

## 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ИЗУЧЕННОСТЬ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

### 1.1. Физико-географическая характеристика

Каспийское море является внутренним и расположено в обширной материковой депрессии на границе Европы и Азии. Каспийское море не имеет связи с океаном, что формально позволяет называть его озером, однако оно обладает всеми особенностями моря.

Каспийское море вытянуто в меридиональном направлении и расположено между  $47^{\circ}07'$  и  $36^{\circ}33'$  с. ш. и  $45^{\circ}43'$  и  $54^{\circ}03'$  в. д. Протяженность моря по меридиану около 1200 км, средняя ширина 310 км.

Площадь моря при отметке уровня  $-27,5$  м БС составляет 386,4 тыс. км<sup>2</sup>.

В физико-географическом отношении и по характеру подводного рельефа море делится на три части: северную, среднюю и южную. Условная граница между северной и средней частями проходит по линии о. Чечень — м. Тюб-Караган, между средней и южной — по линии о. Жилой — м. Куудли.

Шельф Каспийского моря в среднем ограничен глубинами около 100 м. Материковый склон, который начинается ниже бровки шельфа, заканчивается в средней части примерно на глубинах 500—600 м, в южной части, где он очень крутой, на 700—750 м.

У западного побережья шельф узкий, средняя ширина его 40 км. Еще более узкий шельф у южного побережья, где глубины около 400 м находятся в 5—10 км от берега. У восточного побережья шельф более обширный, средняя ширина его около 130 км (рис. 1.1).

Северная часть моря мелководная, средняя ее глубина 5—6 м, максимальные глубины 15—20 м расположены на границе со средней частью моря. Рельеф дна осложнен наличием банок, островов, бороздин.

Средняя часть моря представляет собой обособленную котловину, область максимальных глубин которой — Дербентская впадина — смещена к западному берегу. Средняя глубина этой части моря 190 м, наибольшая — 788 м. Западный склон Дербентской впадины узкий и крутой, восточный склон сильно растянут. Дно впадины представляет собой слабонаклоненную равнину с глубинами в основном от 400 до 600 м.

Южная часть моря отделена от средней Апшеронским порогом, являющимся продолжением Главного Кавказского хребта. Глубины над этим подводным гребнем не превышают 180 м. Наиболее глубоководная часть Южнокаспийской котловины с максимальной для моря глубиной 1025 м расположена восточнее дельты Куры. Над дном котловины поднимаются несколько подводных хребтов высотой до 500 м.

Берега Каспийского моря отличаются разнообразием. В северной части моря они довольно сильно изрезаны. Здесь расположены заливы Кизлярский, Аграханский, Мангышлакский и множе-

ство мелководных бухт. Заметные полуострова — Аграханский, Бузачи, Тюб-Караган, Мангышлак. Крупные острова в северной части моря — Тюлений, Кудалы. В дельтах Волги и Урала береговая линия усложнена множеством островков и протоков, часто меняющих свое положение. Много мелких островов и банок расположено и на других участках береговой линии.

Средняя часть моря имеет относительно ровную береговую черту. На западном побережье на границе с южной частью моря расположен Апшеронский полуостров. К востоку от него выделяются острова и банки Апшеронского архипелага, из которых наиболее крупный о. Жилой. Восточный берег Среднего Каспия более изрезан, здесь выделяется Казахский залив с бух. Кендерли и несколько мысов: Песчаный, Ракушечный, Суэ. Самый крупный залив этого побережья — Кара-Богаз-Гол — в 1980 г. отделен от моря дамбой.

Южнее Апшеронского полуострова располагаются острова Бакинского архипелага: Булла, Дуванный, Обливной, Свиной и др. Происхождение этих островов, а также некоторых банок у восточного побережья южной части моря (Ливанова, Жданова и др.) связано с деятельностью подводных грязевых вулканов, лежащих на дне моря. На восточном берегу расположены крупные заливы — Красноводский и Туркменский, а вблизи от него — о. Огурчинский.

