1,2; Sentinel-2 L2A. Также использованы программы компании ESRI ArcGIS Imageri. ArcGIS Clarirty, SAWS Planet, Google Earth и. др.

На рисунках 50-52 представлено изображение территории исследований по данным спутников Landsat и Sentinel. Снимки этих спутников отличаются по форме, как видно на изображениях. Космоснимки Landsat имеют относительно высокое разрешение и являются мультиспектральными (много каналов).

Однако, климатические условия некоторых районов, к которым можно отнести и Мангистаускую область оказывают влияние на качество изображений.

2018 г. Лето. 07 мая 2018 г., согласно снимка спутника Landsat 8 T1 (угол падения солнечных лучей 59° , облачность 52%). В морской части наблюдается ветер юго-восточного румба, а само изображение неясное (пыление) (рисунок 49).

21 апреля 2018 г, на снимке Landsat 8 T2, можно видеть, что из-за высокой облачности (90%) и северо-западного ветра территория области не различима.

2018 г. Осень. 14 октября 2018 г, на снимке со спутника Landsat 8 T1,

ветер над морем в западном направлении, облачность невысокая и составляет - 9%.

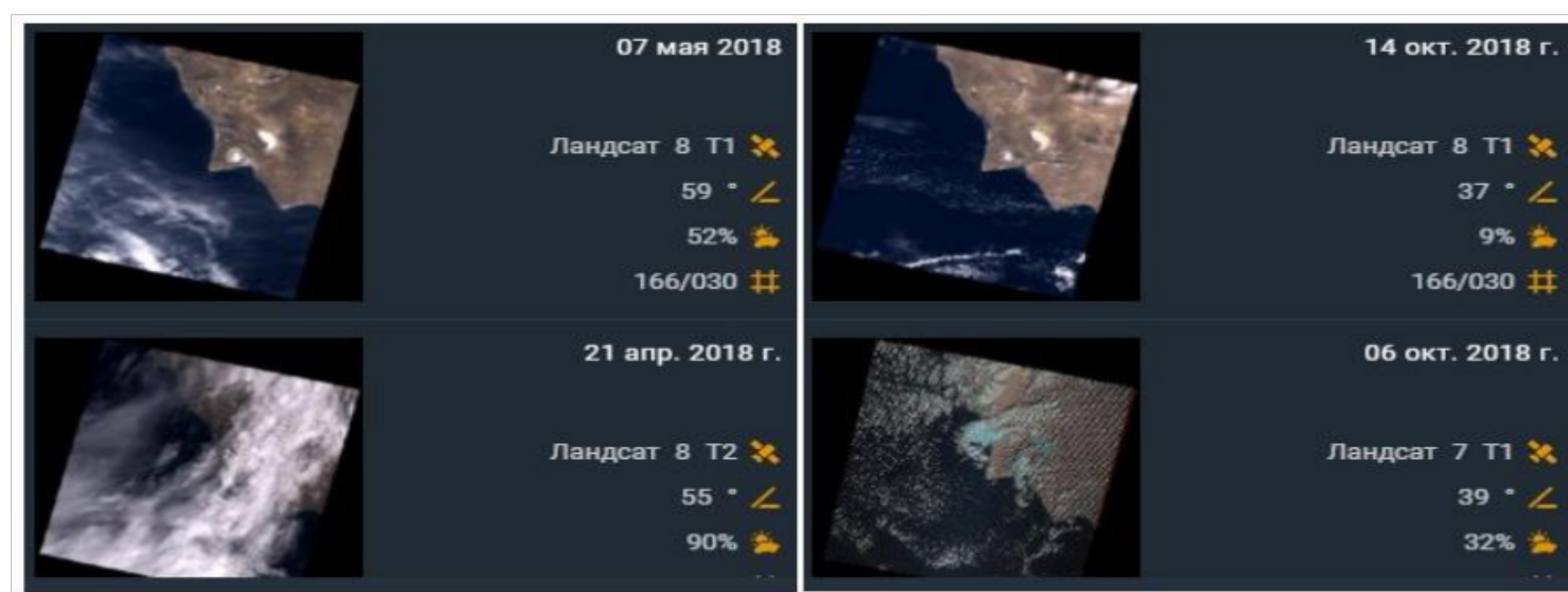


Рисунок 50 - Снимки со спутников Landsat (лето-осень 2018 г)

2019 г. Зима. По данным спутника Landsat 7 T1, от 26 января, видимость изображения со спутника слабая из-за облачности 52%. Светлый фон в мористой части Каспийского моря, обусловлен ветром с запада со скоростью более 7 м/с.

Sentinel-2 L2A. Видимости нет. Так, 21 января 2019 года, на территории Мангистауской области наблюдалась облачность и слабый снег. Юго-восточный ветер со скоростью 7,6 м/с (юго-восток), образовал снежную метель (рисунок 50).

2019 г. Весна. Sentinel-2 L2A (27 марта). Видимости нет. Облачность 97%. Ветер восточный – 5,5 м/с. Landsat 8 T1 (23 марта). Видимость средняя. Время съемки вечер. Облачность незначительная 9%. Ветер южный (3,0 м/с).

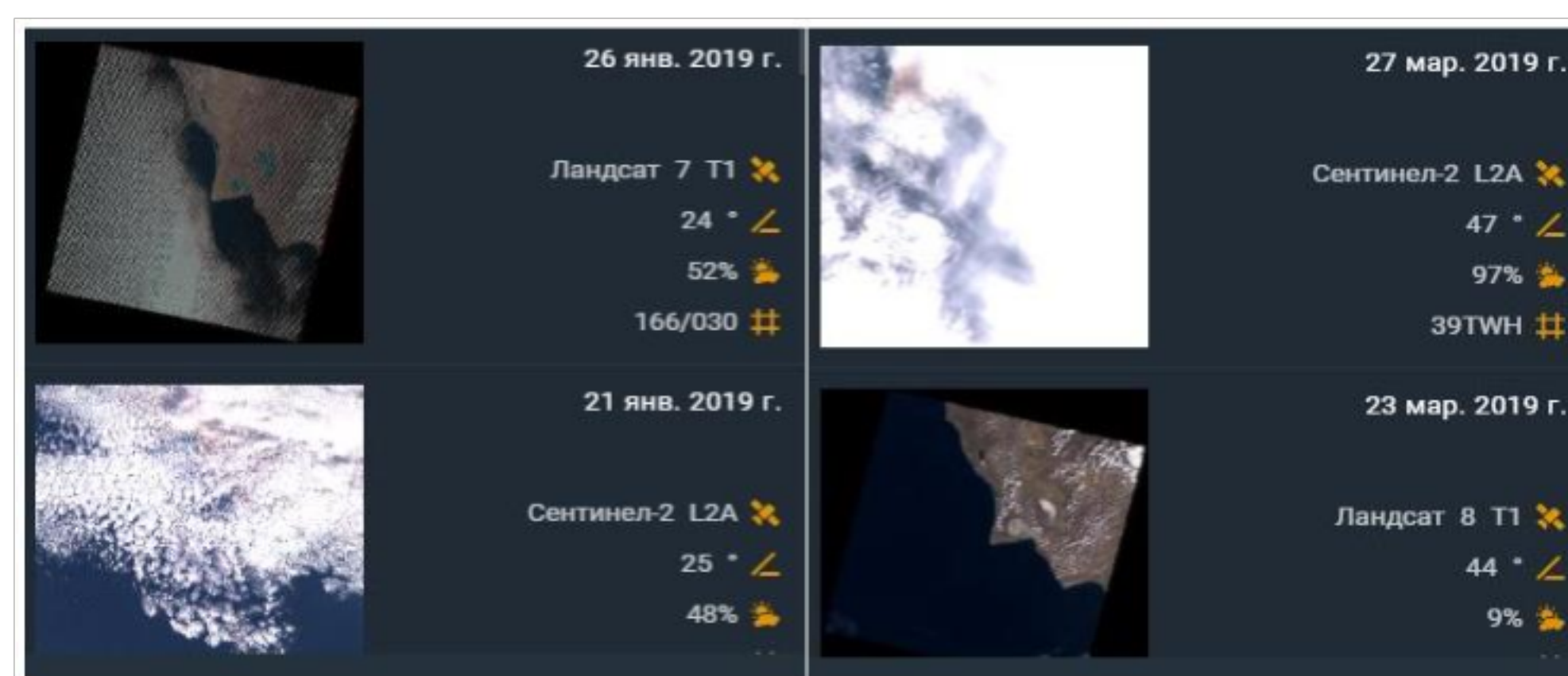


Рисунок 51 - Снимки со спутников Landsat и Sentinel (зима-весна 2019 г)

2020 г. Зима. Landsat 7 T1 от 29 января. Видимости нет. Облачность 39%. Ветер северного румба (7,8 м/с). Время съемок вечер. Landsat 8 RT (21 января). Облачность 100%. Слабый мокрый снег. Видимости нет. Ветер западного румба со скоростью 5,7 м. Вероятность снежной метели.

2020 г. Весна. Sentinel-2 L2A (30 апреля). День ясный (облачность - 1%). Видимость хорошая. Ветер юго-восточный (6,1 м/с) (рисунок 51).

Космоснимок со спутника Landsat 8 RT (26 апреля). Облачность 56%. Осадки осадки. Туман. Ветер северо западного румба, со скоростью 5,9 м/с.

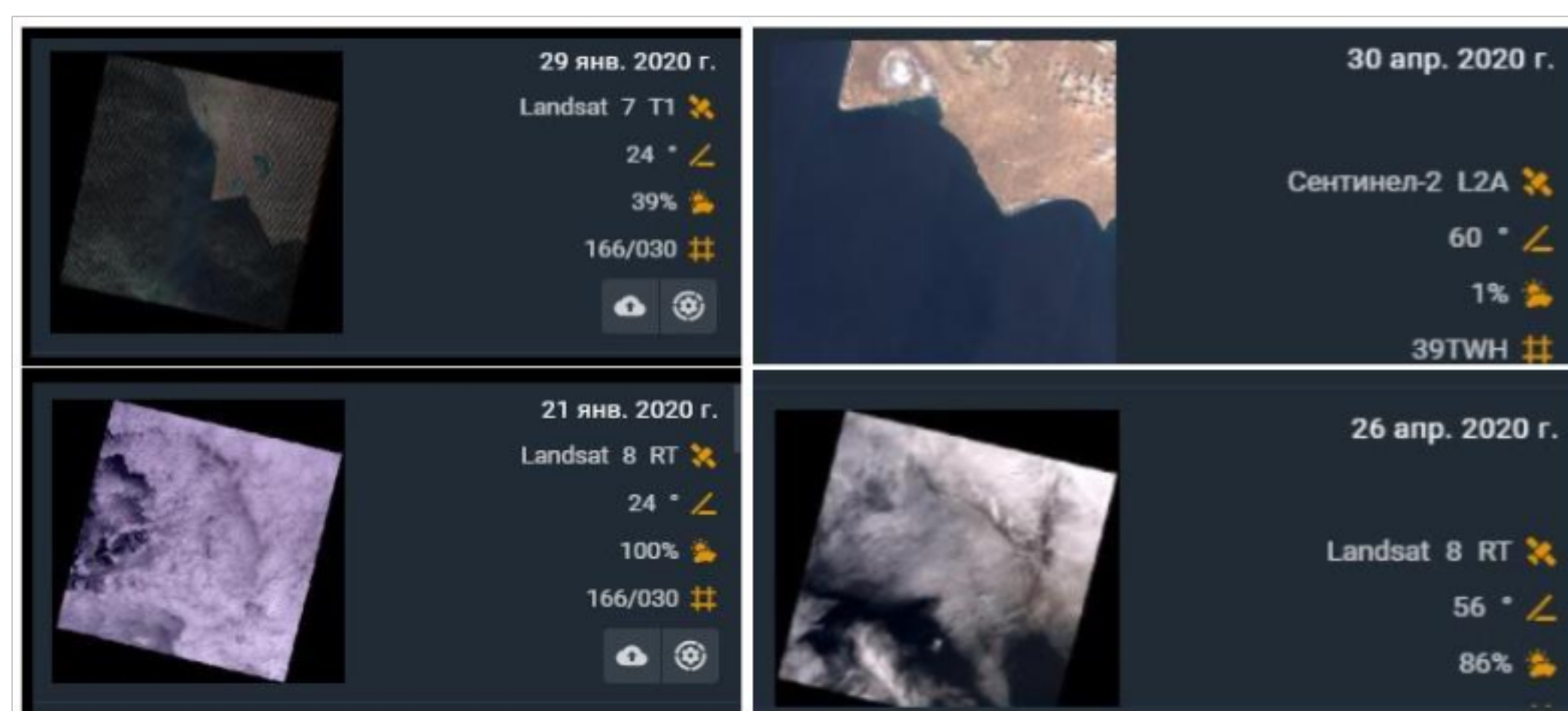


Рисунок 52 - Снимки со спутников Landsat и Sentinel (зима-весна 2020 г)

2019 г. Лето. Sentinel-2 L2A (05 июня). Облачность 99%. Видимости нет. Ветер северный со скоростью 9,6 м/с. Landsat 7 T1 (03 июня). Облачность 63%. Видимость слабая. Ветер северо-западного румба со скоростью 4,6 м/с.

3.3.5.1 Результаты изменений в области землепользования

ПП-2. Фермерское хозяйство «Жанбыршы»

Рассмотрены и выявлены изменения следующих объектов и территорий:

- изменение динамики проведения агротехнических работ на территории фермерского хозяйства сад «Жанбырши» площадью 1,2 га;
- изменение динамики растительного покрова;
- изменение состояния овощей и фруктов;
- выявление участков проявления засоления и солонцеватости.

Для сравнительного анализа по годам, использованы сервисы Google Earth Pro [137] (рисунок 53) и SAS Planet. Release. 200606 (рисунок 54) [138]. В Google Earth Pro, с помощью режима (исторические снимки) взято изображение необходимой нам территории фермерского хозяйства «Жанбырши» за 27 июля 2019 г.

Хозяйство расположено в 1600 м от моря, в районе с близким залеганием грунтовых вод порядка 0,8-1,6 м. Почвы бурые пустынные засоленные.

2019 г. был более теплым (жарким и засушливым летом чем 2020 г).

Так, с участков с высаженными огурцами помидорами, огурцами, к концу июля месяца практически был собран весь урожай, ввиду сильной жары.

На изображении контуры с белой окраской - выцветы солей карбоната.

Видно, что 10-15% территории хозяйства, и в основном прилегающие к ней почвы покрыты массой земли со светлой окраской. Это указывает на наличие процессов солонцеватости, что свойственно для прибрежных морских зон [139].



Рисунок 53 - Изображение территории хозяйства «Жанбырши»
(Google Earth Pro. Койбакова, 2019 г.)

Прерывистые полосы преимущественное на участках посевов помидоров указывают на тип засоления в связи с изменением химизма соленакопления.

Почвы участков посевов овощей и бахчевых отличаются от почв сада. Так, почвы с возделываемыми овощами бледно-зеленого цвета. Форма линейчатая. Почвы сада с яблонями, грушами и сливами насыщенно-зеленого цвета.

Орошение посевов производилось капельным методом, подземной водой с минерализацией порядка 2,5-3,5 промилле, что привело к соленакоплению.

В верхней части изображения (левый угол), а также в районе яблоневого сада и тепличного хозяйства, наблюдается преобладающая роль представителей солейустойчивых галофитов (солянки однолетней, камфороссы Лессинга).

На исследуемой территории хозяйства «Жанбырши» (южная часть мыса), преобладают эфемероидно-злаково-полынные сообщества.

2020 г. Для составления карты-схемы изменений агроландшафта в районе ПП-2 «Жанбырши» использована программа SAS Planet, отображающая снимки по данным картографического сервиса NASA, Navitel в среде ArcGIS Imageri.

На космическом изображении, ясно видно, что в тот же период, то есть в конце июля, 2020 г, ландшафт агротехнического сектора хозяйства «Жанбырши» имеет абсолютно другой насыщенный вид. Это был результат, своевременно выполненных агротехнических работ, при подготовке к посевам весной (рисунок 54).



Рисунок 54 - Изображение территории хозяйства «Жанбырши»
(SAS Planet. Койбакова, 2020 г.)

Также в конце 2019 года, хозяйством был закуплен опреснитель морской воды «Вагнер 250» производительностью 250 л/ч, что позволило в значительной мере уменьшить процессы соленакопления при орошении. Но, тем не менее, этот процесс устранить полностью не удастся, что заметно на изображении.

На рисунке белым кружком обведены участки с прерывистыми линиями, это засоление, связанное с изменением химизма соленакопления.

