

АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА

На правах рукописи

**ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
БАКИНСКОЙ БУХТЫ**

Специальность: 5406.01– Гидрология

Отрасль науки: География

Соискатель: **Агарзаева Балаханым Ариф гызы**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора философии

Баку – 2021

Диссертационная работа выполнена в отделе
«Аэрокосмический мониторинг водоемов и Каспийского
моря» Института Экологии Национального Аэрокосмического
Агентства

Научный руководитель: Доктор географических наук,
профессор
Татараев Тельман Магомед оглы

Официальные оппоненты: Доктор географических наук,
профессор
Махмудов Рза Надыр оглы

Доктор географических наук
Мамедов Вагиф Ага Али оглы

Доктор философии по географии
Раджабов Рустам Фахреддин оглы

Диссертационный совет ЕД1.23 Высшей Аттестационной
Комиссии при Президенте Азербайджанской Республики,
действующий на базе Института Географии им. акад.
Г.А.Алиева Национальной Академии Наук Азербайджана

Председатель диссертационного совета:

академик, д.тех.н., профессор
Рамиз Махмуд оглы Мамедов

Ученый секретарь диссертационного совета:

кандидат географических наук,
доцент
Заур Тахир оглы Имрани

Председатель научного семинара:

доктор географических наук,
доцент
Закир Намин оглы Эминов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы и степень разработки. Бакинская бухта занимает по своему географическому положению особенное место в Каспийском море. Мелководность, полузамкнутость, специфические природные условия, ограниченность водообмена с открытым морем, подверженность сгонам и нагонам ветров, волнению отличают эту акваторию от других районов Каспийского моря. Исследование изменчивости климата, гидрометеорологического режима, гидрологических условий, экологического состояния Бакинской бухты имеет особую актуальность. В этой акватории расположен самый большой порт и город на Каспийском море – г. Баку. Порт Баку является крупнейшим промышленным центром и транспортным узлом на Каспии. Наличие в этом районе островов и банок изменяет структуру гидрофизических полей. Апшеронский полуостров оказывает влияние на поле ветра, вызывая орографический эффект, т.е. усиление ветров северных и южных направлений.

Учитывая то, что в этом районе находятся эксплуатируемые нефтегазовые месторождения и транспортные коммуникации, порт Баку, район Бакинской бухты находится под постоянным экологическим напряжением. В настоящее время с учётом возрастающей нефтегазодобычи в Каспийском море возникла острая необходимость в исследовании пространственно-временной изменчивости основных гидрофизических полей и экологического состояния Бакинской бухты.

Проблема загрязнения морской акватории Бакинской бухты, создающая экологическую опасность для территории вблизи бульвара города Баку, до сих пор остается актуальной. Поэтому контроль загрязнённости Бакинской бухты имеет огромное значение для Бакинского бульвара, где отдыхают огромное количество жителей и гостей города.

Цель и задачи исследования.

Целью диссертационной работы является исследование географических условий, структуры гидрофизических полей, оценка экологического состояния и поиск методов контроля состояния бухты по данным наблюдений. Для достижения поставленной цели сформулированы следующие **задачи**:

- проанализировать физико-географические условия и структуры основных гидрофизических полей Бакинской бухты;

- исследовать структуру поля ветра над Бакинской бухтой;

- оценить гидрологические условия в бухте на основе данных наблюдений, проведенных в различных точках Бакинской бухты;

- провести модельные расчеты по распространению загрязнителей в Бакинской бухте;

- оценить основные характеристики турбулентности течения в Бакинской бухте;

- проанализировать распределение грунтов на территории Бакинской бухты;

- исследовать экологическое состояние вод Бакинской бухте и выполнить группировку акватории по загрязнённости (фенолы, НУ, СПАВ).

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы применены методы статистического анализа данных наблюдений, спектрального анализа течений. Кроме того, использованы методы морского натурального моделирования и аэрофотосъёмки.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Результаты анализа ветрового режима температурного поля в Бакинской бухте по данным инструментальных наблюдений.

2. Пространственно-временная структура течений по данным инструментальных наблюдений.

3. Ветровое волнение в Бакинской бухте, ветровые сгоны и нагоны по данным наблюдений.

4. Проведение модельных расчетов по распространению загрязнителей в Бакинской бухте

5. Сравнительно-временной анализ экологического состояния и группирование загрязнения акватории Бакинской бухты.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. На основе данных длительных наблюдений, проводимых в разных точках Бакинской бухты, оценены гидрологические условия акватории, выявлено, что температурный режим Каспийского моря, в частности Бакинской бухты, формируется под влиянием изменчивости составляющих теплового баланса, поскольку близость берега, мелководья, наличие островов, образованных вследствие понижения уровня моря, увеличивают зависимость температуры воды от температуры воздуха.

2. По данным инструментальных наблюдений определены основные направления течения при различных метеорологических условиях на разных глубинах.

3. На основании длительных наблюдений в различных частях Бакинской бухты оценено гидрологическое состояние водного бассейна. Определено, что в Бакинской бухте в основном наблюдаются течения двух противоположных направлений: северного и южного. На выходе из бухты течения главным образом направлены на юг, а в центральной части и на побережьях преобладают северные течения. А также на выбранных точках наблюдений определена повторяемость направления течений в процентах.

4. Проведены модельные расчеты распространения загрязнителей в различных гидрометеорологических условиях в Бакинской бухте.

5. По распределению гидрохимических показателей качества вод и грунтов водного бассейна акватории Бакинской бухты районировано его экологическое состояние.

Практическая ценность работы. Результаты диссертационной работы могут быть использованы при организации комплексного мониторинга акватории Бакинской бухты Каспийского моря. Кроме того они имеют важное

значение для прогноза гидрометеорологических условий в Бакинской бухте, а также особенностей экологического состояния в отдельных районах бухты.