В северной части моря приrost прибрежной суши происходит за счет мощного потока терригенного материала, участвующего в дельтообразовании. Преобладающий тип отложений — алевроит (песчанистый ил, ил). Крупные банки состоят из битой и целой ракушки.

У западного побережья Среднего Каспия питание береговой зоны обеспечивается материалом, приносимым горными речками и ручьями. Шельф сложен из мелкозернистых терригенных отложений: у берега это мелкий и средний песок, в зоне глубин 15—20 м — песчанистый ил и ил, на краю шельфа — пылеватый и мелкий песок. Материковый склон выложен песчанистым илом. В устьевых областях рек преобладает пылеватый песок.

Шельф восточного побережья моря сложен из крупного и среднего песка. Заметную примесь составляет ракуша. Пески у восточного побережья отличаются повышенной карбонатностью.

В Южном Каспии шельф у западного побережья состоит из мелкозернистых грунтов (песок, песчанистый ил), у восточного побережья — пески и ракуша. Дно глубоководных котловин покрыто илом, илистым песком и песчанистым илом.

Метеорологические условия в разных частях Каспийского моря неодинаковы вследствие его большой меридиональной протяженности.

Для северной части моря характерно преобладание восточных и юго-восточных ветров большую часть года. В средней части господствуют ветры северо-западного и юго-восточного направлений, в районе Апшеронского полуострова вследствие