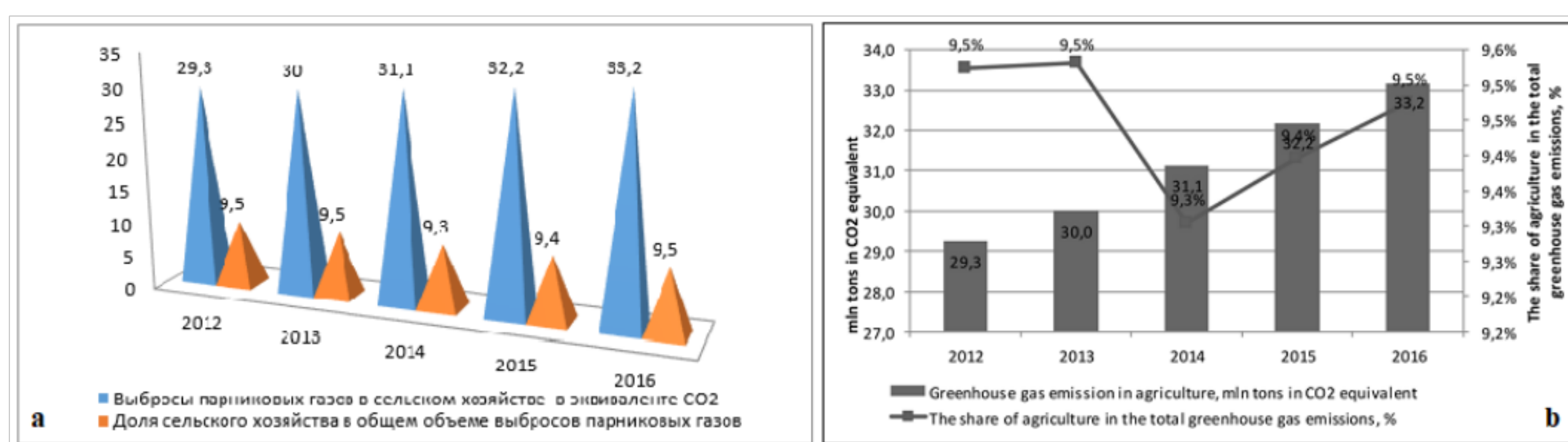
Это объясняется тем, что в 2013-2016 годах, эти земли, были практически эродированными солончаковыми «пустырями», свойственными аридным зонам в прибрежных районах Каспийского моря, в условиях сухого и жаркого климата.

Освоение этих земель фермерскими хозяйствами было начато в 2013 году. Агротехнические работы на отдельных участках производились с 2014 г.

Большая, часть территории возделываемых земель, использовалась в виде пастбищ для скота фермерских и крестьянских хозяйств Каракиянского района.

Все это привело к увеличению выбросов парниковых газов в этом районе, включающие выбросы от скота (энтеральная ферментация, отсутствие системы сбора, хранения и использования навоза). Парниковые выбросы также включали выбросы, при сжигании сухостоя солеустойчивых трав и кустарничков полынно-эфемероидных сообществ, убранных при агротехнических работах.

Объем выбросов парниковых газов от сельского хозяйства в Казахстане, увеличился на 13,4% в 2012-2016 годах. Вклад сельскохозяйственного сектора в общий объем выбросов парниковых газов в РК остается достаточно низким на уровне 9,3-9,5%, за счет уменьшения пестицидной нагрузки (рисунок 55) [140].



а) ФАОСТАТ; б) составлено авторами

Рисунок 55 - Вклад сельскохозяйственной отрасли Казахстана к общему объему парниковых газов в 2012-2016 гг.

Участок с наиболее выраженными в 2019 г, выцветами солей карбонатов, в 2020 году, не использовался в связи проведением агротехнических работ.

Использованы методы прямой и косвенной дешифровки [141].

Прямое дешифрования - контуры с белой окраской с выцветами солей карбонатов и преобладающая роль солеустойчивых растений – галофитов.

Косвенная дешифровка – прерывистые полосы (химизм соленакопления).

ПП-1. Район паромного комплекса «Курык».

2019 г. Изучение изменения состояния почв и ландшафта, выполняли с помощью снимков по данным спутника Landsat 8 T1 от 27 июля 2019 г) (рисунок 56).

На изображении отмечены почвы фермерских хозяйств, занятые посевами овощных культур (ровного темно-зеленого цвета) - пашни. В левом углу снимка показаны почвы, пахотные (светло-желтый цвет). Почвы с бахчевыми культурами (арбузы, дыни), ярко-зеленого цвета. Форма участков - в виде правильных прямоугольников. Степная растительность между участками угодий характеризуется более светлым тоном на спутниковых снимках, и приурочена к более сухим и возвышенным участкам местности.

Светлые участки хозяйств – необработанные участки-пустыри. В левом нижнем углу синим овалом, обведен участок бахчевых культур, для сравнения с 2020 г., на предмет развития процесса солонцеватости. Светлые пятна в районе паромного комплекса соответствуют застраиваемым участкам.

Береговые линии имеют четкие очертания. Вода темного фона, при этом береговые отмели более светлого тона.

2020 г. На космоснимке, по данным спутника Landsat 8 T1, 27 июля, видно, что в районе ПК «Курык» незначительно увеличились площади захламленных участков на 15-20% [56, р. 63]. Также, как указано выше, в левой части изображения поля бахчевых культур в 2020 г, не были использованы, по причине развития процесса солонцеватости (рисунок 57). Это обусловлено близким расположением посевов к морю.



Рисунок 56 - Изображение района ПК «Курык»
(Landsat 8 T1, Койбакова, 2019 г.)



Рисунок 57 - Изображение района ПК «Курык»
(Landsat 8 T1, Койбакова, 2020 г.)

Вывод. Проведены визуальные исследования изображений космоснимков в районах ПП-2 (фермерское хозяйство «Жанбырши») и ПП-2 (ПК «Курык»), в видимом диапазоне спектра электромагнитных излучений.

3.3.5.2 Применение данных ДЗЗ для мониторинга почв

Современные спутниковые данные, позволяют решать комплекс задач для мониторинга и картирования состояния почв и почвенного покрова. Это возможно благодаря широкому охвату материалов космической съемки, а также наличию комбинаций каналов ближнего, среднего ИК-каналов и красного видимого.

На спутниках Landsat [142,143] и Sentinel установлены 2 инструмента:

- Operational Land Imager (OLI) - оперативный картограф Земли.
- Thermal Infrared Sensor (TIRS) – Тепловой ИК-сенсор.

Спектральные зоны сенсора OLI близки к сенсору ETM+ (Landsat 7).

Также, к имевшимся ранее, на спутниках добавлены 2 новые зоны:

- Глубокий синий «земля/вода» NIR, SWIR1(канал 1), разработанный для изучения водных ресурсов и прибрежной зоны исследуемых водоемов.

Для более четкого различения береговой линии и видимости почв в районе исследований, были выбраны изображения разных спутников для весны 2020 г. Снимки подбирались для одного дня (26 марта 2020 г.), но в зависимости от облачности и угла падения солнечных лучей. Так, снимок спутника Landsat 7, на 26 марта 2020 г, не полностью охватывал необходимый нам район (рисунок 58, а).

26 марта. Снимок спутника Landsat 7 (рисунок 57, а):

- облачность 18%, угол падения солнечных лучей 43°.

26 марта. Снимок спутника Sentinel-2 L2A (рисунок 57, с):

- Облачность 34%, угол падения солнечных лучей - 47°.

Так, как снимок Landsat 7, не охватывал район м. Песчаный, был подобран другой снимок, но уже для 25 марта, со спутника Landsat 8 (рисунок 58, b).

25 марта. Снимок спутника Landsat 8 (рисунок 58, b).

- облачность 24%, угол падения солнечных лучей 45°.

Путем сравнения, из 3-х космических снимков было выбрано изображение спутника Sentinel-2 L2A, в комбинации NIR, SWIR1, красный (рисунок 58, с)

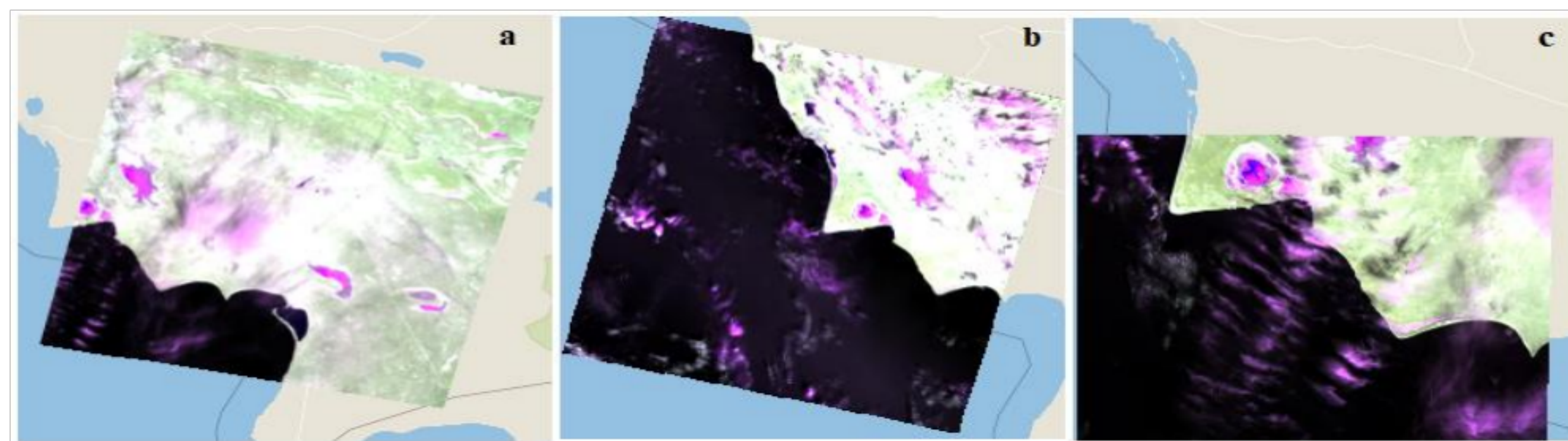


Рисунок 58 - Снимки спутников Landsat 7,8 и Sentinel-2 «Земля-Вода»

Рассмотрим район м. Песчаный, на изображении спутника Sentinel-2 L2A, в комбинации каналов ближнего, среднего и красного видимого (рисунок 59).

Комбинация этих каналов, позволила нам более четко различить границу между водой и прибрежной зоной (сушей). При этом представилась возможность различить границы, плохо видимые при использовании видимого диапазона.

Водные объекты в прибрежной зоне (внутри суши), будут детектироваться с большой точностью. Растительность в комбинации отображается в различных оттенках и тонах коричневого, зеленого и оранжевого цветов [144,145].

Эта комбинация в целом, дает возможность изучения почв и почвенного покрова. Чем выше будет влажность почв, тем темнее она будет выглядеть. На изображении, в морской части, и на суше (темные пятна), наблюдается движение облаков в направлении соответствующему юго-восточному румбу.

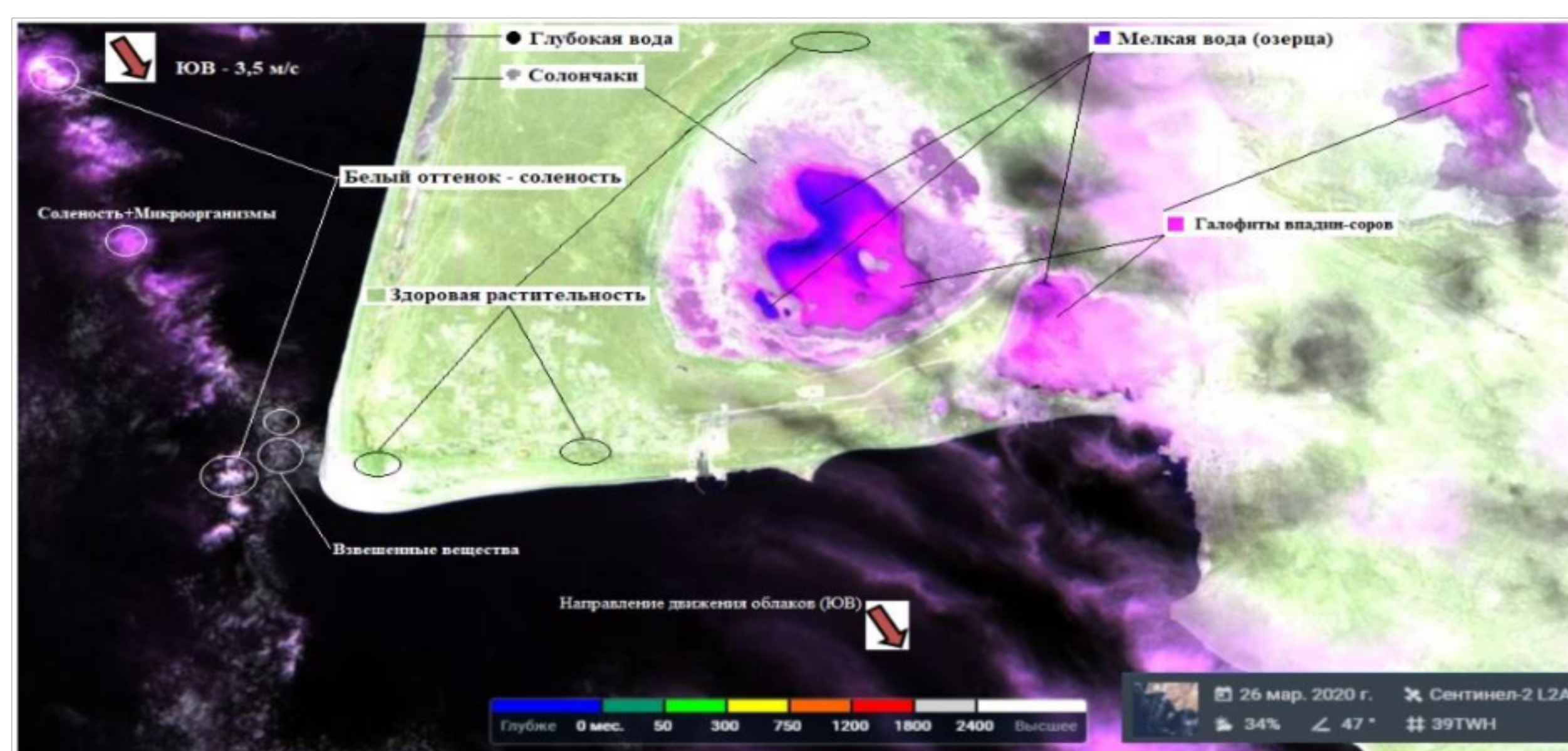


Рисунок 59 – Изображение м. Песчаный в комбинации «земля-вода»

Белый оттенок в мористой части – отображение солености воды. Оранжевый оттенок вокруг светлых пятен солености на поверхности моря, это признаки жизнедеятельности микроорганизмов, попадающих с о. Караколь.

Взвешенные вещества в береговой части м. Песчаный, образованы за счет взмучивания донных осадков. Мелкие озерца во впадинах – синих оттенков. Более светлые оттенки воды выделяются в пересыхающих озерцах и мелких водах. Растительность на более солонцеватых поверхностях почв имеет оранжевые и коричневые оттенки. Это солеустойчивые растения – галофиты. Здоровая растительность, ярко зеленого цвета, наблюдается в районе Караколь-Каракиянского заказника, и на сельско-хозяйственных угодьях крестьянских хозяйств. Для солончаков в районе Каракольшора и впадины Ащисор, характерны оттенки серых тонов.

В настоящее время, данные спутника Sentinel-2, [146] являются одними из самых распространенных для мониторинга и изучения земной поверхности. Таким образом, использование комбинации «земля-вода», NIR, SWIR1, обладает наибольшей информативностью, позволяет решать множество задач экологического системного мониторинга как морской части, так и суши.

3.3.6 Исследования состояния растительности в прибрежной зоне

Растительность, это по сути индикатор экологических условий отражающий эволюцию ландшафтов всего Прикаспийского региона [147,148].

Растительный покров – один из наименее защищенных компонентов ландшафта, который повсеместно подвергается воздействию антропогенной деятельности и страдающий от нее в первую очередь.

Наибольшие негативные последствия для растительности имеют, как правило, физические воздействия, проявляющиеся в виде механических нарушений почвенно-растительного покрова, сопровождаемые снижением почвенных характеристик нарушаемых земель [149-151].

В периоды осень 2019 года и лето 2020 года, были обследованы шесть пробных площадок - ПП-1 (паромный комплекс Курык), ПП-2 (крестьянское хозяйство «Жанбыршы»), ПП-3 (солончаки), ПП-4 (маяк на мысе Песчаный),

ПП-5 (крестьянское хозяйство «Венера»), ПП-6 (впадина Ашисор).

На ПП-1 и ПП-3 осенью 2019 г., а также летом 2020 г., было изучено состояние растущих в этом районе сообществ полыни гурганской. Сообщества образуют однородные массивы на приморских почвах и солончаках.

На щебнистых почвах в ее сообществах субдоминантами выступают кустарнички, эфемероидные злаки и итсигек. Вблизи береговой линии заливов в районе ПП-1 за территорией ПК «Курык» – сообщества солероса (*Salicornia europaea*) и соляноколосника каспийского (*Halostachys helangeriana*).

В районе ПП-3 на территории хозяйства «Жанбыршы» ландшафтное значение имеют виды родов полыней (*Artemisia*), биюргуна (*Anabasis*), сарсазана (*Halocnemum*) (рисунок 60). Проектное покрытие почвы растениями в летний период составляло 45%, осенью наблюдалось снижение до 25-30 %.