Апробация и применение. Основные результаты диссертационной работы докладывались на семинарах Института Экологии Национального Аэрокосмического Агентства, в отделе «Центр Проблем Каспийского моря» Института Географии НАНА, а также на следующих международных конференциях:

– международная научно-практическая конференция “Fövqəladə hallar və ətraf mühit”, Баку, 15-16 декабря 2009;

– международная научно-практическая конференция “Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса”. Москва, Институт Космических Исследований, Российская Академия Наук, 15-19 ноября 2010;

– международная научно-практическая конференция Открытого акционерного общества «Азерсу» Азербайджанской Республики, Баку, 14 октября 2011;

– международная научно-практическая конференция “Korporativ İdarəetmə və İqtisaiyyatın İnnovasiya İnkişafı”. Баку, Азербайджанская Национальная Академия Наук, Центр Научных Инноваций, 31 марта 2011;

– международная научно-практическая конференция “İcmaları-əhalini, iqtisadiyyatı və ətraf mühiti mühafizəyə hazırlamaqda yerli icra hakimiyyət orqanları və bələdiyyələrin qarşılıqlı fəaliyyəti”. Баку, 15-16 ноября 2011;

– международная научно-практическая конференция “Təbii fəlakətlərə daha çox məruz qalan regionlarda dayanıqlığın yüksəldilməsi, icmaların fəvqəladə hallara hazırlanması və əhali arasında risk mədəniyyətinin yüksəldilməsi”. Баку 19-20 ноября 2012;

– международная научно-практическая конференция, на тему “İnşaat kompleksində riskin qiymətləndirilməsi və təhlükəsizlik problemləri”. Баку, 25-26 апреля 2013;

– международная научно-практическая конференция “Su təsərrüfatı, mühəndis kommunikasiya sistemlərinin müasir

problemləri və ekologiya”. Баку, Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет, 14-15 апреля 2014;

Результаты работы реализованы при выполнении плановых НИР, проведённых в Институте Экологии Национального Аэрокосмического Агентства, а также в отделе «Центр Проблем Каспийского моря» Института Географии НАНА. По теме диссертации опубликовано 24 научных работ.

Наименование организации, в которой проходила работа. Диссертационная работа была осуществлена в Институте Экологии в отделе «Аэрокосмический мониторинг водоемов и Каспийского моря», Институте Космических Исследований Природных Ресурсов Национального Аэрокосмического Агентства, а также, в отделе «Центр Проблем Каспийского моря» Института Географии им. акад. Г.А.Алиева Национальной Академии Наук Азербайджана.

Структура диссертации. Основные структурные разделы диссертации содержат: введение (6 страниц), 4 главы (1-я глава (34 страниц), 2-я глава (29 страниц), 3-я глава (23 страниц), 4-я глава (60 страниц)), выводы (1 страница), список использованной литературы из 113 наименований. В целом вместе с введением, содержанием, результатами и списком использованной литературы диссертация содержит 200390 знаков.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** работы обоснована актуальность и степень разработки темы диссертации, сформулированы цель и основные задачи, подлежащие решению. Обоснована научная новизна, практическая ценность, изложены основные положения, выносимые на защиту, и кратко изложено содержание работы.

Первая глава посвящена теме «**Физико-географическая характеристика Бакинской бухты**». Дана краткая физико-географическая характеристика Бакинской бухты. Приведены основные географические характеристики бухты, а также

даны характеристики входящих в бухту островов, мысов и кос.

Кроме того, дано краткое описание геоморфологии дна и берегов бухты. Приведены общие данные о климате Бакинской бухты. Отмечено, что Бакинская бухта по климатическим особенностям существенно отличается от климата окружающих районов. Климат бухты можно отнести к сухому субтропическому типу с умеренно жарким летом и тёплой зимой, т.е. климат Бакинской бухты можно отнести к климату умеренно-тёплых степей. На атмосферную циркуляцию над Бакинской бухтой существенное влияние оказывают горы Большого Кавказа. Холодные воздушные потоки северных направлений, встречаясь с горами Большого Кавказа, теряют скорость, слабеют, деформируются и поэтому в бухте при ветрах северных направлений в основном наблюдается штиль. Следует отметить, что на климатическую изменчивость в бухте серьёзное влияние оказывает общий гидрометеорологический режим всего Каспийского моря. Проанализирована температура воздуха за период 1995-2015 гг. Было выявлено, что температура воздуха имеет наименьшее значение в январе и, начиная с февраля, начинает повышаться, а в августе достигает максимума. Анализ гидрометеорологических данных показал, что морозы в Бакинской бухте не частое явление и они неустойчивые. А влажность воздуха над Бакинской бухтой увеличивается с запада на восток. Абсолютная влажность, как и температура воздуха, меняется от минимума в январе до максимума в августе.

Ветровой режим Бакинской бухты непосредственно связан с изменчивостью полей ветра над Каспийским морем. Над Каспийским морем в основном дуют ветры северных и южных направлений. Генетические основы такой направленности ветров определены А.А.Мадатзаде, а карты полей ветра по данным наблюдений составлены С.Д.Кошинским. Ветровой режим Бакинской бухты практически целиком зависит от ветрового режима моря, но орографическое влияние Апшеронского полуострова и

рельефа берега Бакинской бухты вносит определённую изменчивость поля ветра, который носит локальный характер.

Ветровой режим Бакинской бухты характерен преобладанием северного ветра (повторяемость 39%). Летом его повторяемость увеличивается до 48-51%. Значительную повторяемость (18%) имеет ветер южного направления. В этой главе также проанализированы повторяемости ветра по направлению и градации скорости, а также построена роза ветров. В районе Апшеронского полуострова часто наблюдаются сильные ветры. По данным наблюдений ГМС Баку-Баилов за 1961-2012 гг., мы изучили повторяемости сильных ветров (более 12 м) по направлениям и градациям по данным наблюдений в Бакинской бухты.