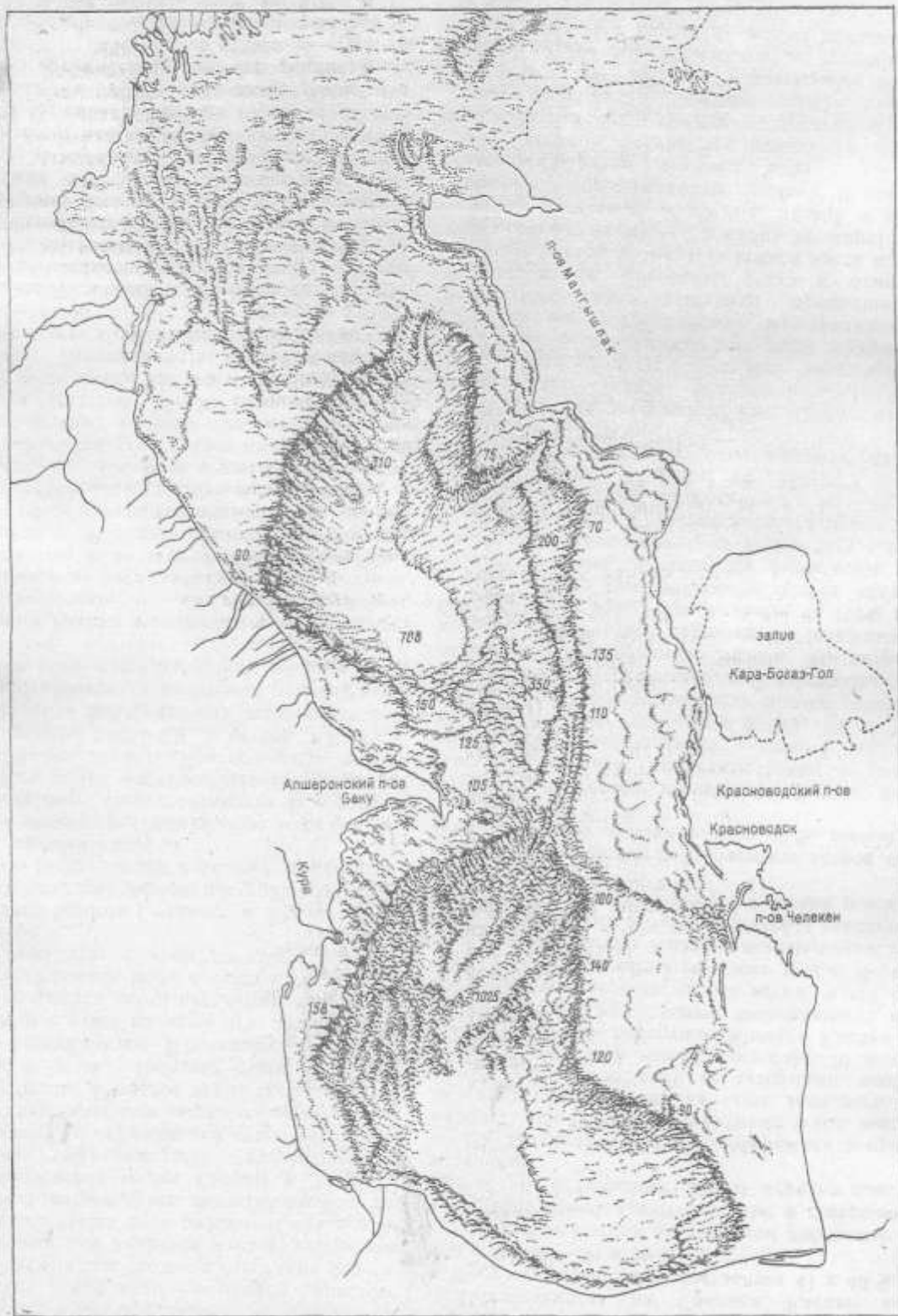


Рис. 1.1. Физико-географическая карта Каспийского моря [Г. В. Агапова, Л. С. Кулакова (1973)].

орографического эффекта — ветры северного и южного направлений.

В южной части моря на юго-западе преобладают северные и северо-восточные ветры, на крайнем юго-востоке зимой преобладают северо-западные ветры, летом — юго-восточные.

Над морем преобладают ветры со скоростями до 10 м/с (80—90%), повторяемость штормовых ветров менее 1%.

Сильные и штормовые ветры в основном северо-западного и юго-восточного направлений наблюдаются чаще всего весной и зимой вблизи западного побережья Среднего Каспия, особенно в районе Апшеронского полуострова. Реже отмечается штормовая деятельность над Северным Каспием, а также в юго-восточном и юго-западном районах моря.

Расположение Каспийского моря в разных климатических зонах обуславливает большие различия в распределении температуры воздуха над морем. Среднегодовые значения изменяются от 10°C в северной части моря до 17°C в южной. Самый холодный месяц — январь, самые теплые — июль и август.

В северной части моря и у восточного побережья Среднего Каспия среднемесячная температура воздуха в январе составляет -5... -10°C, в районе Махачкалы -1... -5°C.

В летний период среднемесячная температура воздуха по всему морю 24—26°C, причем наиболее высокие значения характерны для юго-восточного района (в Красноводске около 28°C).

Распределение осадков по акватории моря крайне неравномерное. У западного побережья южной части моря оно колеблется от 65 (Нефтяные Камни) до 1250 мм в год (Ленкоранская зона). К северу от Апшеронского полуострова количество осадков составляет 400—430 мм. Восточное побережье отличается сухостью, максимальное количество осадков не превышает 15—20 мм.

На иранском побережье с влажным климатом выпадает до 1000—2000 мм осадков в год.

В северной части моря ежегодно в ноябре появляется лед. В суровые зимы льдом покрывается вся акватория северной части, в мягкие зимы лед держится на мелководье в пределах 2—3-метровой изобаты.

Появление льда в средней и южной частях моря приходится на декабрь—январь. У восточного побережья лед местного происхождения, у западного — чаще всего приносной из северной части моря.

В суровые зимы у восточного побережья средней части моря замерзают мелководные заливы, у берегов образуются забереги и припай, у западного побережья дрейфующий лед в аномально холодные зимы распространяется до Апшеронского полуострова.

Исчезновение ледяного покрова наблюдается во второй половине февраля — марте.