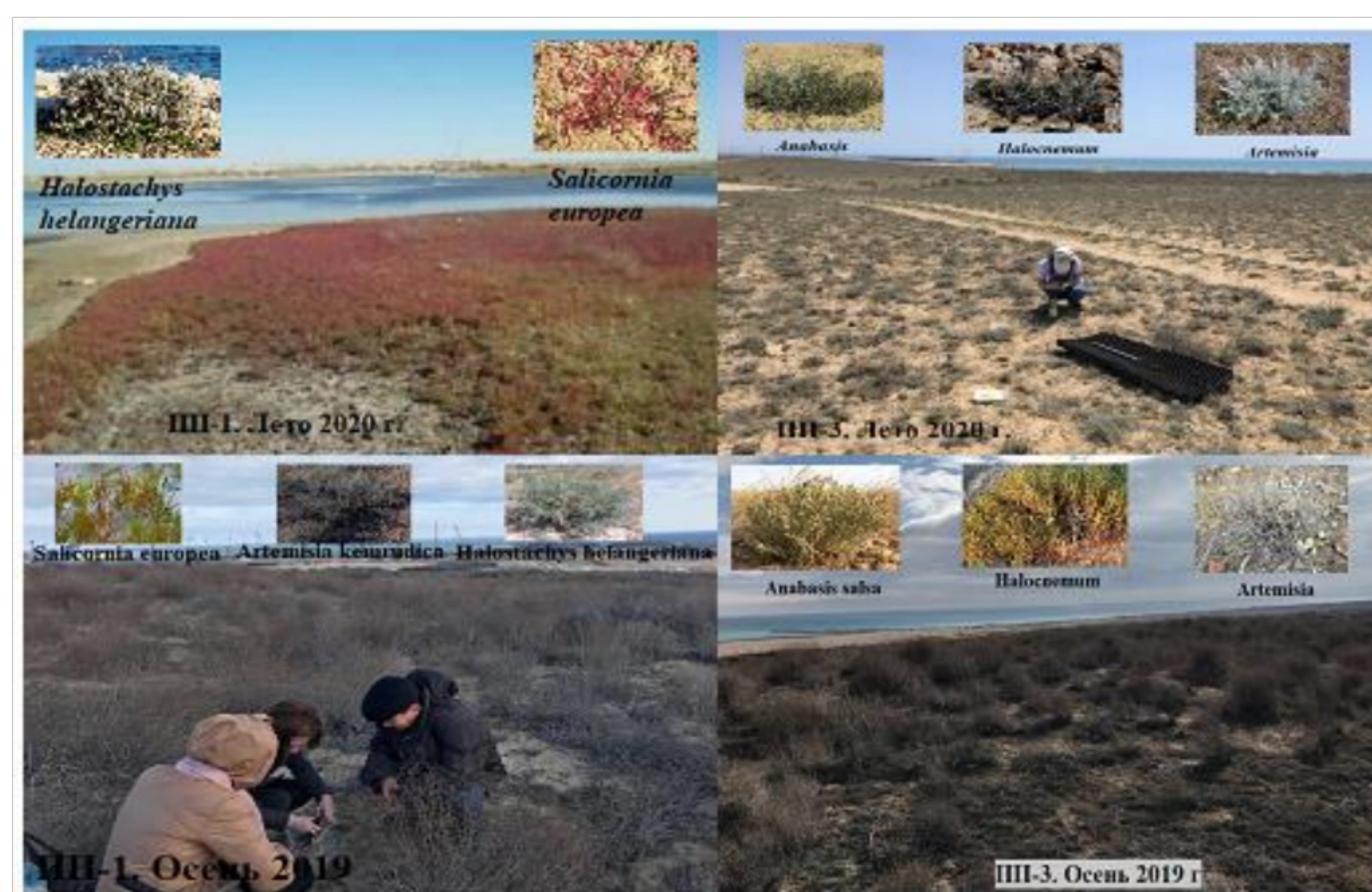


Рисунок 60 - Состояние растительности на ПП-1 и ПП-3

Salicornia europaea, растение-пионер - растущее на регулярно затопляемых морских побережьях. Большинство других организмов не способны развиваться вследствие высокой концентрации солей и почти полного отсутствия гумусного слоя, и недостатка кислорода. Галофит, не только понижает разрушительную энергию волны, но вместе с этим также способствует аккумуляции осадочных пород, смываемых с осадками в море [152]. Это создаёт благоприятные условия для распространения других травянистых растений.

Halostachys вырастает кустом до 1–3 м высоты и ширины. Прямостоячие стебли сильно разветвлены, более старые ветки в основном безлистные.

Молодые веточки сине-зеленые, мясистые, явно сочлененные с гладкой мелкой папиллезной поверхностью. Противоположные листья мясистые, голые, сросшиеся у основания и окружающие стебель (образуя суставы), с очень короткими чешуевидными треугольными лопастями [153-155].

Anabasis - растение равнин и низких предгорий, не поднимающееся в горы выше 400 м над уровнем моря. Произрастает на глинистых и суглинистых засоленных почвах пустынь и полупустынь, на такырах, сероземах, солонцах,

реже на солончаках. Положительно реагирует на рыхление почвы и грунтов, о чем можно судить по обильному и пышному разрастанию анабазиса на перепаханных площадях и выбросах из нор грызунов.

Растительность ПП-4 и ПП-6 исследуемых сезонах были представлены биюргуново-тасбиюргуновым (*Nanophyton erinaceum*, *Anabasis brachiata*) сообществом с участием однолетней солянки (*Suaeda salsa*).

По склонам на грубоскелетных щебнистых почвах преобладают солончаково-биюргуново-тасбиюргуновые (*Nanophyton erinaceum*, *Anabasis salsa*) и серополынно-тасбиюргуновые (*Artemisia terrae-albae*) сообщества.

На ПП-6 в районе впадины Ащисор - проективное покрытие - 10-20%.

Растительность на ПП-4 в районе маяка мыса Песчаный, находилась в удовлетворительном состоянии, проективное покрытие - 45-55% (рисунок 60).

Биюргун и тасбиюргун занимают наиболее пониженные участки.

При этом полынные произрастают на более высоких склонах ландшафта.

Сообщества черного боялыча, в микрорельефе равнин, занимают среднее положение. Так, мелкосопочниках неоднородные чернобоялычевые пустыни обычно представлены сериями сообществ, особенно в береговой зоне моря

ПП-2. На территории крестьянского хозяйства «Жанбырши» преобладают сообщества с доминированием полыни Лерха (*Artemisia lerchiana*) (рисунок 61).

В их составе постоянно присутствуют злаки (*Agropyron fragile*, *Stipa caspia*), кустарники (*Atraphaxis replicata*, *Salsola arbuscula*, *Convolvulus fruticosus*) и пустынная осока (*Carex phisodes*). Проективное покрытие - 60%. Количество зарегистрированных на этой территории видов растительности - 4.



Рисунок 61 - Состояние растительности на ПП-4 и ПП-6

ПП-5. На пробной площадке вблизи крестьянского хозяйства «Венера» доминирующую роль в сообществах, наряду с полынью (виды р. *Artemisia*), играют такие виды многолетних солянок, как камфоросма (*Camphorosma monspeliaca*) и куйреук (*Salsola orientalis*) (рисунок 62).

Artemisia lerchiana —(полыни) - двух- и многолетние (реже однолетние) и

полукустарники высотой 3-150 см, с толстым деревянистым корнем.

Листья чаще лапчато - или перисто-раздельные, очередные, рассечённые, реже цельные и цельнокрайные, при этом доли мелкие и тонкие. Нижние листья более крупные, чаще на длинных черешках, средние и верхние - мельче, менее рассечены, обычно сидячие. Стебли обыкновенно прямые. Всё растение имеет более или менее густое беловатое или сероватое опушение, часто серебристые или войлочные. Цветы чрезвычайно мелкие, чаще жёлтые, иногда красноватые, собраны в мелкие соцветия - головки - яйцевидные, чашевидные или почти шаровидные корзинки 1-10 мм диаметром с черепитчатыми листочками обёртки.



Рисунок 62- Состояние растительности на ПП-2 и ПП-5

Сравнение данных 2019 и 2020 годов, не выявило значительных изменений в параметрах сообществ на большинстве обследованных площадок.

Только на ПП-1 у паромного комплекса Курык наблюдались значительные изменения, связанные с проведенными земляными работами, а также движением транспорта которое привело к повышенному содержанию пыли в воздухе.

Пыление может вызвать закупорку устьичного аппарата растений, а также и нарушение их жизнедеятельности на физиологическом уровне.

ПП-6. Впадина Ащысор. Почвы здесь - соровые солончаки, практически лишённые растительности по естественным причинам (почвы сильно засолены).

Как и осенью 2019 г., и летом 2020 г. изменения (по сравнению с данными летних исследований) параметров растительных сообществ имели, главным образом, сезонный характер: летом - увеличилась высота растений.

Осень – уменьшение степени проективного покрытия, количества видов. Это приводит к изменению жизненного состояния растений.

При визуальном осмотре участков ПП-2,5 установлено, что в пределах обследованных участков, состояние растительности – удовлетворительное.

В осенний период наблюдается уменьшение площади проективного покрытия, в результате выпаса скота и вытаптывания.

На участке ПП-3 отмечено влияние на растительный покров территории стихийных свалок твердо-бытовых отходов, которые возникают во время неорганизованного отдыха населения, на побережье Каспийского моря.

Растительность в районе ПП-4 за весь период исследования не претерпела особых изменений. Имеет место сезонная и разногодичная флюктуационная изменчивость растительности под воздействием природных факторов. Воздействие на растительность – беспорядочный проезд автотранспорта.

В исследуемой зоне доминирующими видами являются ксерогалофиты, которые относятся к жизненным формам полукустарничков, полукустарников, кустарничков, травянистых многолетников, а также и однолетников с коротким (эфемеры и эфемероиды) и длительным периодом вегетации.

Воздействие на растительность от нарушения земель можно оценить в пространственном масштабе как локальное, во временном масштабе - как многолетнее и по величине воздействия - как умеренное. В целом, состояние растительности на обследованных площадках неоднородное.

В ходе работ отмечались только механические нарушения растительного покрова. Видимых признаков химического воздействия выявлено не было.

Отсюда можно сделать вывод о том, что на растительный покров и на качество сельскохозяйственных культур влияет нехватка источников пресных вод. Улучшение управления водопользованием в сельском хозяйстве и продовольственных системах направлено на повышение производительности агропродовольственных систем с учетом ограниченных водных ресурсов. Этого можно добиться за счет разработки эффективного решения водопользования и за счет повышения производительности использования воды в сельском хозяйстве и орошаемых системах.

4 РАЗРАБОТКА ГЕЛИОУСТАНОВКИ КАК ПУТЬ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НЕХВАТКИ ПРЕСНОЙ ВОДЫ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ М.ПЕСЧАНЫЙ

4.1 Обоснование разработки солнечного опреснителя в прибрежной зоне

В условиях жаркого климата Мангистауской области, расположенной на восточном побережье Каспия нет источников пресной воды. Из имеющихся месторождений подземных вод для питьевого водоснабжения пригодны всего три. Дефицит ощущается в отдаленных районах и прибрежных зонах, население которых использует подземные воды. Обеспечение населения, осуществляет завод по опреснению морской воды. В жаркий летний период, за счет высоких температур производительность опреснительных установок снижается (вода в каналах достигает 30°C , а установки рассчитаны на 20°C). Этот фактор дает возможности, для разработки опреснителей с использованием этого гелиопотенциала. Простые в изготовлении, экологически и экономически целесообразные солнечные опреснители необходимы, для прибрежных районов, в которых ощущается дефицит воды. Далее, изложены результаты экспериментальных исследований гелиосистемы, которая состоит из пассивного солнечного водонагревателя (СВН) и активного солнечного опреснителя (СО). Вода нагревается в бассейне СВН и подается в нижний бассейн-1 СО, в котором, процесс опреснения, достигается охлаждением водой бассейна-2.

За счет снижения температуры в объеме СО достигается температура конденсации. Покрытие из 2-х слоев стекла с воздушным зазором снижает тепловые потери и повышает температуру в установках на $10-12^{\circ}\text{C}$ и сохраняет ее и в ночное время. Горизонтальные покрытия из стекла обеспечивают большую площадь вхождения солнечной радиации на поверхность бассейнов. Теплообмен конвекцией, в объеме между «холодным» и «горячим» бассейнами, определен с помощью коэффициента конвекции, зависящего от произведения чисел Gr и Pr . По результатам экспериментов, суточная производительность опреснителя составила 1,97, 1,83 и 2,31 л/м²день 20, 21 и 22 июля 2019 года. Максимум значения общего коэффициента теплопередачи для СВН составил 32,9 Вт/м², для СО 49,4 Вт/м²°C. Результаты испытаний опресненной воды представлены в приложении А.

4.2 Экспериментальные установки гелиосистемы (ГС)

Для проведения экспериментальных исследований, были изготовлены две солнечные установки. Схемы, пассивного солнечного водонагревателя (СВН) морской воды, и активного солнечного опреснителя (СО) для опреснения, приведены на рисунках 63 и 64.

Короб СВН изготовлен из доски толщиной 0,25 см, высотой 12 см, с длиной 105 см, шириной 56 см. Днище выполнено из оргалита, на который уложили (теплозащиту) в виде пенопласта, на котором на монтажной пене

герметично закрепили абсорбер-бассейн. В качестве бассейна использован профиль стальной листовой гнутый с трапецевидными гофрами по ГОСТ 24045-94. Края заготовки загнули с целью образования формы бассейна, с 5 каналами (рисунок 63), в которых лучистой энергией будет нагреваться морская вода и подаваться в СО. Водонагреватель СВН состоит из короба 1, с прозрачным покрытием 2, из двух слоев мягкого стекла, с зазором между ними 2,5 см. Мягкое стекло прозрачная ПВХ пленка серии Achilles Vinistar FR (Япония), с оптической четкостью. В работе обозначаем как «стекло». В центре второго слоя стекла покрытия уложен шарик 3, создающий незначительный уклон, для того чтобы конденсат стекал в канал бассейна. Сам бассейн 4, по бокам, а также в местах впуска и выпуска морской воды имеет отверстия 5, для всех 5 каналов бассейна, в которые вставляются силиконовые патрубки для перетока воды. На дно водонагревателя уложена теплоизоляция 6 (толщина пенопласта 3,0 см, слой пены 2,0 см).

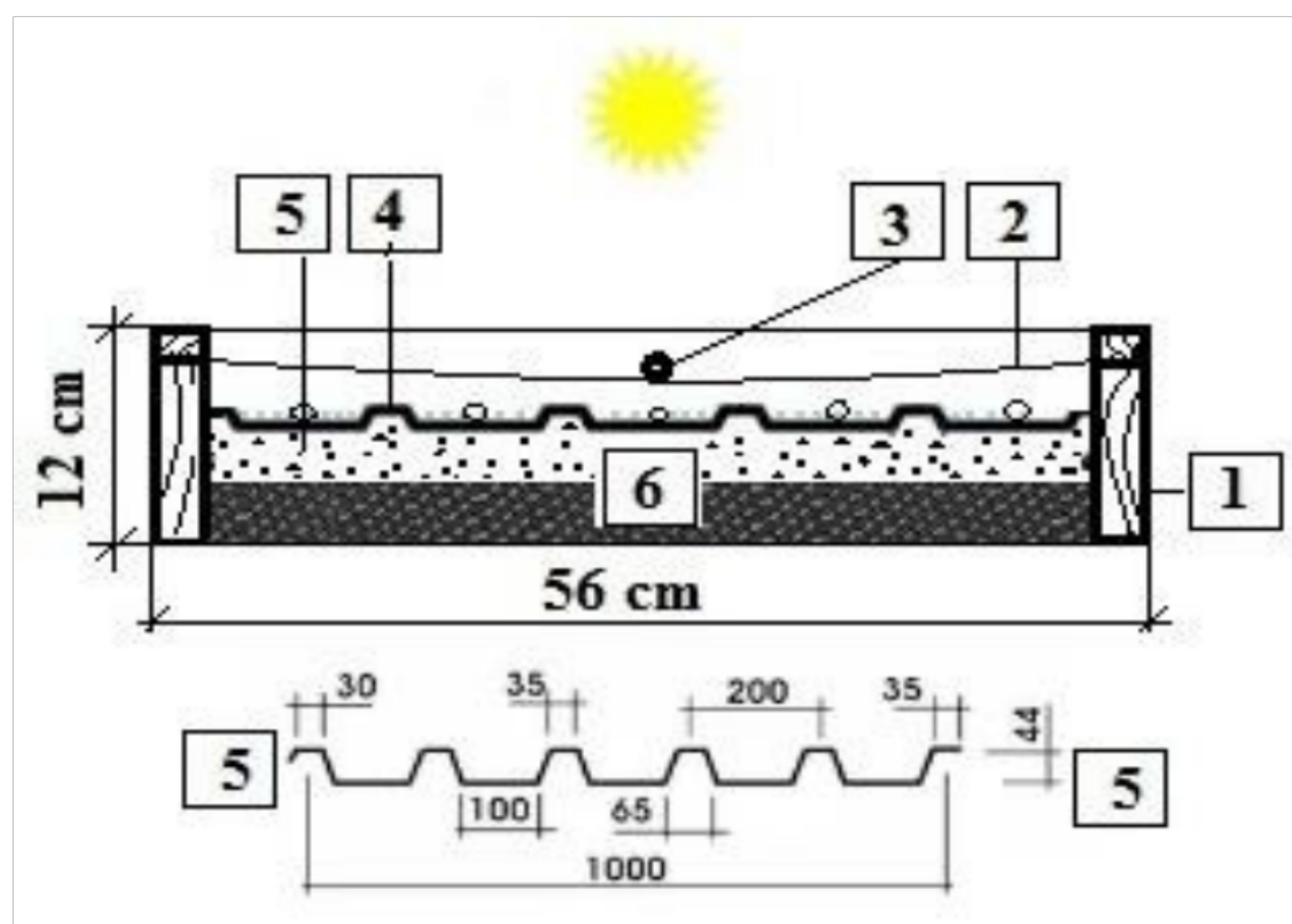


Рисунок 63 – Схема солнечного нагревателя морской воды (SWH)

Необходимо отметить, что все позиции солнечного опреснителя (СО), практически те же, что и в СВН, за исключением 7 и 8. СО также изготовлен из досок, но высота короба 1, составляет 15 см, с учетом верхнего бассейна-2 (позиция 7), из профиля с треугольными гофрами, со сборниками конденсата 8, на его нижней поверхности обращенной к нижнему бассейну-1 (позиция 6). для нагретой в СВН. Бассейн-1 (позиция 6) выполнен точно таким же, как и в СВН (рисунок 63). Экспериментальные установки были установлены на рамах из бруса, с теплоизоляцией основания минеральной ватой. Температура стекол покрытия и зазора между ними, бассейнов, и воды измерялась каждые 30 минут, с помощью термопары, SMD-термосопротивлений Pt 100. Максимальный диапазон измерения термопар составляет 150°C, с длиной зонда 1,0 м и кабеля 2,0 м. Для замера температуры воды в абсорбере и силиконовых патрубках был использован контактный термометр testo 905-Т, с погружным проникающим зондом с длиной 30 см. В условиях эксперимента, регулирование количества (расхода) воды, подаваемой в СВН и СО,

выполнялось с помощью зажимов Acetal, которые используются в экспериментах. Зажимы из прочного пластика и имеют зазубренные губки.