Вторая глава посвящена теме **«Гидрологические условия Бакинской бухты»**. В этой главе рассматриваются гидрологические условия Бакинской бухты. Температура воды в бухте зависит от географической широты, глубины, температуры воздуха, солёности, режима ветров и рельефа дна. Температурный режим Каспийского моря, в частности Бакинской бухты, формируется под влиянием изменчивости составляющих теплового баланса. Основными источниками является прямая и рассеянная коротковолновая солнечная радиация. Расходную часть радиационного баланса составляют испарение и эффективное излучение. Все океанологические параметры в большой степени определяются характеристиками поступающих в бухту из окружающих её акваторий водных масс. При северных ветрах морские воды в бухту поступают из северных и восточных направлений, а при южных ветрах из юго-восточных направлений. Изучению ветрового режима моря посвящены работы Э.М.Шихлинского, А.А.Мадатзаде, А.Н.Иконниковой, С.Д.Кошинского и др.

Следует отметить, что на всех акваториях, окружающих Бакинскую бухту, расположено большое число нефтегазодобывающих эксплуатируемых месторождений, оказывающих огромное влияние на загрязнённость. Поэтому в работе по данным наблюдений исследована изменчивость

температуры, солёности и электропроводности за 2007-2012 гг. и составлена таблица изменчивости максимальных и минимальных значений температуры в районах нефтегазодобычи окружающих Бакинскую бухту. Приведены данные указанных величин в районах Сангачал-Дуванный, о. Гум, Зых-Говсан, 8 Марта, Харя-Зиря, Алят-Море и Бахар. Кроме того, здесь приведены результаты анализа сезонной изменчивости максимальных и минимальных величин солёности, а также электропроводности за указанные годы. Важное значение, имеет изучение исследования сезонной изменчивости содержания кислорода в водах Бакинской бухты. Большое внимание уделено изучению изменчивости гидрофизических параметров по сезонам.

В поверхностном слое Бакинской бухты преобладают течения северного и северо-восточного направления. На южной границе бухты господствуют северо-восточные и восточные течения, а также течения северных и южных направлений. На горизонтах ниже 2 м течения направлены на восток, а у дна преобладают течения восточного, юго-восточного, южного и юго-западного направлений. Таким образом, в Бакинской бухте в основном наблюдаются течения двух противоположных направлений: северного и южного. На выходе из бухты течения главным образом направлены на юг, а в центральной части и на побережьях преобладают северные течения.

Для оценки некоторых режимных характеристик использованы данные длительных наблюдений в её различных точках. Расположение точек наблюдений и розы повторяемости течений приведены на рисунке 1.

По данным указанных наблюдений составлена таблица повторяемости направления течений в процентах. Данные наблюдений показали очень большую изменчивость течений в точках по направлению и по скорости течений.

Над Бакинской бухтой часто наблюдают сильные и штормовые ветры, которые создают волны на поверхности моря. На режимные характеристики волнений в Бакинской бухте существенное влияние оказывает изменчивость уровня воды.



Рисунок 1. Розы повторяемости течений на точках стационарных наблюдений

В таблице 1 приведены среднемесячные и максимальные высоты волн в двух частях (центральных и северных частях) Бакинской бухты. Кроме того, в этой главе даны средние и максимальные высоты волн в различных частях бухты.

Таблица 1.

Среднемесячная и наибольшая высота волны в Бакинской бухте (м)

Месяцы	Белый (Чёрный) город		Центр бухты	
	Средн.	Макс.	Средн.	Макс.
Январь	0,4	1,1	0,4	1,0
Февраль	0,2	0,9	0,3	1,4
Март	0,3	1,3	0,3	1,0
Апрель	0,4	1,2	0,3	0,8
Май	0,2	1,0	0,2	0,7
Июнь	0,1	0,4	0,2	0,6
Июль	0,1	0,3	0,1	0,5
Август	0,1	0,4	0,1	0,6
Сентябрь	0,3	1,2	0,3	0,8
Октябрь	0,4	1,6	0,3	0,8
Сред.	0,25	-	-	1,4
Макс.	-	1,6	-	1,4

Источник: Управление Мониторинга Каспийского моря Министерства Экологии и Природных Ресурсов

Кратковременная изменчивость уровня вод в Бакинской бухте связана со сгонно-нагонной циркуляцией вод, возникающей в результате касательного воздействия воздушных потоков на водную поверхность, вызывающего ветровое течение.

На акватории Бакинской бухты основными сгонно-нагонными ветрами являются западные и восточные. При западном ветре наблюдается в основном сгон по всей бухте, а при восточном – нагон. Что же касается ветра других направлений, то при них в зависимости от силы и продолжительности их действия имеет место последовательная смена сгона нагоном и наоборот. Таким образом, существующий водообмен между открытым морем и Бакинской бухтой происходит за счёт течений вызываемыми господствующими здесь ветрами. Из ветров в Бакинской бухте преобладающими являются ветры северного и южного направлений. Особенно часто повторяются северные ветры, которые являются сгонными. Пределы колебаний уровня воды в Бакинской бухте колеблются в пределах около полметра¹.

Третья глава посвящена теме **«Турбулентный обмен по данным инструментальных наблюдений над течениями и модельным расчетам в Бакинской бухте»**. В главе исследована турбулентность обмена в Бакинской бухте по данным инструментальных наблюдений. Функции распределения компонент скорости течения ранее изучались Р.В.Озмидовым, Р.М.Мамедовым и др. Бакинская бухта имеет форму эллипса. Довольно глубоко вдаётся в материк и несколько закрыт от доступа волнения с юго-западной и южной сторон. По своему расположению в юго-западном углу Апшеронского полуострова Бакинская бухта находится в стороне от основной ветви течения. Поэтому эта бухта ясно выраженных постоянных течений не имеет, существующий в ней обмен происходит главным образом за счёт ветра.

¹Mehdiyev A.Ş., İsrailov A.A., Gül A.Q., Tatlıyeva Z.İ. Xəzərin səthində neft məhsullarının hərəkət göstəricilərinin operativ proqnozunun hazırlamasının metodu // Bakı, AMEA Məruzələr, LXIV, cild №1. 2008, s. 92-96

Следовательно, течения в Бакинской бухте в основном зависят от характера действующего ветра: местный, локальный, вызывающий сгон воды, или общий, т.е. по всему морю, вызывающий нагон и течения соответствующих направлений. В соответствии с преобладанием в Баку ветров двух главных направлений – северных и южных, а также конфигурации и расположения самой бухты все течения можно разбить на 2 группы: действующие при северных и южных ветрах. При северных ветрах течение в поверхностном слое всецело подчиняется ветру, т.е. направлено на юг. При южных ветрах в поверхностном слое течение направлено на север. Поле течений в Бакинской бухте при северных и южных ветрах показано на рис. 2. Следует отметить устойчивость указанных течений низка и течения являются дрейфовыми и целиком зависят от ветра.