Температура воды подвержена значительным широтным изменениям, наиболее отчетливо выраженным в зимний период, когда температура изменяется от 0—0,5°C у кромки льда на севере моря до 10—11°C на юге, т. е. разность температуры воды составляет около 10°C.

Температура воды у западного побережья на 1—2°C выше, чем у восточного.

В открытом море температура воды выше, чем у побережий: на 2—3°C — в средней части и на 3—4°C — в южной части моря.

В зимний период распределение температуры с глубиной более однородное, чему способствует зимняя вертикальная циркуляция. В умеренные и суровые зимы в северной части моря и мелководных заливах восточного побережья температура воды понижается до температуры замерзания.

Весенний прогрев воды выравнивает горизонтальные градиенты, и разность температур между прибрежными районами и открытым морем не превышает 0,5°C. Прогрев поверхностного слоя нарушает однородность в распределении температуры с глубиной.

Для летнего периода характерна горизонтальная однородность в распределении температуры в поверхностном слое: в средней части моря 24—25°C, в южной 25—26°C, на юго-востоке до 27—28°C. Максимальная температура воды наблюдается в августе.

У восточного побережья Среднего Каспия в летние месяцы ежегодно с различной интенсивностью наблюдается подъем холодных глубинных вод и как следствие понижение температуры на поверхности воды (7—15°C).

В открытых районах моря в конце мая — начале июня начинается формирование слоя скачка температуры, который наиболее четко выражен в августе. Чаще всего он располагается между горизонтами 20 и 30 м в средней части моря и 30 и 40 м в южной. В средней части моря вследствие сгона у восточного побережья слой скачка поднимается близко к поверхности.

Осенью при интенсивном охлаждении слой скачка размывается и к концу ноября исчезает. В открытом море температура воды в поверхностном слое понижается в средней части до 12—13°C, в южной — до 16—17°C.

Сезонные изменения температуры воды заметно проявляются в верхнем 100-метровом слое. В придонных слоях моря температура в течение года составляет около 4,5°C в средней части и 5,8—5,9°C в южной.

Соленость воды особенно резко изменяется в северной части моря: от 0,1‰ в устьевых областях Волги и Урала до 10—11‰ на границе со Средним Каспием. В средней и южной частях моря колебания солености невелики. В основном она составляет 12,6—13,0‰, увеличиваясь с севера на юг и с запада на восток. С глубиной соленость возрастает незначительно (на 0,1—0,2‰).

Уровень Каспийского моря подвержен значительным колебаниям, обусловленным изменениями водного баланса и, прежде всего, стока Волги.

За историческое время уровень моря претерпевал значительные колебания, продолжающиеся и в современных условиях.

В начале XX в. уровень был относительно стабилен. Затем произошло его резкое понижение с 1929 по 1941 г. на 1,9 м. К 1956 г. уровень стал ниже по сравнению с 1929 г. на 2,5 м. В 1956—1970 гг. положение уровня несколько стабилизировалось, но с 1971 г. уровень снова стал понижаться и в 1977 г. достиг самого низкого значения



за текущее столетие: —29,0 м. По сравнению с 1900 г. он понизился на 3,5 м. С 1978 г. уровень начал повышаться и к 1992 г. достиг отметки —27,3 м.

Для годового хода уровня характерны максимум в июне—июле и минимум в феврале. Размах внутригодовых колебаний составляет 30—35 см.

Сгонно-нагонные колебания уровня проявляются по всему морю, но наиболее значительны они в мелководной северной части, где при максимальных нагонах уровень может повыситься на 2,0—4,5 м, при сгонах—понизиться на 1,0—2,5 м. В средней и южной частях моря сгонно-нагонные колебания уровня меньше. У западного побережья они составляют 60—70 см, у восточного—30—40 см. В редких случаях значения сгонов и нагонов достигают 1,0—1,5 м.