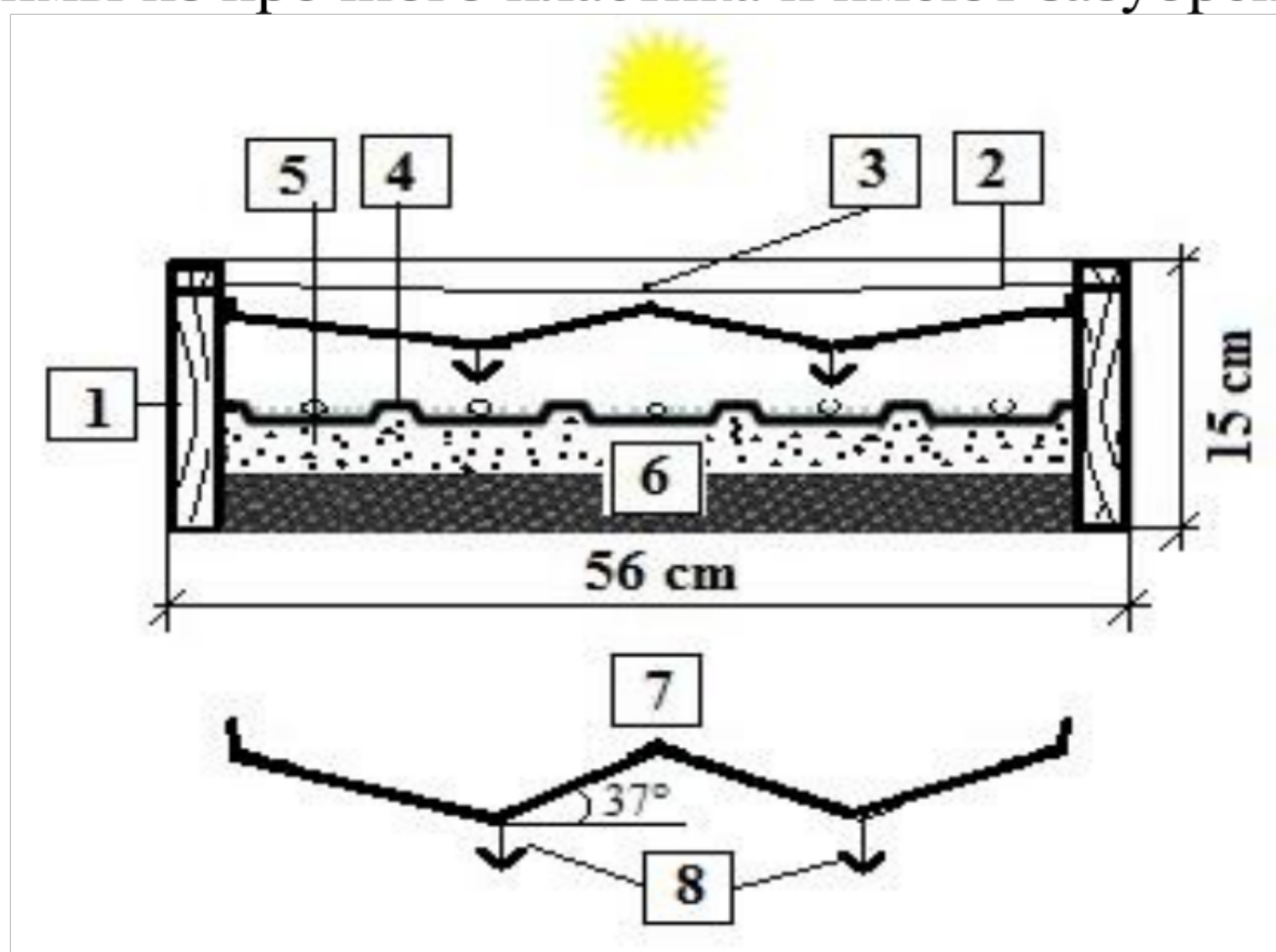


Рисунок 64 – Схема солнечного опреснителя морской воды (СО), с гофрированной пластиной-лотком омываемой холодной водой для получения дистиллята

Уровень воды в бассейнах СВН и СО, и давление в их объеме измеряли прозрачным U-образным жидкостным манометром. Измерения плотности потока солнечного излучения, падающего на поверхности установок, выполнялись с помощью кремниевого пиранометра.

Это очень точный универсальный пиранометр SP-Lite, (производитель Kipp & Zonen). Учет выхода дистиллята в мл, устанавливали взвешиванием емкости на электронных весах каждые 12 ч. На температурный режим установок, оказывают влияние условия вхождения солнечной радиации на их поверхность. В этой связи, установки размещены на открытой площадке, с отсутствием затенения, и ориентированы длинной осью на юг-север (рисунок 65).

Координаты площадки составляют 43°49'6.26" с.ш, 51°1'51.45" в.д. (43°49'N 51°1'E).



Рисунок 65 – Фотоизображение экспериментальных установок СВН и СО

4.3 Исследование и анализ тепловых процессов установок ГС

Одним из распространенных методов использования солнечной энергии в процессах разогрева и опреснения морской воды является прямой или пассивный нагрев приемников теплоты, предназначенных для поглощения и преобразования энергии Солнца в тепловую.

Укрытие бассейнов установок, стеклом и образование воздушной прослойки, создает систему, массообменные процессы в которой происходят в объеме установок.

Проходящая через стекло теплота солнечной радиации аккумулируется поверхностью теплоприемника (бассейна) и нагревает морскую воду. Энергия, образующаяся в процессе конденсации влаги на внутренних поверхностях, стекла в СВН, и верхнего охлаждающего бассейна-2 в СО, также участвует в нагреве воды. Совместный перенос теплоты, в объеме солнечных установок, за счет конвекции и теплопроводности определяет конвективный теплообмен в целом. В работе [156], Dunkle (1961), приводит эмпирическое выражение, для вычисления коэффициента теплоотдачи конвекцией, широко используемое в расчетах.

Значения коэффициента C и показатель степени n , в уравнении для расчета критерия Нуссельта, рассчитаны по данным результатов экспериментов. Таким образом, теплообмен в объеме установок осуществляется в основном конвекцией, излучением, испарением [157].

4.4 Пассивный солнечный водонагреватель (СВН)

А. Конвективный теплообмен. В работе «мягкое стекло» покрытия, обозначили как «стекло» (glass), а абсорбер-лоток как бассейн (basin). СВН - пассивная установка. Процесс переноса теплоты в объеме СВН происходит путем естественной конвекции, из-за разности температур ΔT , воды и внутренней поверхности стекла. Тепловой поток, возникающий в результате конвективного теплообмена, между водой и нижней поверхностью 2-го слоя стекла найдем из уравнения, приведенного в работе [158]:

$$Q_{cw} = h_{c,w-g} \cdot A_b \cdot (T_w - T_{g,i2}) = h_{c,w-g} \cdot A_b \cdot \Delta T \quad (1)$$

где $h_{c,w-g}$ – коэффициент конвективного теплообмена, между водой и стеклом ($W/m^2 \cdot ^\circ C$);

ΔT – разница температур воды и внутренней поверхности стекла - движущая сила процесса теплообмена ($^\circ C$); A_b – площадь бассейна (m^2); T_w – температура воды; $T_{g,i2}$ – температура внутренней поверхности нижнего стекла (2-го слоя) ($^\circ C$).

Приведенные в расчетах числа Nu , Re , Gr и Pr , — это наиболее важные числа подобия применительно к конвективному теплообмену и определяемые методом теории подобия.

Число Нуссельта, вычислим по формуле, приведенной в работе [159] которая записана не через обычное число Грасгофа Gr , а через модифицированное число Грасгофа Gr^* что дает возможность пользоваться этой формулой для нашего случая:

$$Nu = \frac{(h_{c,w-g} \cdot X_v)}{K_v} = C(Gr^* \cdot Pr)^n \quad (2)$$

где X_v – средняя характерная для солнечных установок, высота от поверхности испарения до поверхности конденсации влаги, (расстояние между поверхностями воды и стекла (m)); K_v – теплопроводность водяного пара в объеме СВН (W/m°C); C и n – константы в формуле Нуссельта; Gr^* – модифицированное число Грасгофа; Pr – число Прандтля.

Коэффициент конвективного теплообмена между водой и стеклом, представим так:

$$h_{c,w-g} = \frac{K_v}{X_v} \cdot C(Gr^* \cdot Pr)^n \quad (3)$$

В формуле (2) число Прандтля учитывает влияние физических свойств воды и является безразмерным параметром. Dunkle в работе [156, p. 895] представил модифицированное число Грасгофа, теплообмена конвекцией для паровоздушной влажной среды, обеспечивающей массоперенос частиц с низкой молекулярной массой. Модифицированное число Грасгофа (Gr^*), и число Прандтля (Pr) найдем из формул (4) и (5), которые обобщены и предложены Dwivedi and Tiwari в работе [160]:

$$Gr^* = \frac{\beta g X_v^3 \rho_v^2 \Delta T}{\mu_v^2} \quad (4)$$

где β – коэффициент объемного расширения среды (1/K); μ_v – вязкость влажного воздуха.

Параметры в (4) методом математического моделирования измеряемых данных, а также исследования их свойств и связей (регрессионный анализ) определены в работе [161], Kumar and Tiwari (1996). Для выражения (3) C критериями Gr^* и Pr , Dunkle [156, p. 896] установил соотношение коэффициента конвективного теплообмена $h_{c,w-g}$ с разностью температур при испарении воды с конденсацией влаги на поверхности стекла.

$$h_{c,w-g} = 0.884 \cdot [\Delta T]^{\frac{1}{3}} \quad (5)$$

где P_w – парциальное давление паровоздушной смеси (N/m²); P_{gi} – парциальное давление паровоздушной среды на внутреннюю поверхность стекла покрытия (N/m²).

Коэффициент конвективного теплообмена покрытия из стекла с окружающей средой с учетом скорости ветра рассчитаем по формуле из работы Zurigat and Abu-Arabi [162]:

$$h_{c,g-a} = 2,8 + 3 \cdot V \quad (6)$$

Б. Радиационный теплообмен. В той связи, что покрытие из 2-х слоев стекла имеет небольшой уклон будем считать покрытие параллельным бассейну. Скорость лучистого теплообмена для поверхности воды в бассейне и нижнего стекла покрытия, определим по выражению полученному в [163]:

$$q_{r,w-g} = h_{r,w-g} (T_w - T_{g,i2}), \quad (7)$$

где $h_{r,w-g}$ – коэффициент радиационного теплообмена между водой и стеклом (W/m²°C); $T_{g,i2}$ – температура внутренней поверхности стекла прозрачного покрытия (°C).

Тепловой поток, уходящий в окружающую среду, через покрытие из 2-х слоев стекла, с воздушной прослойкой, при радиационном теплообмене вычислим по формуле:

$$q_{r,w-g} = \varepsilon_g \cdot \sigma \cdot (T_{g,1-2(mean)}^4 - T_{sky}^4), \quad (8)$$

где ε_g – излучательная способность стекла; σ – постоянная Стефана-Больцмана (W/(m²·K⁴); $T_{g,1-2(mean)}$ – средняя температура стекол (°C); T_{sky} – температура небосвода (°C).

Коэффициент лучистого теплообмена между поверхностями воды и светопрозрачного покрытия, можно описать выражением в приведенном в работе Sharma and Mallick [164]:

$$h_{r,w-g} = \varepsilon_{eff} \cdot \sigma \left[(T_w + 273,15)^2 + (T_{g,i2} + 273,15)^2 \right] \cdot [T_w + T_{g,i2} + 546,3] \quad (9)$$

где σ – постоянная Стефана-Больцмана ($5,669 \times 10^{-8}$) (W/(m²·K⁴); ε_w и ε_g излучательная способность воды и стекла со значениями 0,96 и 0,91 соответственно, а также T_w и $T_{g,i2}$ – температура воды и внутренней поверхности 2-го (нижнего) слоя стекла (°C).

В. Теплообмен за счет испарения. В объеме гелиотехнических устройств укрытых светопрозрачными покрытиями, имеет место тепло- и массообмен,

осложненный фазовыми превращениями на поверхности морской воды и внутренней поверхности стекла покрытия.

Теплообмен, между водой в бассейне и стеклом, при испарении воды и конденсации ее на внутренней поверхности покрытия рассчитаем по формуле в работе [158, p. 237]:

$$q_{e.w-g} = h_{e.w-g} (T_w - T_{g,i}), \quad (10)$$

Коэффициент переноса теплоты от воды к стеклу, $h_{e.w-g}$, (W/m²°C), можно вычислить по формуле в работах [158, p. 898; 163, p. 105], при моделировании теплообмена за счет испарения:

$$h_{e.w-g} = 16,273 \cdot 10^{-3} h_{c.w-g} \frac{P_w - P_{gi}}{T_w - T_{gi}}. \quad (11)$$

Malik et al., [165] выполнили корреляцию числа Льюиса (Lewis), которое характеризует соотношение переноса теплоты теплопроводностью, и представили в виде:

$$h_{e.w-g} = 0,013 \cdot h_{c.w-g} \quad (12)$$

Для определения коэффициента переноса теплоты, Kumar and Tiwari [166] разработали модель с учетом диапазона температур воды, стекла и расположения прозрачного покрытия относительно бассейна с водой, которой мы воспользуемся. В выражении (19) константы C и n , определены экспериментальным путем:

$$h_{e.w-g} = 16.273 \cdot 10^{-3} \frac{K_v}{X_v} \cdot C (Gr \cdot Pr)^n \cdot \frac{P_w - P_{gi}}{T_w - T_{gi}} \quad (13)$$

4.5 Активный солнечный опреснитель (СО)

А. Температурный режим покрытия из 2-х слоев стекла.

Опреснение воды в СО, достигается за счет омывания холодной водой поверхности бассейна-2, под которым размещен бассейн-1 для горячей воды. В СО, сила излучения проникает только к бассейну-2 и к воде на его поверхности, при этом к бассейну-1, лучистая энергия не проходит. Температурный режим в объеме СО, будет определяться количеством поглощенного излучения и величиной теплопотерь в окружающую среду. Уравнение теплового баланса представим в виде модели Dwivedi and Tiwari [167]:

$$\alpha_g I_s + h_{1w-g} (T_w - T_{gi}) - U_a T_{g(mean)} = h_{g-a} (T_{g(mean)} - T_a) \quad (14)$$

где α_g - поглощательная способность стекла; I_s - сила излучения (W/m^2); h_{1w-g} - общий коэффициент передачи теплоты от воды к стеклу покрытия ($W/m^2\text{°C}$); T_w, T_{gi} - температура воды и внутренней поверхности стекла покрытия ($^{\circ}C$); U_a - общий коэффициент тепловых потерь в ОС от покрытия ($W/m^2\text{°C}$); $T_{g(mean)}$ - температура воздушной прослойки (средняя температура 2-х стекол покрытия) ($^{\circ}C$); h_{g-a} - коэффициент теплообмена стекол покрытия с ОС; T_a - температура окружающей среды.

Общий коэффициент переноса теплоты определим из выражения:

$$h_{1w-g} = h_{cw-g} + h_{rw-g} + h_{ew-g} \quad (15)$$

Коэффициенты теплообмена между водой и стеклом: h_{cw-g} , h_{rw-g} и h_{ew-g} приведены в выражениях (3), (9) и (11) соответственно.

Б. Тепловой баланс процесса испарения и конденсации.