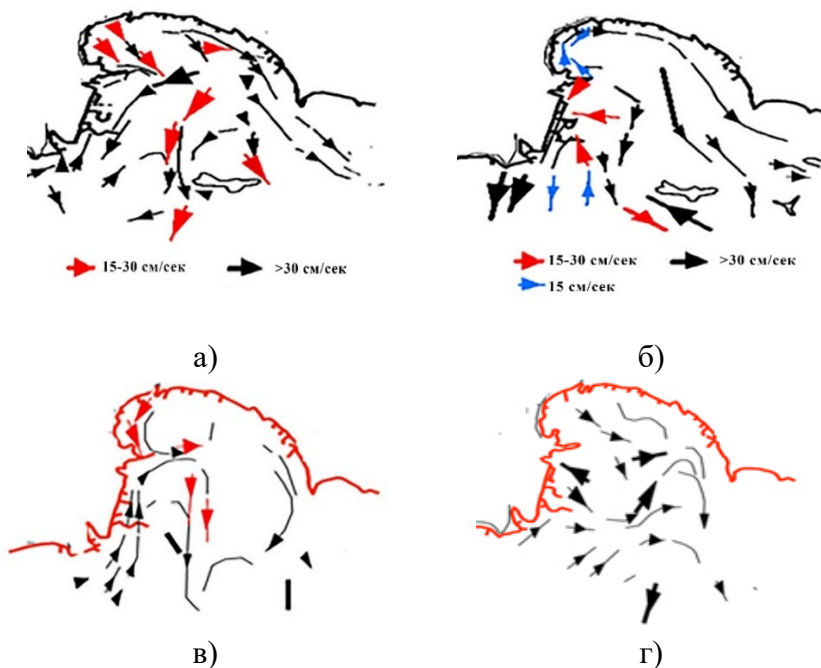


Рисунок 2. Направление течений на различных глубинах при различных направлениях ветра в Бакинской бухте: а) южный ветер, глубина 0 м; б) северный ветер, глубина 0 м; в) южный ветер, глубина 5 м; г) северный ветер, глубина 5 м

Даны основные положения полуэмпирической теории турбулентных течений, которая широко используется для изучения распространения в море различных примесей и собственных свойств воды. Для расчётов коэффициентов турбулентного обмена в Бакинской бухте использован тензор турбулентного обмена Эртеля², который является симметричным тензором 2-го ранга с шестью компонентами. Из 6 компонентов было вычислено три:

в направлении параллели (вдоль оси x)

$$A_x = \overline{pu^l l_x}, \quad (1)$$

в направлении меридиана (вдоль оси y)

$$A_y = \overline{pv^l l_y}, \quad (2)$$

и величины

$$A_{xy} = \overline{pv^l l_x}, \quad (3)$$

$$A_{yx} = \overline{pu^l l_y}, \quad (4)$$

где u^l и v^l – пульсационные компоненты вектора скорости, l_x и l_y – компоненты пути смешения молярных масс жидкости по Прандтлю,

p – плотность.

$A_{xy} = A_{yx}$ в силу симметричности тензора обмена.

Подробно изложена методика расчёта коэффициентов турбулентного обмена в Бакинской бухте. Эти формулы были использованы для вычисления коэффициентов обмена в Бакинской бухте для периодов осреднения 3, 6, 9 и 12 часов. Пример вычисления коэффициентов A_x и A_y для глубины центральной части Бакинской бухты приводится в табл.2.

²Озмидов Р.В. Горизонтальная турбулентность и турбулентный обмен в океане. М., «Наука», 1968, 200 с.

Таблица 2

Величины коэффициентов макрообмена³

Период осреднения Т, час	$A_x \cdot 10^7$ см ² /сек.	$A_y \cdot 10^7$ см ² /сек.	$A_{xy} \cdot 10^7$ см ² /сек.
3	0,3	0,7	-0,03
6	0,7	1,3	0,04
9	1,1	1,7	0,08
12	1,2	2,0	0,12

Из таблицы видно, что коэффициенты турбулентного обмена растут с увеличением периода осреднения. Кроме того видно, что процесс макрообмена является анизотропным. Здесь же исследована зависимость коэффициентов макрообмена от периода осреднения и построены графики указанных зависимостей. По полученным значениям коэффициентов турбулентного обмена в работе построены эллипсы обмена, получены их уравнения в декартовой системе координат и составлены их канонические уравнения, по которым также оценены величины коэффициентов обмена. Результаты оценки коэффициентов макрообмена позволило оценить среднюю величину турбулентной энергии, отнесённой к единице массы воды. Оказалось, что энергия турбулентности уменьшается при увеличении периода осреднения.

Выполнен статистический анализ турбулентных течений в Бакинской бухте. Как известно из теории турбулентности для её изучения главным образом применяются методы математической статистики. Случайные функции можно считать полностью определёнными лишь при задании всех их многомерных законов распределения для любых значений времени из области изменения аргумента. Однако часто для характеристики случайной функции используют не законы распределений, а ограничиваются лишь определением моментов различных порядков. Наиболее важными при этом

³Озмидов Р.В. Горизонтальная турбулентность и турбулентный обмен в океане. М., «Наука», 1968, 200 с

являются моменты 1-го и 2-го порядков: математическое ожидание $m(\tau)$ и корреляционная функция $R(\tau)$. Важной характеристикой стационарного случайного процесса является функция спектральной плотности, $S(f)$, описывающая распределение дисперсии процесса по частотам f его гармонических составляющих.