Сгонно-нагонные изменения уровня вызываются устойчивыми штормовыми ветрами и проявляются в различных районах моря неодинаково. Ветры северной четверти способствуют сгону воды в северной части и нагону у северного побережья Апшеронского полуострова и в южных районах моря; при восточном и юго-восточном ветрах происходит нагон в северной части моря и прилегающих к ней районах западного побережья и сгон в южном и юго-восточном районах моря. Средняя продолжительность нагонов и сгонов в большинстве случаев составляет 10—12 ч, наибольшая—24 ч и в редких случаях около двух суток. Приливы и сейшевые колебания уровня на Каспийском море выражены весьма четко, но не достигают больших значений.

Течения в море носят в основном ветровой характер. В западной части Северного Каспия наиболее часто наблюдаются течения западной и восточной четвертей, в восточной—юго-западные и южные. Течения, обусловленные стоком Волги и Урала, прослеживаются лишь в пределах устьевом взморья. Преобладающие скорости течений 10—15 см/с, в открытых районах Северного Каспия максимальные скорости около 30 см/с.

В прибрежных районах средней и южной частей моря в соответствии с направлениями ветра наблюдаются течения северо-западного, северного, юго-восточного и южного направлений, у восточного побережья часто имеют место течения восточного направления. Вдоль западного побережья средней части моря наиболее устойчивые течения—юго-восточные и южные. Скорости течений в среднем около 20—40 см/с, максимальные достигают 50—80 см/с. Существенную роль в циркуляции вод моря играют и другие виды течений—градиентные, сейшевые, инерционные.

Преобладающие направления волнения в северной части моря такие же, как и ветра,—восточное и юго-восточное. Высота волн уменьшается в направлении с юга на север по мере уменьшения глубины моря. Предельные высоты  $h_{0,1\%}$  = 6 м возможны только на свале глубин между северной и средней частями моря. Далее к северу

и востоку на глубинах порядка 6—7 м наибольшая высота  $h_{0,1\%}$  не превышает 3 м.

В средней части моря сильное волнение развивается при господствующих северо-западных и юго-восточных ветрах. В летние месяцы по всему морю преобладает волнение северо-западного и северного направлений. В зимний сезон в районе Дербентской впадины и вблизи Махачкалы повторяемость северо-западного и юго-восточного волнения почти одинакова.

Наибольшие для моря высоты волн наблюдаются на акватории, примыкающей к Апшеронскому полуострову. По расчетам очень редко здесь можно ожидать волны высотой, превышающей 10 м. В юго-западном районе моря преобладает северо-восточное волнение.

## 1.2. Гидрометеорологическая изученность

Первые стационарные гидрометеорологические наблюдения на Каспийском море были выполнены в XVIII в. военным врачом И. Лерхе, который в 1732 г. провел их в Астрахани, Баку, Дербенте, Низовой Пристани и в устье р. Сулак. Первые метеорологические станции на Каспийском море (1827—1830 гг.) открывались различными ведомствами и выполняли ограниченный комплекс наблюдений. В 1837 г. академик Э. Х. Ленц организовал водомерный пост в Баку. В разные годы производились наблюдения на береговых и плавучих маяках.

До образования Советского государства сеть морских станций была весьма ограниченной, а в годы гражданской войны (1918—1920 гг.) закрылись все гидрометеорологические станции, за исключением Махачкалы. Восстановление и развитие сети гидрометеорологических станций началось с организации в 1922 г. гидрометеорологической службы в Азербайджане. С 1929 по 1936 г. на всем побережье моря была создана сеть гидрометеорологических станций и постов. В период Великой Отечественной войны наблюдения проводились с перерывами [224, 342].

В табл. 1.1 показано развитие сети морских пунктов наблюдений по десятилетиям за время с 1900 по 1990 г. Наибольшее их количество приходилось на 30—60-е годы. С 1970 г. количество станций уменьшилось до 31 (рис. 1.2).