Конденсация влаги на нижней поверхности бассейна-2, приводит к нагреванию ее, при этом вода в бассейне-1 охлаждается. То есть имеют место теплотери нагретой воды. В таком случае масса выхода конденсата, определяется, полезной энергией, переданной от СВН в виде нагретой воды, количеством теплоты от этой воды и тепловыми потерями нагретой воды при охлаждении и через дно бассейна-1 в окружающую среду [168]:

$$M_w C_w \frac{dT_w}{dt} = Q_{uw(SWH)} + Q_{w(b.1)} + U_{tw(b.1)-(b.2)} + U_{(b.1)-a} \quad (16)$$

где M_w - масса выхода конденсата (ml); C_w - удельная теплоемкость воды ($J/kg\text{°C}$); $Q_{w(b.1)}$ - количество теплоты переданное нагретой водой из бассейна-1 ($W/m^2\text{°C}$); $Q_{uw(SWH)}$ - полезная тепловая энергия от СВН в виде нагретой воды; $U_{tw(b.1)-(b.2)}$ - коэффициент тепловых потерь с поверхности воды в бассейне-1, при охлаждении бассейна-2; $U_{(b.1)-a}$ - коэффициент теплотерь бассейна-1 через его дно.

Полезную теплоту СВН, определим по формуле:

$$Q_{uw(SWH)} = F_R [(\alpha\tau)I_s(t)] - U_{L(SWH)} \cdot A_{SWH} \cdot (T_w - T_a) \quad (17)$$

где F_R - коэффициент отвода теплоты от СВН в виде нагретой воды; $(\alpha\tau)$ - эффективная поглощательная способность; A_{SWH} - площадь облучаемой поверхности теплоприемника.

Количество теплоты ($Q_{w(b.1)}$), отданное водой из бассейна-1 выразим в виде:

$$Q_{w(b.1)} = U_{tw(b.1)-(b.2)} \cdot h_{w(b.1)} \cdot A_{b.1} \cdot (T_{b.1} - T_{w(b.1)}) \quad (18)$$

где $U_{tw(b.1)-b.2}$ – тепловые потери в момент времени (t), в виде теплоты переданной горячей водой к охлажденному бассейну-2 ($W/m^2\text{°C}$).

Коэффициент тепловых потерь $U_{tw(b.1)-b.2}$ воды бассейна-1, в момент времени, то есть количество теплоты воспринятое пластиной бассейна-2 (при омывании холодной водой), с учетом толщины $L_{b.2}$, и теплопроводности $K_{b.2}$, и тепловые потери через дно бассейна-1 определим по формулам (19) и (20) из работ [169-171]:

$$U_{tw(b.1)-b.2} = \frac{h_{t,w(b.1)-b.2} \times \left(\frac{K_{b.2}}{L_{b.2}} \right)}{h_{t,w(b.1)-b.2} + \left(\frac{K_{b.2}}{L_{b.2}} \right)}, \quad (19)$$

$$U_{(b.1)-a} = \frac{h_w h_{b.1}}{h_w + h_{b.1}} \quad (20)$$

Решая приведенные выше уравнения, определяли температуру воды в бассейне-1:

$$T_w = \frac{\overline{f^*(t)}}{a} [1 - e^{-a\Delta t}] + T_{w(t=0)} e^{-a\Delta t} \quad (21)$$

Почасовой выход конденсата, можно найти из выражения в работе [18]:

$$m_{ew} = \frac{h_{ew}(T_w - T_a)}{L} \cdot 3600 \cdot A_{ss} \quad (22)$$

где L – скрытая теплота испарения. Для морской воды нагретой до температуры более 70°C : $L = 3,1615 \cdot 10^6 [1 - 7,6160 \cdot 10^{-4} T_{\text{в}}]$ и меньше 70°C $L = 2,4935 \cdot 10^6 [1 - 9,4779 \cdot 10^{-4} T_{\text{в}} + 1,3132 \cdot 10^{-7} T_{\text{в}}^2 - 4,7974 \cdot 10^{-9} T_{\text{в}}^3]$. A_{ss} – площадь бассейна-1 СО (m^2).

Экспериментальные исследования температурного режима и производительности солнечных установок СВН и СО, проводились 20,21 и 22 июля 2019 г, в пригородной зоне г. Актау РК (координаты экспериментальной площадки $43^\circ 49' 6.26''$ с.ш, $51^\circ 1' 51.45''$ в.д.).

Условия погоды этих дней следующие. 20.07.2019 г. (давление 759 мм.рт. ст, ветер 4,2 м/с, и 34% влажность воздуха). 21.07.2019 г. (давление 760 мм.рт. ст, ветер 3,2 м/с, влажность 37%) и 22. 07.2019 г. (давление 757 мм.рт. ст, ветер 4,5 м/с, влажность 38%).

В таблице 20, приведены теплотехнические параметры воды и элементов установок.

Таблица 20 – Физико-технические характеристики элементов установок и воды

Теплотехнические параметры	Символы	Вода	Бассейн-1 (СВН, СО)	Бассейн-2 (СО)	Стекло
Поглощательная способность	α	0,05	0,93	0,93	0,03
Коэффициент пропускания	τ	0,93	-	-	0,9
Излучательная способность	ε	0,96	-	-	0,94
Удельная теплоемкость	C_p (J/kg K)	4187	500	500	630

А. Пассивная установка СВН. Динамика изменения температуры стекла покрытия, воздуха в объеме установки, воды и абсорбера-бассейна, под воздействием энергии Солнца и температуры наружного воздуха представлена на рисунке 66. Пик излучения наблюдался в полдень (850 W/m^2 , 845 W/m^2 и 850 W/m^2 , для 3-х дней соответственно. Максимум тепла наружного воздуха (41°C , 40°C и 42°C) для этих дней зафиксирован в 15.00 часов. Именно в этот промежуток времени отмечался максимум нагрева воды (70°C) и бассейна (76°C). Температура стекла над бассейном составила 69°C , так как использование покрытия из 2-х слоев стекла с воздушным зазором существенно снижает тепловые потери. Так, воздушная прослойка, позволила в ночное время суток поддерживать температуру воды свыше 40°C , до 23 часов 20.07.2019 г. и до 01 часа 22.07.2019 г. Аккумуляция теплоты, за счет снижения потерь тепла в первый день обеспечила интенсификацию нагрева воды в последующие дни. Минимальное расстояние между стеклом и бассейном (3,5 см) уровень воды (3,5 см), материал и форма бассейна в СВН, позволили обеспечить эффективность нагрева воды. Уровень воды (3,5 см) в каналах был ниже полок бассейна высотой (4,4 см) (рисунок 66), что обеспечивало вхождение солнечной радиации на поверхность полок.

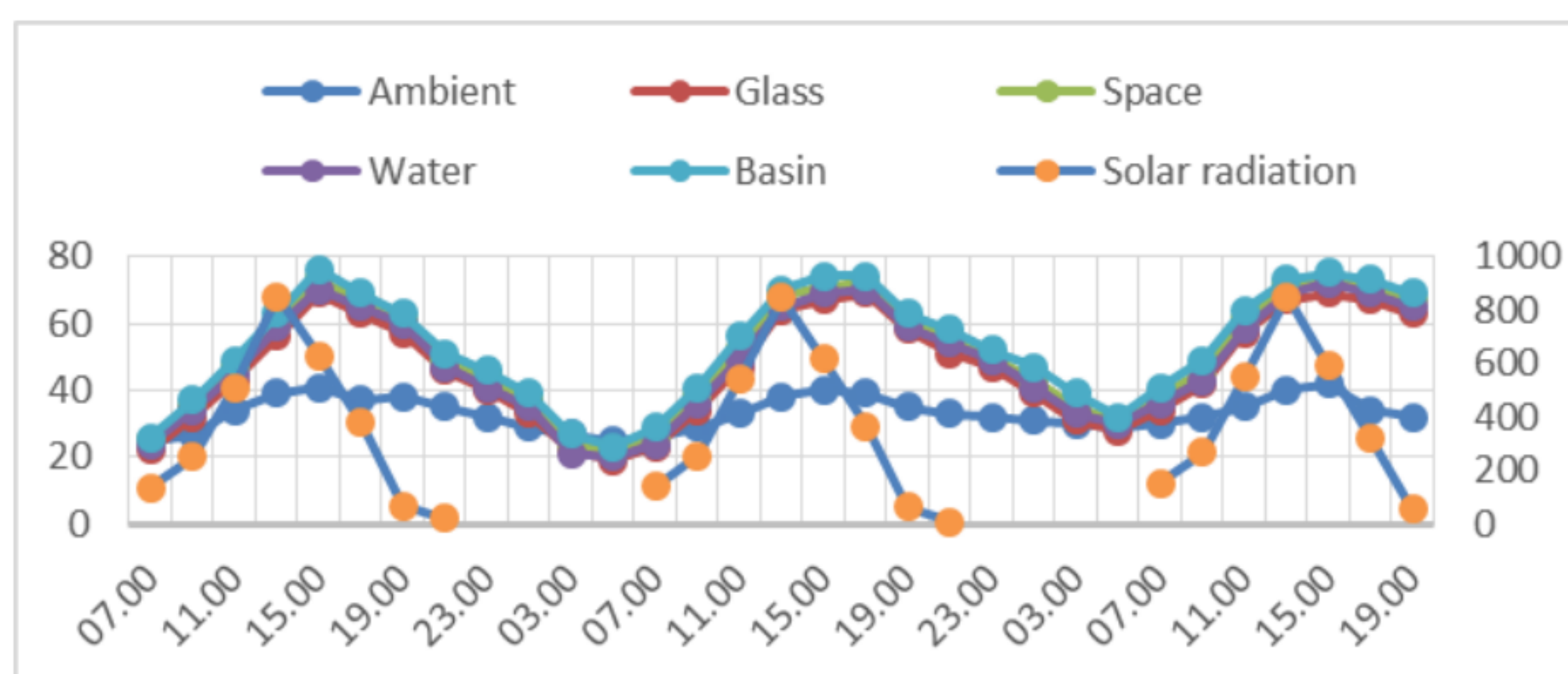


Рисунок 66 – Динамика изменения температурного режима в объеме солнечного водонагревателя СВН (20,21 и 22 июля 2019 г)

Так, 25% поверхности бассейна нагревались одновременно с водой. Известно, что высокую температуру нагрева воды обеспечивает наличие тепловоспринимающей поверхности [172].

Результаты исследований СВН, с бассейном из трапецевидного гофра, согласуются с выводами в работе Montazeri et al, [173], в которой обоснована эффективность нового типа абсорбера, подобного предложенному нами в работе.

Б. Активная установка СО. Известно, что чем выше температура воды, тем больше будет скорость движения частиц и их энергия, и тем большее количество быстрых молекул покидает поверхность воды в единицу времени [174]. При испарении ее молекулы образуют водяной пар, который смешивается с воздухом. Цель эксперимента - достижение температуры конденсации, при которой водяной пар воды бассейна-1, при его охлаждении станет насыщенным и начнет конденсироваться на поверхности бассейна-2, в виде капель.

В экспериментах при охлаждении воды нагретой до 50-55°C, выход дистиллята был минимален, при температуре воды 60°C и более, производительность увеличилась на 25%.

На рисунке 66 показаны результаты (20,21 и 22 июля 2019 г) по опреснению морской воды с температурой 60°C-72°C. Снижение температуры, с использованием холодной воды увеличивает скорость конденсации, повышает степень производительности опреснителя. Опреснение морской воды в СО, осуществляется только при поступлении в бассейн-1 воды, отводимой из СВН. Поэтому при отсутствии воды в бассейнах, излучение, проходящее через покрытие из стекол, нагревает бассейн-2 и теплота от него передается на поверхность бассейна-1. Для осуществления процесса опреснения воды в бассейн-1 из СВН подается нагретая морская вода, а на поверхность бассейна-2 холодная. 20.07.2019 г, в 13.00 ч, при нагреве воды в СВН до 60°C, выполнен отвод ее в СО, в бассейн-1, в это время поверхность бассейна-2 подали воду с температурой 10°C. При этом температура водяного пара между бассейнами 1 и 2, с 60°C понизилась до 50°C и достигла насыщения. Таким образом 50°C и есть температура точки росы, при которой влага конденсировалась на нижней поверхности бассейна-2. В течение 30 мин (13.30). выход дистиллята составил 0,86 л/м² или 0,43 л/м²час.

При испарении воды охлаждением в (13.30 ч), температура бассейна-1, понизилась до 52°C, и для дистилляции необходимо было повысить ее на несколько градусов. Как уже отмечалось, теплота к бассейну-1, поступала от нагретого Солнцем бассейна-2. Вместе с этим теплота, выделенная при конденсации влаги на нижней поверхности бассейна-2, тоже участвует в разогреве бассейна-1. В результате нагрева (за счет теплоты от бассейна-2 и теплоты конденсации) к 15.00 ч, температура бассейна составила 72°C. Это объясняется тем, что если нагретую воду из СВН подать после испарения, при температуре бассейна-1 в 52°C приведет к понижению ее на 8°C. В 15.00 ч, при

охлаждении воды с температурой (70°C) производительность СО повысилась до 0,51 л/м² с температурой конденсации 50°C.

20.07.2019 г., суточная производительность составила 1,97 л/м²день, а также 1,83 и 2,31 л/м²день 21 и 22 июля 2019 г. соответственно. В целом 20 и 21 получилось по 4 этапа дистилляции морской воды (13.30-19.30 ч), а 22 июля уже 5 (пять) (11.30-19.30 ч) (рисунок 67).

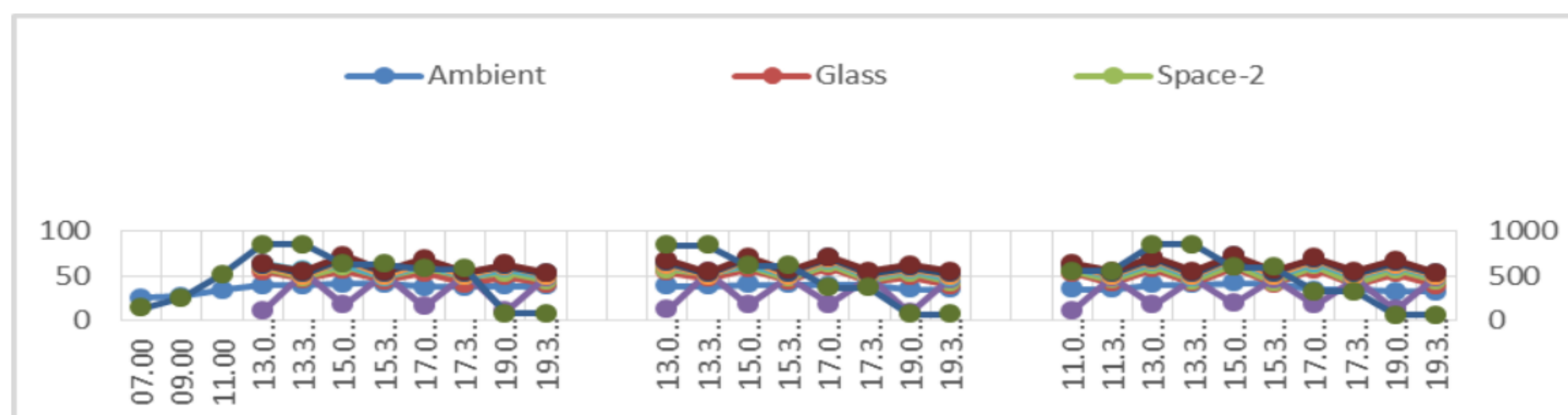


Рисунок 67 – Динамика изменения температурного режима в объеме солнечного опреснителя СО (20,21 и 22 июля 2019 г)

При свободном движении (естественной конвекции), паровоздушной среды, в объеме между бассейнами (ограниченное пространство), количество тепла, передаваемое только за счет конвекции ϵ_k зависит от произведения $Gr \cdot Pr$. При $Gr \cdot Pr > 10^3$, этот безразмерный коэффициент конвекции в виде зависимости $\epsilon_k = 0.18 (Gr \cdot Pr)^{0.25}$, можно применять для приближенных расчетов. В расчетах за определяющий размер приняли толщину прослойки между бассейнами, за определяющую температуру, среднюю температуру в этом объеме.

Коэффициенты теплопереноса при конвекции, излучении и за счет испарения, являются важными параметрами для условий свободного тепло- и массообмена в объеме установок. В установках большей частью происходит конвективный теплоперенос, который зависит от свойств среды, начальной скорости ее молекул и источника тепла. Теплоперенос в СВН – между поверхностью воды и паровоздушной средой над бассейном. В СО, между бассейном-2 и нагретым воздухом над ним. Массообмен в СО осуществляется между нижним бассейном-1 и верхним бассейном-2, при охлаждении верхнего. Значения этих коэффициентов для СВН и СО приведены в таблице 21. Так как, при расчетах коэффициенты теплопереноса между бассейном и стеклом в СВН, и между бассейном-2 и стеклом в СО, оказались практически одинаковыми, эти значения для СО не приводятся. Также, как было отмечено выше, солнечное излучение на поверхность бассейна-1 не поступает, поэтому в таблице показаны только значения коэффициентов теплопереноса конвекцией, и за счет испарения. Максимальные значения коэффициентов переноса теплоты конвекцией, за счет испарения и излучением, получены для времени между 13.30 ч., далее, по мере снижения интенсивности силы излучения, показатели уменьшались до низких значений.