Для устранения влияния нестационарности гидрологических полей необходимо фильтрация функции скорости течения. В диссертации такая операция выполнена и получены сглаженные характеристики течений. Одной из основных причин нестационарности океанологических процессов является изменчивость математического ожидания. Для устранения нестационарности по математическому ожиданию необходимо из исходной реализации рядов исключить все низкочастотные составляющие, период которых сравним с длиной общей реализации. В представленной диссертации исключение низкочастотных компонент осуществлялась с помощью фильтра Бартлетта.

Расчёт статистических оценок выполнен на компьютере с использованием программы EXCEL. Расчёт производился для различия реализаций, разделённых в пространстве и времени, т.е. использовались ряды наблюдений в разных точках бухты, а также в одной точке, но в разные периоды наблюдений. Результаты расчётов показали, что уже через 2-3 часа корреляционная функция для обеих составляющих $R_u(\tau)$ и $R_v(\tau)$ падает более чем на 90 %, достигая нуля через 4-8 часов, и, сохраняя большую амплитуду, медленно затухает. Основной период изменчивости корреляционной функции в районе Бакинской бухты составляет до 24 часов. Помимо этого колебания можно выделить колебания с периодом, близким к инерционному (около 17-18 часов для исследуемого района), а также колебания порядка 30-40 и 13 часов. Об этом же свидетельствуют и спектры широтной и меридиональной составляющих течения, рассчитанные для горизонта 2 м в разных точках бухты.

Основная энергия колебаний сосредоточена примерно в диапазоне частот 0,01-0,20 час. Остальная энергия в полосе

более высоких частот примерно на порядок меньше. При этом в пределах рассматриваемого частотного диапазона энергетические максимумы приходятся на периоды 32-40, 23-25, 17-20, 13-14 и 7-11 часов. Преобладают, главным образом, две составляющие: с периодом 28-25 часов и с периодом 17-20 часов. Эти максимумы присутствуют практически на всех спектрах и чаще всего являются основными энергонесущими максимумами. Колебания с периодом 17-20 часов, как указывалось выше, ближе к периоду инерционных течений для широты данного места и их постоянное присутствие в спектрах течений говорит о том, что в суммарном течении, формирующемся в пределах бухты, инерционным течениям принадлежит не последняя роль.

Модельный расчет распространения загрязнителей от прибрежных городских хозяйств в Бакинскую бухту проводился на примере города Баку. С моделью расчета можно ознакомиться в работах, опубликованных ранее (напр. Мамедов, Моерс, Коротенко, 2002⁴). Расчеты проводились для северных и восточных ветров, со скоростью 6 м/сек (рис.3).

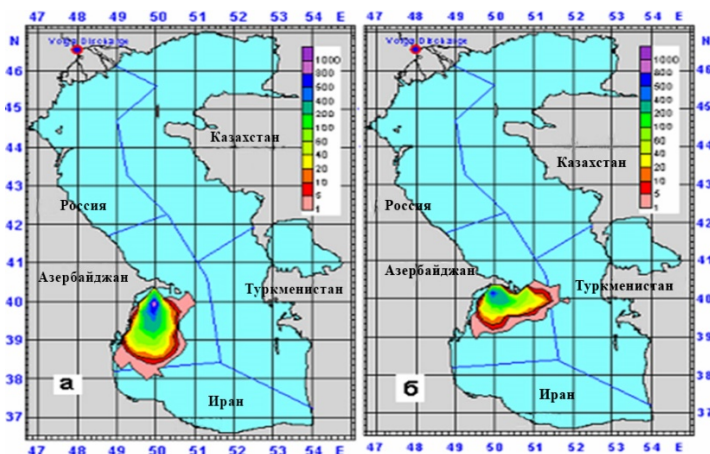


Рисунок 3. Распространения сбросов города Баку в Бакинскую бухту: а) при северных, б) при восточных ветрах

⁴Mamedov R.M., Moers C.N.K., Korotenko K.A. Prediction of the transport and dispersal of oil in the Caspian Sea resulting from blowouts // Environmental fluid mechanics, – 2002, – p. 383-414

Из рисунка видно, что при северных ветрах загрязнитель в основном распространяется в Азербайджанском секторе. Только после 15 дней сброса она достигает условную границу Иранского сектора.

При восточных ветрах загрязнитель также в основном распространяется в Азербайджанском секторе и только после 20 дней достигает условной границы Туркменского сектора моря. Надо отметить, что во всех случаях концентрация загрязнителя на коротком расстоянии от источника уменьшается до предельно допустимой концентрации (ПДК).

Четвёртая глава посвящена теме «**Загрязнение бакинской бухты**» (см. рисунок 4). В этой главе проанализировано загрязнение Бакинской бухты. Проведённые исследования показали высокий уровень загрязнённости акватории Бакинской бухты преобладающими там нефтяными углеводородами, которые нередко достигают экстремальных значений, превышая в десятки, а то и сотни раз их ПДК.

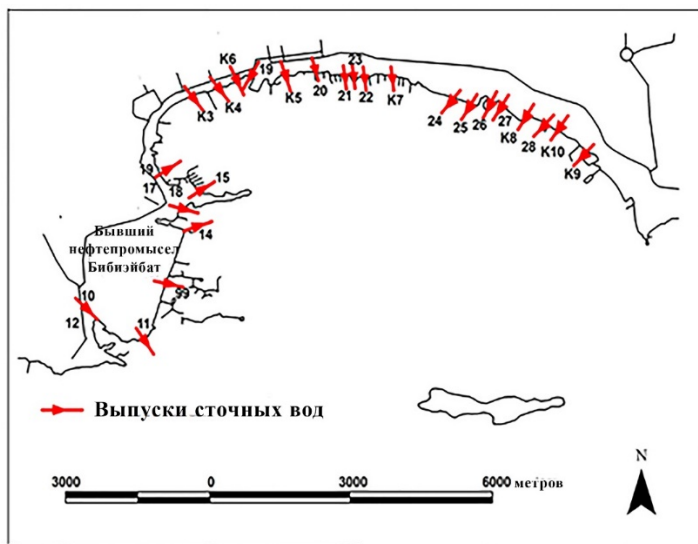


Рисунок 4. Схема основных источников загрязнения Бакинской бухты

Основными источниками загрязнения являются: мощный промышленный комплекс и городские канализации Баку, сбрасывающие громадные объёмы неочищенных сточных вод прямо в море.