Для изучения гидрометеорологических особенностей устьевых областей Волги, Куры, Терека и Сулака были открыты устьевые станции Волжская (1951 г.), Куринская (1960 г.) и Терско-Сулакская (1970 г.).

В начале 50-х годов на гидрометслужбу было возложено изучение гидрометеорологического режима нефтеносных акваторий. С этой целью в 1952 г. на Нефтяных Камнях была открыта специализированная гидрометстанция, а также ряд станций и постов на отдельных основаниях и эстакадах в районе нефтепромыслов Апшеронского

Таблица 1.1

Период наблюдений, годы	1900—1910	1911—1920	1921—1930	1931—1940	1941—1950	1951—1960	1961—1970	1971—1980	1981—1989
Количество пунктов наблюдений	6	11	24	45	48	54	40	32	31

района и дагестанского побережья. Для оперативного обслуживания нефтяников по данным наблюдений ежегодно составлялись гидрометеорологические обзоры по районам морских нефтепромыслов.

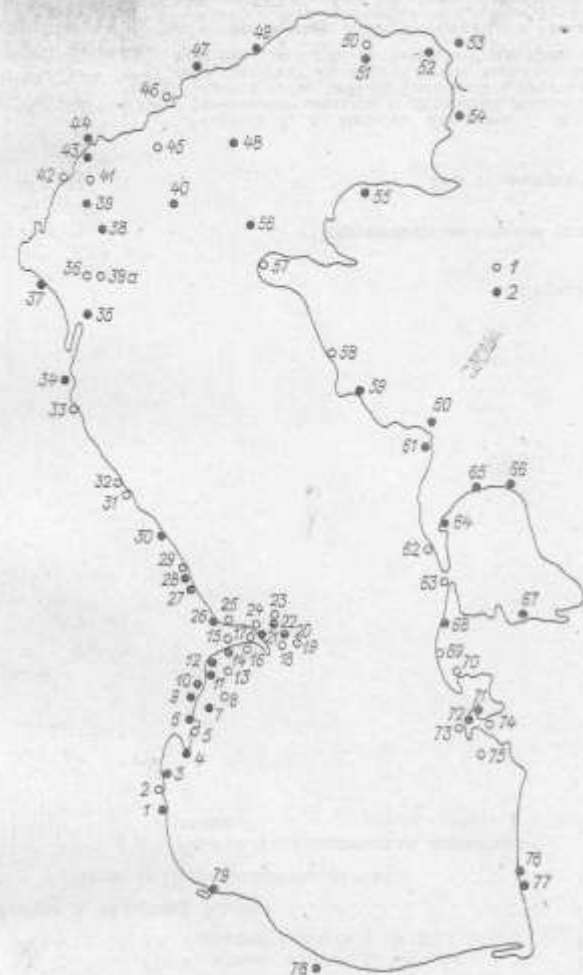


Рис. 1.2. Схема расположения прибрежных пунктов наблюдений.

1 — действующие; 2 — закрытые.

В 1961 г. из существующих станций была выделена постоянная сеть береговых гидрометстанций и рейдовых пунктов для изучения межгодовых и многолетних изменений элементов гидрометеорологического режима моря. В качестве «вековых» в северной части были выбраны пункты — Остров Кулалы, Остров Тюлений, Астраханский приемный плавмак, в средней и южной — Махачкала, Нефтяные Камни, Баку, Зюйдостовый Култук, Огурчинский остров, Красноводск, Бекдаш. Четыре из них были закреплены как «вековые» уровенные пункты: Баку, Форт-Шевченко, Красноводск, Махачкала.

Для упорядочения материалов уровенных наблюдений в 1961 г. на Каспийском море был введен единый «нуль» поста — 28,00 м и все имеющиеся наблюдения систематизированы и сведены в «Каталог уровенных наблюдений» (1963 г.).