Таблица 21 – Значения коэффициентов теплопереноса для СВН и СО

Время (ч)	Солнечный водонагреватель СВН и СО (между стеклом покрытия и бассейном)			Солнечный опреснитель СО (между бассейнами 1 и 2)	
	$h_{c.w-g}$	$h_{s.w-g}$	$h_{r.w-g}$	$h_{c.w(b.1)-b.2}$	$h_{s.w(b.1)-b.2}$
7.00	0.691	1.497	4.846	0.620	-
9.00	0.993	3.973	5.392	0.892	-
11.00	1.440	11.869	6.174	1.107	-
13.00	1.974	23.628	6.758	1.841	-
13.30	2.118	25.013	6.860	2.376	47.013
15.00	2.083	23.754	6.803	1.968	-
15.30	2.014	21.611	6.671	2.583	53.106
17.00	1.981	18.136	6.244	1.854	-
17.30	1.902	16.013	6.087	2.288	48.517
19.00	1.637	11.161	4.603	1.727	-
19.30	1.594	8.272	3.496	2.109	46.273
21.00	1.271	6.527	0.803	1.206	-
23.00	0.972	3.462	-	0.841	-

Общий коэффициент теплопереноса в объеме установок, определен формулой (14).

На основании экспериментальных исследований, сделаны следующие выводы:

1. Данные экспериментов и наблюдений хорошо согласуются с результатами расчетов.

2. Объединение установок, в единую гелиосистему, способствует увеличению выхода дистиллята в СО, за счет дополнительной энергии в виде нагретой подаваемой из СВН.

3. Процесс дистилляции в СО, при омывания холодной водой поверхности бассейна-2, размещенного над бассейном-1 с водой, нагретой в СВН, не требует высоких температур, кроме этого, теплота конденсации влаги участвует в последующем нагреве бассейна-1.

4. Снижение температуры в объеме СО, с использованием холодной воды увеличивает скорость конденсации, повышает степень производительности опреснителя.

5. Прямому воздействию лучистой энергии, через прозрачное покрытие подвергаются и полки бассейнов, так как уровень воды, ниже их, что обеспечивает нагрев 25% поверхности.

6. Анализ полученных результатов показал, что использование двухслойного покрытия обеспечивает более стабильный температурный режим в объеме солнечных установок, а также снижает влияние при изменении температуры окружающей среды.

7. Высокая производительность в опреснителя, была обеспечена, при толщине пленки холодной воды $2,5 \cdot 10^{-4}$ м, горячей воды. $3,5 \cdot 10^{-4}$ и расходе воды $1,5 \cdot 10^{-7}$ м³/с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Морская часть. В период с 27 по 29 июля 2019 г. выполнены комплексные океанологические исследования в Среднем Каспии от г. Актау до м. Песчаный.

В результате натурных наблюдений, были получены новые сведения об пространственных распределениях гидрофизических параметров морских вод.

Первичная обработка результатов, полученных данных дает возможность оценить влияние ветрового апвеллинга на структуру вод на шельфе, а также и изменчивость морских течений в синоптических временных масштабах.

Наиболее интенсивный подъем температуры, или самая короткая изотерма на профилографе зафиксирована у мыса Саржа, в южной части м. Песчаный.

На глубине 5,6 м. температура составляла ($t = 12,0^{\circ}\text{C}$), а выше на глубине 4,4 м. ($t = 12,0^{\circ}\text{C}$), в слое 3,6 м. ($t = 14,0^{\circ}\text{C}$) и слое 0,7 м. ($t = 14,8^{\circ}\text{C}$).

Полученные данные свидетельствуют о развитии, противоположных по направлению потоков, по-видимому, разграниченных мысом Песчаный.

Максимум солености, зафиксирован на станции в районе солончаков в приповерхностном слое, что совпадает с пиком мутности, на профилограмме.

В толще вод, прослеживались локальные максимумы солености, за счет превышения на 0,2-0,3 ЕПС относительно придонного и поверхностного слоев.

Содержание хлорофилла у приповерхностного слоя - $0,5 \text{ мг/м}^3$, в среднем слое $1,0\text{-}1,5 \text{ мг/м}^3$, и $2,0 \text{ мг/м}^3$ на морском дне. Средневзвешенное содержание хлорофилла в слое 0-15 м, составляет - $1,18 \text{ мг/м}^3$, что согласуется с данными полученными при наиболее подробных исследованиях в 1976 г.

Район между станциями, соответствующий положению оконечности мыса Песчаный, характеризовался повышенной мутностью вод по всей толще.

Структуру вод на разрезе можно условно разделить на две части.

Для 1-й части: к северу от мыса Песчаный характерны наиболее высокие значения температуры вод и равномерное вертикальное распределение изотерм.

Для 2-й части: к востоку от мыса. Песчаный были характерны более низкие температуры во всей водной толще, сгущение изотерм в термоклине и поднятие придонной воды до горизонта 5 м в районе самого мыса и мыса Саржа.

По-видимому, эти особенности структуры вод определялись действием апвеллинга, ярко выраженным в районе мыса. Это может свидетельствовать о процессах апвеллинга, что согласуется с данными STD-профилирования.

По большей части акватории в районе работ содержание гидрохимических параметров соответствовало средним климатическим нормам для средней части Каспийского моря, что согласуется с результатами предыдущих работ.

Использование композитных карт Земли в истинных цветах MODIS-Terra, подтвердило предположения о возможном наличии апвеллинга у м. Песчаный.

Прибрежная зона м. Песчаный. Результаты анализа физико-химических свойств почв в прибрежной зоне м. Песчаный показали, что они характеризуются низким содержанием органического вещества, высоким содержанием обменного кальция, засолением и слабой устойчивостью к антропогенным воздействиям.

Результаты анализа суммарного загрязнения почв (СПЗ), с использованием нескольких формул, показали, что превышение этого значения, по шкале Саета, наблюдается в районе ПК «Курык» $Z_{СТ} = 16,5$ категория «умеренно-опасная».

Критерий Краскела-Уоллиса статистически значим для металлоида As и (ТМ) Cr и Cd (1-й класс опасности) и Cu Co (2-й класс опасности) ($p < 0,05$).

На диаграмме, размаха химических элементов вариации, менее 1, только для Cr^{6+} , что объясняется тем, что он легко мобилизуется в щелочных почвах.

Для сравнительного анализа состояния почв, были использованы снимки среднего разрешения, по данным спутников Landsat 7 T1и 8 T1,2; Sentinel-2 L2A.

Для мониторинга почв, использован глубокий синий NIR, SWIR1(канал 1), разработанный для изучения водных ресурсов и прибрежной зоны водоемов.

Результаты изменений в области землепользования, в районе прибрежной зоны мыса Песчаный выполнены на основе данных спутников, с использованием сервисов Google Earth, SAS Planet и методов прямой и косвенной дешифровки.

Прерывистые полосы преимущественно на участках посевов помидоров указывают на тип засоления в связи с изменением химизма соленакпления.

Контуры с белой окраской - выцветы солей карбоната. Серым оттенком выделяются галофиты - солянка однолетняя, камфоросса Лессинга.

В исследуемой зоне доминирующими видами являются ксерогалофиты, которые относятся к жизненным формам полукустарничков, полукустарников, кустарничков, травянистых многолетников, а также и однолетников с коротким (эфемеры и эфемероиды) и длительным периодом вегетации.

Воздействие на растительность от нарушения земель можно оценить в пространственном масштабе как локальное, во временном масштабе - как многолетнее и по величине воздействия - как умеренное. В целом, состояние растительности на обследованных площадках неоднородное.

Результаты диссертации внедрены в учебный процесс, по дисциплинам бакалавриата «Экологическая безопасность Каспийского моря» и магистратуры «Адаптация биоты к действиям экологических факторов».

Разработанный опреснитель морской воды, не имеет мировых аналогов и подтвержден патентом Республики Казахстан № 33969 на изобретение Приложение А.

Гелиопреснитель прост в изготовлении, не требует особых затрат, имеет большую производительность 3,5-4,0 л. с 1 м² площади в час. При 100 м² выход конденсата за час составил 370 л. при температуре наружного воздуха 26-28°C.

Опытный образец внедрен в условиях нефтяного промысла Узень.

Все поставленные задачи решены в полном объеме и цель достигнута.

Также, полученные результаты, могут получить аналогичное практическое применение в районах Каспийского моря, с высокой интенсивностью временной изменчивости метеорологических условий в различных диапазонах масштабов (синоптическом, сезонном, межгодовом).

Результаты диссертации являются новыми и опубликованы впервые.

Результаты исследований, могут быть первыми шагами за последние годы по организации систематических региональных экологических исследований в морской части и прибрежной зоне в Казахстанском секторе Каспийского моря.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Николаева Р.В. Морфометрические характеристики Каспийского моря. Гидрология и гидрохимия. – М.: Наука, 1986. – С. 6-13.
- 2 Зонн И.С. Каспийское море: иллюзии и реальность. – М.: Издательство ТОО «Коркис», 1999. – 467 с.
- 3 Катунин Д.Н. Гидрологические и экологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте реки Волги. – Астрахань: КаспНИРХ, 2014. – 478 с.
- 4 Kosarev A.N. Physico-Geographical Conditions of the Caspian Sea // The Caspian Sea Environment / Eds. A.G. Kostianoy, A.N. Kosarev. – Hdb. Env. Chem.– Berlin, Heidelberg, New York: Springer–Verlag, 2005. - Vol.5. - Part P. - P.59–81.
- 5 Салманов М.А. Экология и биологическая продуктивность Каспийского моря. – Баку: полиграфическо-издательский центр «Исмаил», 1999. – 400 с.
- 6 Книпович Н.М. Гидрологические исследования в Каспийском море. – Труды Каспийской экспедиции 1914–1915 гг. – Петербург: Первая государственная типография, 1921. – Т. 1. – 943 с.
- 7 Syrlybekkyzy S., Suleimenova N.Sh., Kenzhetayev G.Z. 17-year periods of rising and falling water levels in the Kazakhstan section of the Caspian Sea // Journal scientific and applied research. - Bulgaria, 2014. - Vol. 6. - P. 60-76.
- 8 Каспийское море. Проект моря. Гидрометеорология и гидрохимия морей / под ред. Ф.С.Терзиева. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. – Т. VI. - Вып. 1. – 361 с.
- 9 Зонн И.С., Костяной А.Г., Косарев А.Н., Жильцов С.С. Каспийское море Энциклопедия. – М.: Восточная книга, 2013. – 558 с.
- 10 Тужилкин В.С. Сезонная и многолетняя изменчивость термохалинной структуры вод Черного и Каспийского морей и процессы ее формирования: автореф. ... д.г.н.: 25.00.28 – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2008. – 46 с.
- 11 Косарев А.Н., Архипкин В.С. Водные массы // Гидрометеорология и гидрохимия морей. – 1992. – Т. 6. – С. 117–124.
- 12 Атлас Мангистауской области. – Алматы, 2010. – 219 с.
- 13 Леонтьев О.К., Мякокин В.С., Никифоров Л.Г. Об унаследованности береговых процессов на восточном побережье Каспия за четвертичный период // Труды «КЮТЭ» – М., 1960. – № 5. – С.17-23.
- 14 Кленова М.В., Соловьев В. Ф., Алексина И.А., Вихренко Н.М., Кулакова Л.С, Маев Е.Г., Рихтер В.Г., Скорнякова Н.С. Геологическое строение подводного склона Каспийского моря. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 637 с.
- 15 Рихтер В.Г., Самсонов С.К. К последним страницам геологической истории Каспия // Серия географическая. – М., 1961. – № 6. – С. 86-95.
- 16 Леонтьев О.К., Халилов А.И. Природные условия формирования берегов Каспийского моря. – Баку: Изд-во Акад. наук АзССР, 1965. – 214 с.
- 17 Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 192 с.

18 Леонтьев О.К., Андреев В.В., Безруков А.А., Мысливец В.И. Новые данные по геоморфологии подводного берегового склона района мыса Токмак и косы Кендерли // Комплексные исследования Каспийского моря. – М., 1976. – Вып. 5. – С. 71-83.

19 Шолохов В.В. О происхождении бессточных впадин Южного Мангышлака // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. – 2006. – Т. 81, № 5. – С. 57.

20 Шарков А.А. О генезисе бессточной впадины Карагие Южного Мангышлака // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. – 2008. – Т. 83, № 2. – С. 26–39.

21 Тужилкин В.С., Косарев А.Н., Трухчев Д.И., Иванова Д.П. Сезонные особенности общей циркуляции вод глубоководной части Каспийского моря // Метеорология и гидрология. – 1997. – № 1. – С. 91–99.

22 Лаврова О.Ю., Костяной А.Г., Лебедев С.А., Митягина М.И., Гинзбург А.И., Шеремет Н.А. Комплексный спутниковый мониторинг морей России. – М.: ИКИ РАН, 2011. – 480 с.

23 Гинзбург А.И., Костяной А.Г. Фронтальная зона апвеллинга у восточного побережья Каспийского моря (спутниковые наблюдения) // Исследование Земли из космоса. – 2006. – №4. – С. 3-12.

24 Лосев В.М., Костяной А.Г. Гидродинамическая конечно-разностная модель регионального прогноза на ЭВМ CRAY // Труды Гидрометцентра России. – 2000. – Вып. 334. – С. 69–90.

25 О состоянии экологической обстановки в Мангистауской области и источниках его загрязнения. Управление природных ресурсов и регулирования природопользования Мангистауской области (УПРиРП). – Актау, 2010. – 62 с.

26 Государственный экологический мониторинг на шельфе и прибрежной зоне Каспийского моря с применением технологий аэрокосмического дистанционного зондирования: финальный отчет / ТОО «Казахстанское Агентство Прикладной Экологии». - Алматы, 2008. – 247 с.

27 Государственный экологический мониторинг на шельфе и прибрежной зоне Каспийского моря с применением технологий аэрокосмического дистанционного зондирования: финальный отчет / ТОО «Казахстанское Агентство Прикладной Экологии». - Алматы, 2009. – 321 с.

28 Государственный экологический мониторинг на шельфе и прибрежной зоне Каспийского моря с применением технологий аэрокосмического дистанционного зондирования: финальный отчет / ТОО «Казахстанское Агентство Прикладной Экологии». - Алматы, 2010. – 524 с.

29 ГОСТ 17.1.5.05 – 85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 12 с.

30 ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – введ. 2001-07-01 до 2015-15-02. – М.: Стандартиформ, 2008. – 36 с.

31 ГОСТ Р 8.589-2001. Контроль загрязнения окружающей природной среды. Метрологическое обеспечение. Основные положения. – 2002-05-31. – М.: Стандартиформ, 2008. – 6 с.

32 ГОСТ 17.1.5.04–81. Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. – введ. 1984-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 7 с.

33 Байдин С.С., Косарев А.Н. Каспийское море. Гидрология и гидрохимия. – М.: Наука, 1986. – 262 с.

34 Кныш В.В., Ибраев Р.А., Коротаев Г.К., Инютина Н.В. Сезонная изменчивость климатических течений Каспийского моря, восстановленная ассимиляцией климатической температуры и солености в модели циркуляции вод // Изв. РАН. ФАО. – 2008. – Т. 44. – № 2. – С. 251–265

35 Каспийское море. Проект моря. Гидрометеорология и гидрохимия морей / под ред. Ф.С.Терзиева. – СПб.: Гидрометеоздат, 1996. – Т. VI. - Вып. 2. – 324 с.

36 Комплексное изучение современного состояния и пространственно-временных изменений гидрологического, гидрохимического и биологического режимов Черного, Азовского и Каспийского морей, включая прибрежную и шельфовую зону: отчет о НИР / ГОИН. - М., 2002, - 152 с.

37 Лебедев С.А., Костяной А.Г. Спутниковая альтиметрия Каспийского моря. – М.: Море, 2005. – 366 с.

38 Афонин С.В., Белов Н.В., Энгель М.В. и др. Анализ региональных спутниковых данных MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2005. – Т. 2, № 2. – С. 336–342.

39 Государственный экологический мониторинг на шельфе и прибрежной зоне Каспийского моря с применением технологий аэрокосмического дистанционного зондирования: финальный отчет / ТОО «Мекенсак». – Алматы, 2010. - 256 с.

40 Предварительная оценка воздействия на окружающую среду к технико-экономическому обоснованию: «Промышленный Проект. Судостроительный и судоремонтный завод в п. Курык» / ТОО «Центр дистанционного зондирования и ГИС «Терра». - 2012. - 137 с.

41 Асанбаев И.К. Антропогенные изменения почв и их экологические последствия. – Алматы: Институт почвоведения, 1998. – 180 с.

42 Брушко З.К. Влияние антропогенных факторов на фауну наземных позвоночных // Редкие животные пустынь. – Алма-Ата, 1990. – С. 23-24.

43 Кенжетаев Г.Ж., Тлепиева Г.Ш., Джаналиева Н.Ш. Эффект «точки росы» для опреснения морской воды в условиях жаркого климата // Тенденции современной науки: материалы научно-практической конференции – Белгород, 2015. – С. 30-35.

44 Кенжетаев Г.Ж., Мауленбаева У.О. Способ очистки подземных вод в условиях жаркого климата // Высшая школа Казахстана. - 2016. - № 4. - С. 233-236.