Отсюда чрезвычайное разнообразие различных химических соединений, бытовой органики, других антропогенных примесей в Бакинской бухте, резкие колебания гидрохимических показателей в местах их приуроченности к источникам загрязнения. Согласно литературным данным ежегодно в Бакинскую бухту в среднем сбрасывается 335,2 млн. м³ сточных вод, из которых без очистки составляет больше половины, около 215,07 млн. м³. В результате на акваторию поступают: нефти около 9 тысяч тонн, фенолов - 0,027 тысяч тонн, СПАВ - 0,40 тысяч тонн, органики - 98,5 тысяч тонн, взвеси - 220,7 тысяч тонн, кислоты - 0,321 тысяч тонн⁵.

Поэтому концентрация вредных примесей на акваториях уменьшается по направлению от уреза воды в открытое море, но и зависит от действия ветров и течений. Последние могут быть как очищающим, так и загрязняющим фактором по отношению к рассматриваемому району при смене гидрометеорологической обстановки. Этот эффект усиливается в случае совпадения направлений господствующих здесь северных и южных ветров и течений, но ещё больше по мере возрастания их скорости с поправкой на ориентацию (подветренной, либо наветренной стороны) линии берега (в прибрежной полосе моря). При этом в Бакинской бухте течения непостоянны и носят дрейфовый сгонно-нагонный характер, перенося массы воды с севера на юг.

Вертикальное распределение загрязняющих веществ на изучаемой акватории не имеет определённой закономерности в связи с мелководностью, активным гидродинамическим

⁵Fingas M.F., Brown C.E., Mulin J.V. The visibility limits of oil water and remote sensing thickness detection limits // Thematic conference on remote sensing for marine and coastal environments, -1998, v.2, - p. 411-418.

режимом, частым волновым перемешиванием всех горизонтов воды.

В то же время отмечается более заметная зависимость концентрации компонентов от сезонных, температурных колебаний, вызывающих синхронное снижение значений гидрохимических показателей.

Гидрологические и другие особенности Бакинской бухты позволяют утверждать, что после полного прекращения сброса загрязнённых сточных вод на акваторию произойдёт её самоочищение в течение 1 года, а донных отложений под воздействием турбулентной диффузии за 5 лет. Очевидным последствием сказанного является наблюдаемая в наши дни реконструкция береговой линии Бакинской бухты, сопровождаемая переносом основных портовых и других производственных сооружений на юг в район Алят.

Долгие годы отличительной чертой Бакинской бухты были плававшие на её поверхности пятна и полосы от аварийных разливов нефти. При этом определения их параметров контактным способом составили 275-140 мкм толщины, 1,7-0,625 мг/л концентрации в воде, что в среднем равнялись 204,2 мкм и 1,3 мг/л.

Как показали исследования, характер распределения веществ на акватории, даже в пределах одного и того же района не всегда одинаковы. Нередко встречаются совместно несколько разнонаправленных полей загрязнения, что связано с локальным различием природных особенностей изучаемой морской площади. Сезонная динамика не является единственным фактором перераспределения загрязняющих примесей на акватории. Более детально этот вопрос решается действием гидрометеорологических процессов, определяющих постоянство и уровень концентрации полей загрязнения.

Показана геолого-литологическая приуроченность концентрации техногенных примесей (фенолов, НУ, СПАВ), их зависимости от физико-механических свойств и гранулометрического состава донных отложений, дана схема группировки (рисунок 5) водной среды и грунтов акватории по степени загрязнённости нефтяными углеводородами.

Донная поверхность самой акватории в основном сложена новейшими горизонтально залегающими песчано-илистыми осадками, мощностью от нуля до нескольких метров. Она отличается мелководностью без значительного перепада глубин, если не считать искусственных выемок судоходных каналов северного и южного ковшей. Лишь местами на южной окраине бухты выделяются подводные скальные гряды, а на западной стороны пересыпи и бары Баиловской косы и Караван сарая.

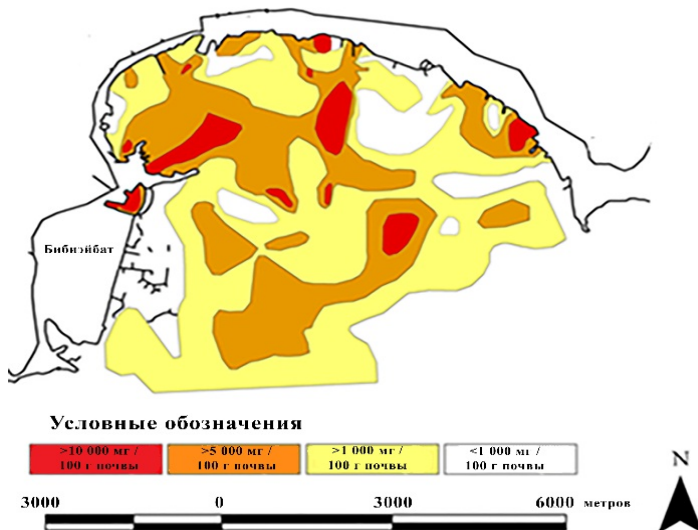


Рисунок 5. Концентрация нефтяных углеводородов в донных отложениях загрязнения в Бакинскую бухту

Максимальная концентрация нефтяных углеводородов (>10.000 мг/100 г почвы) в донных отложениях Бакинской бухты отмечена в основном в западной части района, а также в центральных районах. Минимальная концентрация нефтяных углеводородов (<1.000 мг/100 г почвы) в донных отложениях Бакинской бухты отмечена в основном в восточной части Бакинской бухты.

ВЫВОДЫ

1. В результате исследования изменчивости поля ветра над Каспием определено, что ветровой режим Бакинской бухты практически целиком зависит от воздушных потоков над морем. На основании повторяемости ветра по направлению и градациям скорости построена роза ветров, составлены соответствующие таблицы (9,13,24).