Открытые районы Каспийского моря с начала XVIII до XIX в. изучались в основном в гидрографическом отношении. Первая экспедиция с целью

составления навигационных карт была проведена по заданию Петра I А. Бековичем-Черкесским. Были составлены подробная карта восточного берега моря от Астрахани до границы с Персией (1715 г.) и полная карта Каспийского моря. Проведенные в XVIII в. экспедиции Ф. И. Соколова, А. Е. Колодкина, И. В. Толмачева, Л. Л. Ладженского, С. Г. Гмелина, М. И. Войновича были направлены на уточнение карт Каспийского моря. На карту были нанесены открытые заливы, бухты, острова, отмели и банки. Во второй половине XIX в. выполнялись комплексные экспедиции, в которых наряду с гидрографическими работами изучались фауна и флора, течения, грязевой вулканизм.

В 1847 г. было проведено полное обследование зал. Кара-Богаз-Гол, включая гидрографическую съемку, промеры, измерения течений, взятие проб грунта.

С 1856 по 1867 г. на Каспийском море работала гидрографическая экспедиция под руководством Н. А. Ивашинцева. По материалам этой экспедиции были составлены подробные высокоточные навигационные карты моря, выполнены промеры в открытых районах и составлена первая батиметрическая карта.

В 1904 г. по инициативе и на средства Общества рыболовства и рыбоводства и Департамента земледелия при содействии Русского географического общества на Каспии более трех месяцев работала экспедиция по исследованию сельдяного промысла, которой руководил Н. М. Книпович. Работы охватывали все районы моря, особое внимание было уделено глубоководной части. Экспедиция выполнила большое количество химических исследований, провела многочисленные наблюдения за температурой, плотностью, цветом и прозрачностью воды, течениями. Направление и скорость течений определялись вертушкой Экмана, закупоренными бутылками, привязными поплавками.

Впервые было выявлено вертикальное распределение температуры воды в северной, средней и южной частях моря; установлено исключительно низкое содержание кислорода в глубоководных районах ниже горизонта 200 м и как следствие отсутствие органической жизни. В слое воды ниже 600—700 м было обнаружено наличие сероводорода. По материалам наблюдений была предложена общая циклоническая схема течений, охватывающая все море.

В 1912—1913 гг. была проведена вторая промысловая экспедиция Н. М. Книповича, позволявшая собрать большое количество океанографических данных. Исследования проводились в основном в средней и северной частях моря.

В 1914—1915 гг. в течение пятнадцати месяцев работала третья экспедиция под руководством Н. М. Книповича, во время которой собран большой материал по гидрологии, биологии и промыслам всего моря и впервые были получены сведения о сезонных изменениях гидрологических и биологических явлений. Результаты исследований 1904—1915 гг. обобщены в «Трудах Каспийской экспедиции».

В связи с возрастающим интересом к природным богатствам зал. Кара-Богаз-Гол в этом районе были проведены экспедиции в 1897 и 1909 гг.

Комплексные исследования в заливе, выполненные И. Б. Шпиндлером, Н. И. Адрусовым, Н. С. Курнаковым, А. И. Лебединцевым, Н. И. Подкапаевым, дали важные практические результаты.

Для определения запасов глауберовой соли и разработки способов ее добычи в 1921 г. в зал. Кара-Богаз-Гол была проведена экспедиция под руко-

ководством гидрохимического режимов моря. На Каспийском море было установлено 8 гидрологических («вековых») разрезов, которые выполнялись каждую декаду. Наблюдения на этих разрезах выполняются и в настоящее время (рис. 1.3).

Развитие морской нефтедобычи, промышленное освоение новых морских нефтегазоносных место-



Рис. 1.3. Схема расположения океанографических станций на «вековых» (а) и стандартных (б) разрезах и рейдовых пунктах (в).

водством Н. С. Курнакова. Экспедиция 1934—1935 гг. Академии наук СССР решила проблему эксплуатации нового сырья — погребенных рас-  
солов.