- 45 Baum V.A. Technical characteristics of solar stills of the green housetype (in Russian) // In: Thermal Power Engineering, Utilization of Solar Energy. – Academy of Science, USSR Moscow, 1960. – Vol. 2. – P. 122–132.
- 46 Baum V.A. Solar distillers // UN Conference on New Sources of Energy. – New York: United Nations, 1961. – P. 43.
- 47 Baum V.A., Bairamov R. Prospects of solar stills in Turkmenia // Sol. Energy. – 1966. – № 10 (1). – P. 38–40.
- 48 Sherwood T.K, Pigford R.L, Wilke C.H. Mass transfer. – New York: McGraw Hill, 1975. – 677 p.
- 49 Mousa A., Bassam A.K. Waterfilm cooling over the glass cover of a solar still including evaporation effects // Energy. – 1997. – № 22. – P. 43–48.
- 50 Tiwari G.N., Bapeshwara Rao. Transient performance of a single basin solar still with water flowing over the glass cover // Desalination. – 1984. – № 49. – P. 31–41.
- 51 Abu-Hijleh BAK. Enhanced solar still performance using waterfilm cooling of the glass cover // Desalination. – 1996. – № 107. – P. 235–44.
- 52 Somwanshi Aneesh, Tiwari Anil Kumar. Performance enhancement of a single basin solar still with flow of water from an air cooler on the cover // Desalination. – 2014. – № 352. – P. 92–102.
- 53 Lawrence S.A, Gupta S.P, Tiwari G.N. Effect of heat capacity on the performance of solar still with water flow over the glass cover // Energy Convers Manag. – 1990. – Vol. 30 (3). – P. 277–85.
- 54 Badran O.O. Experimental study of the enhancement parameters on a single slope solar still productivity // Desalination. – 2007. – № 209. – P. 136–43.
- 55 Tiwari G.N., Madhuri Garg H.P. Effect of water flow over the glass cover of a single basin solar still with an intermittent flow of waste hot water in the basin // Energy Convers Manag. – 1985. – № 25. – P. 315–22.
- 56 Abdullah A.S. Improving the performance of stepped solar still. Energy // Desalination. – 2013. – № 319. – P. 60–5.
- 57 El-Samadony YAF, Kabeel A.E. Theoretical estimation of the optimum glass cover water film cooling parameters combinations of a stepped solar still // Energy. – 2014. – № 68. – P. 744–750.
- 58 Отчет об экспедиции «Каспийское море-2019» РК, Актау, 26-29 апреля 2019 / Руководитель экспедиции Завьялов П.О - д.г.н, чл-корр ИО РАН. - М., 2019 - 58 с.
- 59 Маккавеев П.Н., Гордеев В.В., Завьялов П.О. и др. Гидрохимические и гиробиологические условия в нижнем течении р. Урал и приустьевой области в начале половодья // Метеорология и гидрология. – 2018. – № 10. – С. 108–116.
- 60 Sheremet V.A. SeaHorse Tilt Current Meter: Inexpensive Near-Bottom Current Measurements Based on Drag Principle with Coastal Applications // Eos Transactions American Geophysical Union. – 2010. – Vol. 91.- № 26. – P. 220–229.
- 61 Современные методы гидрохимических исследований океана / под. ред. О.К. Бордовского, В.Н. Иваненкова. – М.: ИО АН СССР, 1992. – 198 с.

- 62 Бруевич С.В. Щелочной резерв вод и грунтовых растворов морей и океанов // Труды ИО АН СССР. – М.: Наука, 1973. – Т. 63. – С. 18-56.
- 63 Павлова Г.Ю., Тищенко П.Я., Волкова Т.И. Интеркалибрация метода Бруевича для определения общей щелочности в морской воде // Океанология. – 2008. – Т.48, № 3. – С. 477-483.
- 64 Массовая концентрация фосфатов и полифосфатов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом. - РД 52.24.382 - 2006.
- 65 Millero F.J. Thermodynamics of the carbon dioxide system in oceans // *Geochim. et Cosmochim. Acta.* –1995. –Vol.59. - № 4. – P. 661-677.
- 66 Krammer K., H. Lange-Bertalot. *Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae.* – New York: Stuttgart, 1986. – 876 p.
- 67 Sims P.A., Carter J.R., Barber H.G., Hartley B. *An Atlas of British Diatoms.* – Bristol: Biopress Limited, 1996. – 601 p.
- 68 Witkowski A., Lange-Bertalot H., Metzeltin D. *Diatom Flora of Marine Coasts // Iconographia Diatomologica.* –2006. – № 7. – P. 925.
- 69 Коновалов Б. В и другие. Определение концентрации минеральной взвеси и взвешенного органического вещества по их спектральному поглощению // Океанология. – 2014. –Т.54, № 4. – С.1-9.
- 70 ГОСТ 17.1.04.02-90. Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла. – Введ. 1991-01-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 15 с.
- 71 «Современное состояние прибрежной полосы северо-восточного Каспия в границах Мангистауской области: Отчет / Заказчик: ТОО «КАПЭ». Исполнитель: КГУТИ им. Ш. Есенова по договору № 42/19 от 27.09.2019. - 137 с.
- 72 Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Байбейков Р.Ф. Практикум по почвоведению. – М.: Агроконсалт, 2002. – 280 с.
- 73 ГОСТ 17.4.3.01- 2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. – Взамен ГОСТ 17.4.3.01-83. - Введ. 2019-01-01. – М.: Стандартиформ, 2018. – 8 с.
- 74 ГОСТ 17.4.4.02-2017. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовка проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – Взамен ГОСТ 17.4.4.02-84. - Введ. 2019-01-01. – М.: Стандартиформ, 2018. – 10 с.
- 75 Мамонтов В.Г. Общее почвоведение. – М.: Колос С, 2006. - 456 с.
- 76 Методика измерений массовой доли ванадия, кадмия, кобальта, марганца, меди, мышьяка, никеля, ртути, свинца, хрома и цинка в пробах почв, грунтов, донных отложений, осадков сточных вод атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией с использованием атомно-абсорбционных спектрометров модификаций МГА-915, МГА-915М, МГА-915МД (М 03-07-2014) / ООО 'Люмэкс-маркетинг.
- 77 Сает Ю.Е. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
- 78 Побынов Б.Б. Валовый анализ почв и его толкование // Почвоведение. – 1948. – № 10. – С. 482-490.

79 Рачковская Е.И. и др. К вопросу о зональности растительного покрова пустынь Казахстана и Средней Азии // Ботанический журнал. – 1990. – Т.75, № 1. – С. 17-26.

80 Сафронова И.Н. Пустыни Мангышлака (очерк растительности). – СПб.: Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, 1996. – 211 с.

81 Трифонова Т.А., Мищенко Н.В., Краснощеков А.Н. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях. – М.: Академический проект, 2005. – 350 с.

82 Черепанов А.С. Вегетационные индексы / А.С. Черепанов // Геоматика. – 2011. – № 2. – С. 98-102.

83 Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере. – СПб: Питер: Для профессионалов, 2003. – 688 с.

84 Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Метеорологические наблюдения на станциях. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – Вып.3. – Ч.1. – 301 с.

85 Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Метеорологические наблюдения на станциях. Изменение № 1. – СПб.: Гидрометеиздат, 1997. – Вып. 3. – Ч. 1. – 53 с.

86 Бюллетень 2017. Ежегодный бюллетень мониторинга изменения и состояния климата Казахстана: – Астана, 2018. – 60 с.

87 Бюллетень 2018. Ежегодный бюллетень мониторинга изменения и состояния климата Казахстана: – Астана, 2019. – 54 с.

88 Бюллетень 2019. Ежегодный бюллетень мониторинга изменения и состояния климата Казахстана: – Астана, 2020. – 62 с.

89 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды казахстанской части Каспийского моря за 3 квартал 2019 г., Республиканское государственное предприятие «Казгидромет», Алматы, 2019 - 271 с.

90 Kalnay E., Kanamitsu M., Kistler R. et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project // American Meteorological Society. – 1996. – Vol.77. – P. 437-470.

91 Бухановский А.В., Лопатухин Л.И., Чернышева Е.С., Колесов А.М. Шторм на Черном море 11.11. 2007 г. и статистики экстремальных штормов моря // Известия русского географического общества. – 2009. – Вып. 2. – С. 71-84.

92 Лопатухин Л.И., Бухановский А.В., Дегтярев А.Б., Рожков В.А. Справочные данные по режиму ветра и волнения Баренцева, Охотского и Каспийского морей // Российский морской регистр судоходства. – СПб., 2003. – 213 с.

93 Архипкин В.С., Бондаренко А.Л., Ведев Д.Л., Косарев А.Н. Особенности циркуляции вод у восточного берега Среднего Каспия // Водные ресурсы. – 1992. – № 6. – С. 36–43.

94 Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Соловьев Д.М., Шеремет Н.А. Структура апвеллинга у западного побережья Среднего Каспия (по

спутниковым наблюдениям) // Исследование Земли из космоса. – 2005. – № 4. – С. 76-85.

95 Насынбаева А.С. Климатическая оценка рекреационных условий Казахстанского Прикаспия: автореф. ... канд. геогр. наук: 25.00.30. – Алматы, 2010. – 23 с.

96 Каспийский регион: изменения климата и эволюция природной среды // Вестник МГУ. - Серия 5. - География. – 2011. – № 2. – С. 1–112.

97 Бондаренко А. И. Сезонные изменения содержания хлорофилла «а» в Среднем Каспии в 1976 г // Океанология. - 1981 – Т.21, Вып 4. – С. 691–698.

98 Яицкая Н.А., Бердников С.В. Многолетняя динамика солености вод Каспийского моря в зависимости от положения уровня моря // Изучение и освоение морских и наземных экосистем в условиях арктического и аридного климата: материалы международной научной конференции. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. – С. 117-120.

99 Амбросимов А.К., Клювиткин А.А., Лисицын А.П. Сезонная изменчивость течений над Западным склоном котловины Среднего Каспия // Водные ресурсы. – 2018. – Т.45, № 5. – С. 494-504.

100 Lebedev S.A. Mean Sea Surface Model of the Caspian Sea Based on TOPEX/Poseidon and Jason-1 Satellite Altimetry Data // Geodesy for Planet Earth. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2012. – Vol. 136. – P. 833–841.

101 Серебренникова Е.А., Сапожников В.В., Духова Л.А. Особенности изменчивости гидрохимических условий в глубоководных котловинах Каспийского моря // Океанология. –2015. – Т. 55, № 2. – С.1–7.

102 Качество морских вод по гидрохимическим показателям: ежегодник / под ред. А. Н. Коршенко. – М.: Наука, 2015. – 156 с.

103 Качество морских вод по гидрохимическим показателям: ежегодник / под ред. А. Н. Коршенко. – М.: Наука, 2016. – 184 с.

104 Толкачев А.Я. 2013. Глобальная система наблюдений за океаном.

105 Фукс В.Р. О возможности оценки положения фронтальных зон в океане по данным спутниковых измерений // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. – Т. 2, № 1. – С. 29-34.

106 Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Костяной А.Г. Спутниковые методы выявления и мониторинга зон экологического риска морских акваторий. – М.: ИКИ РАН, 2016. – 334 с.

107 Chelton D.B., Ries J.C., Haines B.J., Fu L.-L., Callahan P.S. Satellite Altimetry. A Handbook of Techniques and Applications. – San Diego: Academic Press, 2001. – 131 p.

108 Barale V., Gower J.F.R., Alberotanza L. Oceanography from Space. – Heidelberg: Springer, 2010. — 378 p.

109 Brown M.E., Escobar V., Moran S., Entekhabi D., O'Neill P.E., Njoku E. G., Entin J.K. NASA's soil moisture active passive (SMAP) mission and opportunities for applications users // Bulletin of the American Meteorological Society. – 2013. – № 94. – P. 1125–1128.

110 Constable A.J. et al. Developing priority variables («Ecosystem Essential Ocean Variables» — e EOVs) for observing dynamics and change in Southern Ocean ecosystems // *Journal of Marine Systems*. – Vol. 161. – P. 26-41.

111 Feistel R., et al. Metrological challenges for measurements of key climatological observables: oceanic salinity and pH, and atmospheric humidity. Part 1: overview // *Metrologia*. – 2016. – Vol. 53, № 1. – P.1-11.

112 Лебедев С.А. Спутниковая альтиметрия Каспийского моря: дисс. ... д.ф.-м.н. наук: 25.00.29 / Российский государственный гидрометеорологический университет. – М., 2014. – 350 с.

113 Kostianoy A.G., Ginzburg A.I., Kopelevich O.V., Kudryavtsev V.N., Lavrova O. Yu., Lebedev S.A., Mitnik L.M., Mityagina M.I., Smirnov V.G., Stanichny S.V., Troitskaya Yu.I. Ocean Remote Sensing in Russia // *Comprehensive Remote Sensing*. – 2017. – Vol. 8. – P. 284-325.

114 Zavialov P.O., Grigorieva J.V., Moller O.O., Kostianoy A.G., Gregoire M. Continuity preserving modified maximum cross-correlation technique // *Journal of Geophysical Research* – 2002. – Vol.107, № C10. – P.1-10.

115 Kouraev A.V., Cretaux J.-F., Lebedev S.A., Kostianoy A.G., Ginzburg A.I., Sheremet N.A., Mamedov R., Zakharova E.A., Roblou L., Lyard F., Calmant S., Berge-Nguyen M. Satellite Altimetry Applications in the Caspian Sea // *Coastal Altimetry*. – Springer, Berlin, Heidelberg: 2011. – P. 331–366.

116 Республиканская газета Казправда. Официальный сайт Президента Республики Казахстан // <http://www.akorda.kz>. Strategy 2050 Обзорно-аналитический портал <http://strategy2050.kz>. 05.10.2018.

117 Syrlybekkyzy S., Kenzhetaev G., Suleimenova N., Permyakov V.N., Investigation into the physico-chemical properties of the Caspian Sea coastal area in Mangystau province // *Oriental journal of chemistry*. – 2014. – № 30. – 1631 p.

118 Кенжетаев Г.Ж., Джумашева К.А., Койбакова С.Е. Анализ результатов воздействия нефтедобывающих предприятий - промыслов на загрязнение почвы в прибрежной зоне Каспия // *Материалы международной научно-практической конференции «Инновационное развитие нефтегазового комплекса»* – Актау, 2013. – Ч. 2 - С. 412 - 416.

119 Кенжетаев Г.Ж., Сырлыбеккызы С. Исследование характеристики физико-химических свойств почв прибрежной зоны Каспийского моря в пределах Мангистауской области // *Journal scientific and applied research*. – Болгария, 2014. – № 6. – P. 1314-6289.

120 Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. Учебник. – М.: Логос, 2002. – 312 с.

121 Водяницкий Ю.Н. Об опасных тяжелых металлах/металлоидах в почвах // *Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева*. – 2011. – Вып. 68. – С. 56-82.

122 Богданов Н.А., Бармин А.Н. Анализ микроэлементного состава почво-грунта при диагностике изменчивости состояния урбанизированных территорий // *Проблемы региональной экологии*. – 2011. – № 4. – С. 76-81.

123 Водяницкий Ю.Н. Формулы оценки суммарного загрязнения почв тяжелыми металлами и металлоидами // Почвоведение. – 2010. – № 10. – С. 1276 -1280.

124 Богданов Н.А., Бармин А.Н., Иолин М.М. Анализ микроэлементного состава почв при диагностике изменчивости состояния урбанизированных территорий // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 4. – С. 76-81.

125 Алексинская Л.Н., Саэт Ю.Е., Янин Е.П. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения поверхностных водотоков химическими элементами. – М: Изд-во ИМГРЭ, 1982. – 73 с.

126 Angulo E. The Tomlinson pollution load index applied to heavy metal «Mussel-Watah» data: a useful index to assess coastal pollution // Sci. Tot. Environ. – 1996. – Vol. 187. – P. 19-56.

127 Vardy D.W. Assessment of Columbia River Sediment Toxicity to White Sturgeon: Concentrations of Metals in Sediment. Pore Water and Overlying Water // J. Environ. Anal.Toxicol. –2015. –Vol.5, № 2. – P. 1-13.

128 Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: Астрей, 1999. – С.768

129 Мачулина Н.Ю. Геохимия окружающей среды: учеб. пособие. – Ухта: УГТУ, 2015. – С.154

130 Теория и практика химического анализа почв/ под. ред. Л.А. Воробьевой. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.

131 Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. – М.: Издательство А и Б, 1997. — 296 с.

132 Рис У. Г. Основы дистанционного зондирования / пер. с англ. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.

133 Космоснимки // <http://www.kosmosnimki.ru>. 07.08.2018.

134 Сайт компании «ДАТА+» // www.dataplus.ru. 14.10.2018.

135 Xiong X., Chiang K., Esposito J. et al. MODIS on-orbit calibration and characterization // Metrologia. –2003. –№ 40. – P. 89-92.

136 Justice C.O., Townshend J. Special issue on the moderate resolution imaging spectroradiometer (MODIS): a new generation of land surface monitoring // Remote Sensing of Environment. – 2002. – № 83. – P.1-2.

137 Тесленок С.А., Тесленок К.С. Технологии ГИС и ДЗЗ в управлении ресурсами и природопользованием АПК // Проблемы и перспективы развития агропромышленного производства. – Пенза: РИО ПГСХА, 2014. – С. 166–181.