2. На основе длительных наблюдений оценены режимные характеристики течений Бакинской бухты. Определено, что дрейфовые течения развиваются только лишь в поверхностном слое (глубина не более 1,5 м). По данным наблюдений проанализированы и построены таблицы повторяемости направления и скорости течений в процентах по градациям, а также розы повторяемости течений. Доказано, что направление и скорость течений оказывают существенное влияние на циркуляцию вод и водообмен между морем и бухтой (1,12,13).

3. На основе анализа имеющихся данных наблюдений, было установлено, что наиболее сильное волнение в Бакинской бухте вызывается юго-восточными ветрами. Максимальные и средние длины волн для юго-западной и центральной частей Бакинской бухты, а также выбросы для всей акватории связаны с западными и восточными ветрами (3,4,10).

4. По данным модельных расчетов можно сказать, что при северных ветрах загрязнитель в основном распространяется в Азербайджанском секторе. Только после 15 дней сброса она достигает условную границу Иранского сектора. При восточных ветрах загрязнитель также в основном распространяется в Азербайджанском секторе и только после 20 дней достигает условной границы Туркменского сектора моря. Во всех случаях концентрация загрязнителя при удалении от источника уменьшается до предельно допустимой концентрации (ПДК) (2, 5, 7).

**Основное содержание диссертации опубликовано в
следующих работах**

1. Babayeva B.A. Dəniz səthində aktiv maddə təbəqqəsinin yayılmasının bəzi xüsusiyyətləri // – Bakı: Energetika problemləri, – 2009. №3-4, –s. 174-180 (Tatarayev T.M., Fərəcova L.N., Süleymanova F.S., Tatarayev M.T. ilə birlikdə).

2. Babayeva B.A. Dəniz səthində neft təbəqələrinin radiometrik kontrastının müşahidəsi və qiymətləndirilməsi // Beynəlxalq Elmlər Akademiyasının akademiki, texniki elmlər doktoru, professor Ocaqov Həbib Osman oğlunun 70 illik yubileyinə həsr olunmuş beynəlxalq elmi-praktik konfrans “Fövqəladə hallar və ətraf mühit”, – Bakı: – 15 - 16 dekabr, –2009. – s. 232-235 (Tatarayev T.M., Fərəcova L.N., Suleymanova F.S., Abuşev T.İ. ilə birlikdə).

3. Бабаева Б.А. Результаты комплексного исследования Северо-Апшеронского района Каспийского моря //Восьмая всероссийская открытая ежегодная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» сборник тезисов конференции, –Москва: 15-19 ноября, – 2010.– s. 238 (совместно с Татаряевым Т.М., Фараджевой Л.Н., Новрузовой К.Г).

4. Агарзаева Б.А. Современные физико-географические условия Бакинской бухты по данным комплексных наблюдений // “Korporativ idarəetmə və iqtisadiyyatın innovasiya inkişafı” beynəlxalq elmi-praktiki konfrans, – Bakı:– 31 mart, – 2011,– s. 161-165.

5. Babayeva B.A. Dənizdə çirkləndiricilərin yayılmasının sistem nəzəriyyəsi prinsipləri əsasında tədqiqi //– Sumqayıt: Sumqayıt Dövlət Universitetinin elmi xəbərləri. – 2011. Cild 11, №4, – s. 80-84 (Tatarayev T.M., Məmmədov A.Y., Novruzova K.G., Abuşov T.İ. ilə birlikdə).

6. Babayeva B.A. Xəzər dənizi Azərbaycan akvatoriyasının neft məhsulları ilə 2000-2010-cu illər ərzində çirklənməsi dinamikası // Azərbaycan Respublikası “Azərsu” açıq səhmdar cəmiyyətinin elmi-praktiki konfransı, – Bakı: – 14 oktyabr, – 2011, – s. 24-26 (Novruzova K.G., Abuşov T.İ., Rəhmətova C.R.

ilə birlikdə).

7. Babayeva B.A. Xəzərin Sumqayıt sahil zonasında aşqarların yayılmasının model hesablanması //“Müstəqil Azərbaycan Respublikasının 20 il ərzində su təchizatı və tullantı suların kənarlaşdırılması şisətlərinin inkişafı” mövzusunda elmi-praktiki konfrans, – Bakı: – 14 oktyabr, – 2011. – s. 32-34 (Tatarayev M.T., Novruzova K.G., Abuşov T.İ., Rəhimova C.R. ilə birlikdə).

8. Бабаева Б.А. О загрязнении грунтов на Азербайджанской акватории Каспийского моря //“İcmalari-əhalini, iqtisadiyyatı və ətraf mühiti mühafizəyə hazırlamaqda yerli icra hakimiyyəti orqanları və bələdiyyələrin qarşılıqlı fəaliyyəti” mövzusunda beynəlxalq elmi-praktik konfrans, – Bakı: –15-16 noyabr, – 2011.– s. 254-256 (совместно с Сулеймановой Ф.С., Абушовым Т.И., Агаевой С.К., Рзаевой М.А.).

9. Ağarzayeva B.A. Xəzər dənizi səth qatı temperaturun müasir məkan-zaman dəyişkənliyi //“Təbii fəlakətlərə daha çox məruz qalan regionlarda dayanıqlığın yüksəldilməsi, icmaların fəvqəladə hallara hazırlanması və əhali arasında risk mədəniyyətinin yüksəldilməsi” mövzusunda elmi-praktiki konfrans, – Bakı: – 19-20 noyabr, – 2012.– s. 167-169 (Tatarayev T.M., Fərəsova L.N., Calalova S.E. ilə birlikdə).

10. Агарзаева Б.А. Особенности рассеяния электромагнитных и звуковых волн в приводном слое атмосферы //– Sumqayıt: Sumqayıt Dövlət Universitetinin elmi xəbərləri. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2012. Cild 12, №4, – s. 76-81 (совместно сАллахверановым А.И., Абушовым Т.И., Рамазановым Ш.Д., Рахметовой Д.Р.).