138 Ткачева А.Ю., Тесленок С.А. Анализ топографических карт сервисов SAS.Планета с целью их актуализации // Наука и образование XXI века: материалы XI международной научно-практической конференции. – Рязань: Современный технический университет, 2017 – С. 122-128.

139 Залибеков З.Г. Пространственная изменчивость почв и процессов засоления в прибрежной полосе Терско-Кумской низменности // Почвоведение. – 2010. – №4. – С. 422-434

- 140 Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского - университета, 2010. - С.148
- 141 Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. – М.: Техносфера, 2010. – 516 с.
- 142 Loyd C., Landsat 8 Sensors. - 2013. - P. 838-848.
- 143 Landsat Data Continuity Mission // Press Kit. - 2013. - P. 7-15.
- 144 Изображения Земли из Космоса: применение: научно-популярное издание. – М.: Инженерно-технологический центр «СканЭкс», 2005. – 100 с.
- 145 Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM / ETM+. // <http://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html>. 29.01.2020.
- 146 SENTINEL-2 BANDS // <https://eos.com/sentinel-2/>. 05.06.2019.
- 147 Лазарева В.Г., Нгуен Ван Зунг., и др. Эколого-исторические этапы формирования растительности прикаспийского региона РФ // Вестник института комплексных исследований аридных территорий. – 2019 –№ 1(38). – С. 37-42.
- 148 Kenzhetayev G., Syrlybekkyzy S., Shapalov Sh., Koibakova S. Ecological monitoring in coastal area of Caspian Sea using geoinformational technologies // Известия НАН РК. – 2019. - №1 (331). – С. 39-46.
- 149 Кенжетаев Г.Ж., Сырлыбеккызы С., Сулейменова Н.Ш., Нурбаева Ф.К. Исследование состояния растительности в прибрежной зоне Каспийского моря в районах размещения нефтяных промыслов // Материалы XLII международной научно-практической конференции «Инновации в науке». – Новосибирск, 2015. – С. 24-34.
- 150 Кенжетаев Г.Ж., Сырлыбеккызы С., Сулейменова Н.Ш., Нурбаева Ф.К. Исследование состояния солеустойчивых растений в прибрежной зоне Каспийского моря в районах размещения нефтяных промыслов // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Перспективы развития научных исследований в 21 веке». – Махачкала, 2015. – С. 26-32.
- 151 Yang H., Chu J. Persistence of Coastal Vegetation in Supratidal Zones of Northern China // PLoS ONE. – 2013. – Vol. 8, № 11. – P. 1-9 // <https://doi.org/10.1371/journal.> 05.06.2019.
- 152 Шамсутдинов З.Ш., Савченко И.В. и др. Галофиты России, их экологическая оценка и использование. - М., 2000. - 399 с.
- 153 Рачковская Е.И. и др. К вопросу о зональности растительного покрова пустынь Казахстана и Средней Азии // Ботан. журн. –1990. –Т.75, № 1. – С. 17-26.
- 154 Сафронова И.Н. Пустыни Мангышлака (очерк растительности). – СПб.: Институт почвенных исследований, 1996. –211 с.
- 155 Даутова М.Б. и другие Исследование миелостимулирующих свойств фитопрепаратов, полученных из растений соляноколосник прикаспийского (*halostachys caspica*) и сведы мелколистной (*suaeda*) // International journal of experimental education. –2015. – №3. – С. 515-518.

156 Dunkle R.V. «Solar water distillation, the roof type solar still and a multi effect diffusion still, International developments in heat transfer» // ASME Proceedings of International Heat Transfer. –1961. – Vol. 5. – P. 895–902.

157 John Twidell, Toni Weir. Renewable Energy Resources. – Cambridge: The University Press, 1986. – 816 p.

158 Velmurugan V., Srithar K. Solar stills integrated with a mini solar pond-analytical simulation and experimental validation // Desalination. – 2007. – Vol. 216 – P. 232-241.

159 Sharma V.B. and Mallick S.C. Estimation of heat transfer coefficients, upward heat flow and evaporation in a solar still, Trans. ASME // Solar Energy. - 1991. - Vol. 113. - 36 p.

160 Dwivedi V.K, Tiwari G.N. Comparison of internal heat transfer coefficients in passive solar stills by different thermal models: an experimental validation // Desalination. - 2009. - Vol. 246 (1-3). - P. 304-18.

161 Kumar S., Tiwari G.N. Estimation of convective mass transfer in solar distillation system // Solar Energy, 1996. - Vol. 57. - P. 459–64.

162 Zurigat Y.H, Abu-Arabi M. K. Modelling and performance analysis of a regenerative solar desalination unit // Appl. Therm. Eng. - 2004. – Vol. 24 (7). - P.1061-1072.

163 Tiwari GN, Tiwari AK. Solar distillation practice for water desalination systems. New Delhi: Anamaya Publishers, 2008. – 270 p.

164 Sharma V.B, Mallick S.C. Estimation of heat transfer coefficients, upward heat flow and evaporation in a solar still, Trans. ASME // Solar Energy. - 1991. - Vol. 113. - 36 p.

165 Malik MAS, Tiwari GN, Kumar A, Sodha MS. Solar distillation. Oxford, UK // Pergamon Press. - 1982. - P.8–17.

166 Tiwari, G.N. Kumar, A. Nocturnal Water Production By Tubular Solar Stills Using Waste Heat To Preheat Brine// Desalination- 1998. - Vol. 69 - P. 309-318.

167 Dwivedi V.K., Tiwari G.N. Experimental validation of thermal model of a double slope active solar still under natural circulation mode // Desalination – 2010- Vol. 250 (1). - P. 49–55.

168 Tiwari A.K., Tiwari G.N. Thermal modeling based on solar fraction and experimental study of the annual and seasonal performance of a single slope passive solar still: the effect of water depths // Desalination – 2007. - Vol. 207. - P. 184 - 204.

169 Omar O Badran, Mazen MAbu-Khader. Evaluating thermal performance of a single slope solar still // Heat Mass Transfer. - 2007. - Vol. 43 (10). - P. 985 - 995.

170 Anil Kumar, Om Prakash Editors. Solar Desalination Technology, Green Energy and Technology // Springer International Publishing. - 2019. - P. 357.

171 Tiwari G.N. Solar energy: fundamentals, design, modelling and application // New Delhi: Narosa Publishing House. - 2004. - P. 278–306.

172 Clark J.A. The steady state performance of a solar still // Solar Energy 1990. - Vol. 44 (1) – P.43–9.

173 Montazeri M., Banakar A., Ghobadian B. Design and evaluation of a new absorber plate for cascade solar still // Tech. J. Eng. Appl. Sci. - 2017. - Vol. 11- P.35-44.

174 Kucera J. Desalination: Water from water: Scrivener Publishing, 2014. – 619 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Патент на изобретение №33969 «Способ и устройство для опреснения морской воды»


ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ **РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН**
REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ПАТЕНТ
PATENT
№ 33969
ӨНЕРТАБЫСҚА / НА ИЗОБРЕТЕНИЕ / FOR INVENTION

 (21) 2018/0409.1
(22) 14.06.2018

Қазақстан Республикасы Өнертабыстары мемлекеттік тізілімінде
тіркеу күні / Дата регистрации в Государственном реестре
изобретений Республики Казахстан / Date of the registration in the State
Register of Inventions of the Republic of Kazakhstan: 16.10.2019

(54) Теңіз суын тұщыландыру тәсілі мен құрылғысы
Способ и устройство для опреснения морской воды
Method and device for desalination of sea water

(73) Кенжетаев Гусман Жардемович (KZ)
Kenzhetayev Gusman Zhardemovich (KZ)

(72) Кенжетаев Гусман Жардемович (KZ)	Kenzhetayev Gusman Zhardemovich (KZ)
Койбакова Сымбат Еламановна (KZ)	Koibakova Symbat Yelamanovna (KZ)
Серикбаева Акмарал Кабылбековна (KZ)	Serikbayeva Akmaral Kabylbekovna (KZ)
Сырлыбекқызы Самал (KZ)	Syrlybekkyzy Samal (KZ)
Жидебаева Айнур Ербулатовна (KZ)	Zhidebayeva Ainur Yerbulatovna (KZ)
Оразбаев Аманжол Алданбаевич (KZ)	Orazbayev Amanzhol Aldanbayevich (KZ)




ЭЦК кол қойылды
Подписано ЭЦП
Signed by EDS

Е. Оспанов
Y. Ospanov

«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК директоры
Директор РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»
Director of the «National Institute of Intellectual Property» RSE


Результаты испытаний опресненной воды



KZ.T.13.2141

Испытательная лаборатория
ТОО «Опреснительный завод «Каспий»
 Республика Казахстан, Мангистауская область,
 г. Актау, Промышля 4, кд. 74
 Тел./факс: 8 7292 544-274, 544-688
 e-mail: lab.caspiy@gmail.com

ДП ИЛ 02-07/Д-1



CASPIY
 ОПРЕСНИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 81
 от «05» ноября 2020 г.

Страница 1 из 1

<p><u>Заказчик, адрес:</u></p> <p><u>Основание для проведения испытания:</u></p> <p><u>Место отбора проб:</u></p> <p><u>Наименование/обозначение проб:</u></p> <p><u>Кол-во точек отбора, кол-во проб:</u></p> <p><u>Акт и дата отбора проб:</u></p> <p><u>Дата поступления в ИЛ:</u></p> <p><u>Дата проведения испытаний:</u></p> <p><u>ИД на отбор:</u></p> <p><u>ИД на продление:</u></p> <p><u>Вид испытания:</u></p> <p><u>Условия проведения испытаний:</u></p>	<p>Yessenov University, Койбакова С.Е. г.Актау. 26-19-34</p> <p>По заявке.</p> <p>Отобран и доставлен заказчиком</p> <p>Вода</p> <p>1,0 л</p> <p>05.11.2020 г.</p> <p>05.11.2020 г.</p> <p>05.11.2020 г.</p> <p>СТ РК ГОСТ Р 51592-2003</p> <p>СанПиН РК № 209 от 16.03. 2015 г.</p> <p>Химический анализ</p> <p>t: 23 °C, влажность: 50 %, атмосферное давление: 762,0 мм.рт.ст.</p>
---	--

Результат испытаний:

№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Результат испытаний	ИД на методы испытаний	Нормативный показатель
1.	pH	ед. pH	7,5	ГОСТ 26449.1-85	6,0-8,5
2.	Сухой остаток (минерализация)	мг/дм³	750,0	ГОСТ 26449.1-85	100-1000
3.	Кальций	мг/дм³	36,0	ГОСТ 26449.1-85	130

Испытание провел: директор химического анализа


подпись

Зав. лабораторией: ТОО «Опреснительный завод «Каспий»

подпись

Каржанова Г.А.
Ф.И.О.

Таубаева Г.Ж.
Ф.И.О.



Результаты протокола распространяются только на образцы, подвергнутые испытанию.
 Протокол является собственностью ИЛ ТОО «Опреснительный завод «Каспий» и не может частично
 или полностью воспроизведен

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Акт применения способа и устройства для опреснения морской воды. Акт о внедрении в учебный процесс Университета Есенова результатов исследований докторской диссертации Койбаковой С.Е.

Утверждаю

Директор

ТОО «White road Kazakhstan»

Р.А. Кабдулов

2019 г.



АКТ

Применения способа для опреснения морской воды по инициативному проекту «Опреснение морской воды в прибрежной зоне Каспийского моря для сельско-хозяйственных нужд». Мы нижеподписавшиеся, представители ТОО «White road Kazakhstan» и Каспийского государственного университета технологии и инжиниринга имени Ш.Есенова, в лице научного руководителя проекта, д.т.н. профессора Кенжетаева Г.Ж., в лице директора ТОО «White road Kazakhstan» Р.А. Кабдулова, научных исполнителей Сырлыбеккызы С. и Койбаковой С.Е. составили настоящий акт в том, что были проведены испытания по применению способа для опреснения морской воды для нужд сельского хозяйства. По результатам были достигнуты следующие результаты: для опреснения воды использовались площадные (до 500 м²) солнечные абсорберы изготовленные из дешевых коммерчески доступных материалов впитывающих 80% солнечного света внутри которых происходит нагрев и опреснение воды.

Изобретение относится к способам и технике опреснения морских и соленых (минерализованных) вод и может быть использовано для получения опресненной воды непосредственно в водоеме (на берегу моря) с соленой водой.

Предлагаемый способ для опреснения морской воды является достаточно простым в конструктивном исполнении, имеет большую производительность за счет двух сборников конденсата при малых затратах на эксплуатацию, при этом исключается образование солевых отложений в камере опреснителя за счет применения низких температур для конденсации минерализованной воды.

Научный руководитель
проекта

Научный сотрудник

Кенжетаев Г.Ж.

Сырлыбеккызы С.

Койбакова С.Е.

«Өзенмұнайгаз» Акционерлік Қоғамы

Қазақстан Республикасы, 130200
Жаңаөзен қаласы, Қ.Сәтпаев көшесі, 3
Телефон: +7 (72934) 63110
Факс: +7 (72934) 63390

Акционерное Общество «Озенмұнайгаз»

Республика Казахстан, 130200
г. Жанаозен, ул.К. Сатпаева, 3
Телефон: +7 (72934) 63110
Факс: +7 (72934) 63390

**Акт апробации и внедрения устройства по
опреснению морской воды в условиях месторождения Узень.**

Мы, представители АО «Озенмұнайгаз» заместитель директора по технологии УПНиПО - Индибаев А., эксперт департамента по борьбе с осложнениями при разработке и добычи филиала ТОО «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИмұнайгаз» - Сизиумова В.Н., д.т.н. профессор кафедры «Экология и геология» КГУТИ имени Ш.Есенова - Кенжетаев Г.Ж. и докторант специальности 6D060800 - Экология - Койбакова С.Е. с другой стороны, составили настоящий акт о том, что изобретение по опреснению морской воды позволяет принять к внедрению и использованию в промысле месторождения Узень для опреснения морской воды. Изобретение «Способ и устройство для опреснения морской воды» имеет патент №33969.

Данной изобретение относится к способам и технике опреснения морских и соленых (минерализованных) вод и может быть использовано для получения опресненной воды непосредственно в водоеме (на берегу моря) с соленой водой.

Предлагаемый способ для опреснения морской воды является достаточно простым в конструктивном исполнении, имеет большую производительность за счет двух сборников конденсата при малых затратах на эксплуатацию, при этом исключается образование солевых отложений в камере опреснителя за счет применения низких температур для конденсации минерализованной воды.

Представители «КГУТИ имени Ш.Есенова»:

Профессор кафедры «Экология и геология»
Докторант специальности 6D060800 – Экология



Кенжетаев Г.Ж.
Койбакова С.Е.

Представители АО «Озенмұнайгаз»:

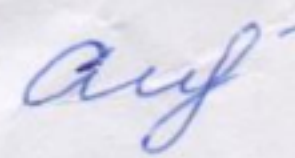
Заместитель директора по технологии УПНиПО



Индибаев А

Представители филиала ТОО «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИмұнайгаз»:

Эксперт ДБОРМ



Сизиумова В.Н.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

«Ш. Есенов атындағы Каспий
технологиялар және инжиниринг
университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное
общество «Каспийский университет
технологий и инжиниринга
имени Ш. Есенова»

130003, Маңғыстау облысы, Ақтау қаласы, 32 ш/а.
Тел: +7 (7292) 788-788

www.yu.edu.kz

130003, Мангистауская область, город Актау, 32 мкр.
E-mail: info@yu.edu.kz

№ 790

06 / 11 / 20 20

СПРАВКА

Данная справка дана о том, что результаты докторской диссертации на тему «Исследование экологической чувствительности прибрежной зоны в районе порта Курык с применением технологии аэрокосмического зондирования» докторанта специальности 6D060800-Экология Койбаковой С.Е, были введены в учебный процесс по дисциплинам бакалавриата «Экологическая безопасность Каспийского моря» и магистратуры «Адаптации биоты к действиям экологических факторов»

И.о.вице-президента

Е.Т. Нұрмағанбет

Исп.: Н.Изтелеу
788-788 (323)

000732

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Сертификаты



Certificate of Attendance

LISTENER

Name & Surname SYMBAT KOIBAKOVA

Paper Title

YILDIZ TECHNICAL UNIVERSITY, İSTANBUL-TURKEY
ICAME 2018

4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN MECHANICAL ENGINEERING ISTANBUL 2018
DECEMBER 19-21, 2018



ICAME 2018 Conference Co-Chairman

Assoc. Prof. Dr. Orhan ÇAKIR

Yildiz Technical University
Mechanical Engineering Faculty Vice Dean
Dekan Yardımcısı



СЕРТИФИКАТ

Бағашаққа бағдар: Рухани жаңғыру бағдарламасы аясындағы
ҚИЫН ШЫҒАРЫЛАТЫН КӨМІРСУТЕПЕЛІ КЕН ОРЫНДАРЫН ШЕЗУДІҢ
ТЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТТЕРІ

атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының
"Көмірсутектерді өндіру саласындағы экологиялық проблемалар және
химиялық технологиялар" секциясында үздік баяндама жасағаны үшін

Қайдарова С.Е.

Берілді

Ғылыми жұмыс және интернационалдау
жөніндегі проректор



Ақтау

Е.Т. Нұрмағанбет
18 сәуір 2019