11. Агарзаева Б.А. Определение коэффициентов горизонтального обмена в Бакинской бухте на основе полуэмпирической теории турбулентности // –Астана: Водное хозяйство Казахстана научно-информационный журнал. – 2013. №2 (52), –с. 47-53.

12. Babayeva B.A. Bakı buxtasında külək və axın sahələrinin ümumi səciyyəsi // “İnşaat kompleksində riskin qiymətləndirilməsi və təhlükəsizlik problemləri” mövzusunda beynəlxalq elmi-praktiki konfrans, – Bakı: – 25-26 aprel, – 2013, –

s. 270-273 (Novruzova K.G., Yusufli F.X., Axundova T.Ə., Qulamova R.Ə.ilə birlikdə).

13. Бабаева Б.А. Некоторые режимные характеристики течений в Бакинской бухте // “İnşaat kompleksində riskin qiymətləndirilməsi və təhlükəsizlik problemləri” mövzusunda Ümummilli lider Heydər Əliyevin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş beynəlxalq elmi-praktik konfrans, – Bakı: – 25-26 aprel, – 2013. – s. 364-367 (совместно с Новрузовой К.Г., Аскеровой С.А., Князевой В.Г).

14. Ağarzayeva B.A. Orta Xəzərin Azərbaycan akvatoriyasının neft məhsulları, fenollar və SSAM-a görə assimilyasiya həcminin tədqiqi // “Su təssərüfatı, mühəndis kommunikasiya sistemlərinin müasir problemləri və ekologiya” beynəlxalq elmi-praktiki konfransı, – Bakı: – 14-15 aprel, – 2014, – s. 264-268 (Tatarayev T.M., Novruzova K.G., Axundova M.X., Vəliyev A.V., Yuryeva E.L. ilə birlikdə).

15. Агарзаева Б.А. Некоторые результаты статистического анализа турбулентных процессов в Бакинской бухте // «Современные проблемы водного хозяйства, инженерно-коммуникационных систем и экология», – Баку: – 14 - 15 апреля, – 2014, – с. 268-271 (совместно с Татаравым Т.М., Талышхановой Р.М., Аскеровой С.А).

16. Агарзаева Б.А. Бакинская бухта и её экологическое состояние // «Хазарнефтьгазятаг – 2016» научно-практическая конференция, – Баку: – 22-23 декабря, – 2016, – с. 620-624 (совместно с Л.Н.Фараджевой, М.Т.Татаравым).

17. Ağarzayeva B.A. Xəzər dənizinin Azərbaycan akvatoriyasında çirkləndiricilərin həcminin tədqiqi // – Bakı: Su Problemləri: Elm və texnologiyalar jurnalı. – 2016. №4, – s. 121-127.

18. Ağarzayeva B.A. Ərazinin su tələbatını formalaşdıran amillərin təhlili (böyük Bakı ərazisinin təmsalında) // Ümummilli lider H.Əliyevin anadan olmasının 94-cü il dönmünə həsr olmuş “Qlobal iqtisadi şərait və Azərbaycanın iqtisadi-coğrafi mövqeyi” mövzusunda respublika elmi-praktiki konfransı, – Bakı: – 25 - 26 aprel 2017, – s. 323-329 (Ağarzayev T.M., Həmzəyeva İ.K. ilə

birlikdə).

19. Ağarzayeva B.A. Xəzərin sahilyanı ərazilərində səhralaşma prosesinin tədqiqi //– Bakı: Ekologiya və su təsərrüfatı elmi-texniki və istehsalat jurnalı. – 2017. №2,– s. 8-10. (Rzayeva S.G., Səfərova N.T., Nəcəfova A.N., Bağırova N.F., Paşayeva G.A. ilə birlikdə).

20. Агарзаева Б.А. Методы разделения углеводородов и определения состава нефти и газа //Azərbaycan Texniki Universiteti və Rusiya Federasiyası Metroloji Xidmət Elmi-Tədqiqat İnstitutu “Ölçmə və keyfiyyət: problemlər, perspektivlər” mövzusunda beynəlxalq elmi-texniki konfrans, – Bakı: – 21 - 23 noyabr – 2018, – s. 259-260 (совместно с А.К.Эфендиевой, И.Ш.Гасимовой, К.Ф.Исмаиловой, К.Р.Зулфигарлы, Х.Ш.Гусейновой).

21. Агарзаева Б.А. Виды биоресурсов Каспийского моря //IX international scientific and Technical Conference «Modern problems of water management, environmental protection, Architecture and construction», – Tbilisi: – 22 - 27 july, – 2019, – p. 44-48 (совместно с Фараджевой Л.Н., Татаревым М.Т).

22. Ağarzayeva B.A. Xəzər dənizinin ekoloji vəziyyətinin tədqiqi // – Lənkəran: Lənkəran Dövlət Universitetinin elmi xəbərləri. Riyaziyyat və təbiət elmləri. – 2020. ISSN 2617-8052,– s. 5-11.

23. Агарзаева Б.А. Исследование ветрового режима Бакинской бухты // – Симферополь: Ученые записки Крымского Федерального Университета имени В.И.Вернадского. География, Геология научный журнал. – 2020. Том 6 (72), №1, – s. 200-205.

24. Agharzayeva B.A. Research of the oil pollution in the Caspian Sea // – Baku: Geography and natural resources. – 2020. №1(11), – p. 85-88.

Защита диссертации состоится 20 мая 2021 года в 14⁰⁰ на заседании Диссертационного совета Д.01.091, действующего на базе Института Географии им. акад. Г.А.Алиева Национальной Академии Наук Азербайджана

Адрес: Az.1143, Баку, пр. Г.Джавида, 115, Институт Географии им. акад. Г.А.Алиева НАНА

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института Географии им. академика Г.А.Алиева. НАНА

Электронная версия диссертации и автореферата размещена на официальном сайте Института Географии www.igaz.az

Автореферат разослан по соответствующим адресам 20 апреля 2021 года

Подписано в печать: 20.04.2021

Формат бумаги: А5

Объем: 30546

Тираж: 100