Комплексная океанографическая съемка всего моря под руководством С. В. Вруевича была организована ВНИРО в 1934 г. В дальнейшем по инициативе этого института довольно регулярно до 1943 г. проводились гидрохимические съемки на 4—5 стандартных гидрологических разрезах в Среднем и Южном Каспии.

В начале 1958 г. Главное управление по гидрометеорологии СССР приняло решение об упорядочении исследований на морях по изучению межгодовой и межсезонной изменчивости их гидрологического режима. На Каспийском море с этой целью в 1958—1960 гг. были проведены сезонные съемки моря на 10—12 гидрологических разрезах, в том числе заливов и прибрежных районов.

На основании проведенных исследований в 1961 г. Главным управлением по гидрометеорологии СССР было введено «Положение о „вековых“ наблюдениях на морях» для изучения многолетней изменчивости гидрометеорологического и

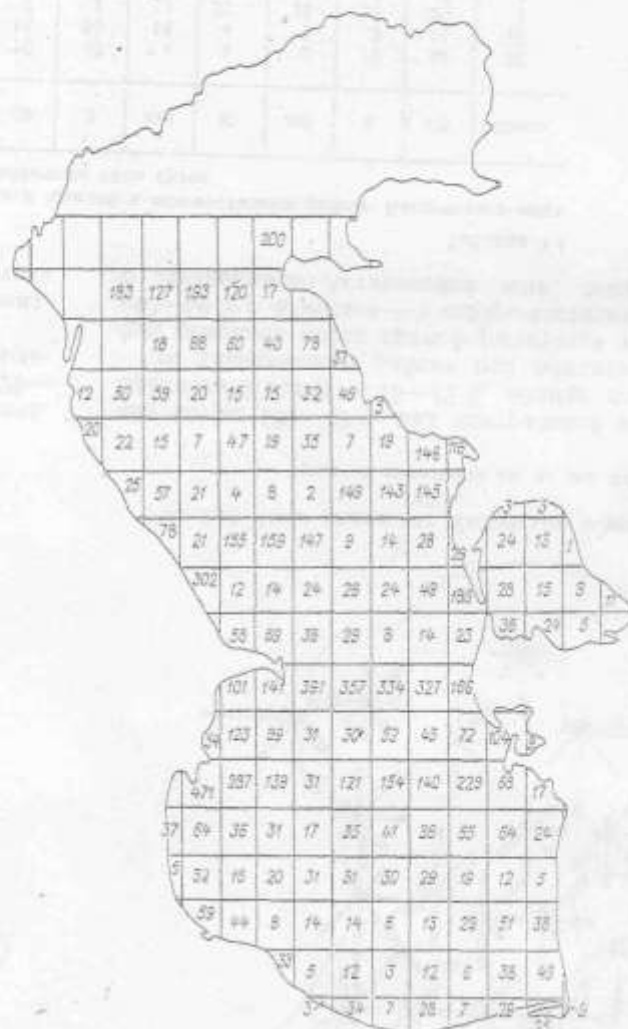


Рис. 1.4. Количество океанографических станций по 30-минутным квадратам (общее количество — 9446) в средней и южной частях Каспийского моря (1897—1988 гг.).

рождений вызвало необходимость изучения течений и волнения в этих районах. Обширные экспериментальные исследования, проведенные в 1950—1955 гг. по программе института Гипроморнефть и ГОИНа, позволили разработать метод расчета волнения и ветра над морем.

С 1958 г. интенсивно ведется изучение течений в эксплуатируемых и перспективных нефтегазоносных районах с помощью самописцев течений на специальных разрезах, полигонах, якорных и буйковых станциях. Обширные комплексные исследования по изучению природных условий для обеспечения судоходства, рыбного хозяйства, ирригации проведены в устьевых областях крупных рек Каспийского моря: Волги, Урала, Терека, Сулака, Куры.

Развитие промышленности на побережье моря, рост морской добычи, судоходство вызвали загрязнение вод моря отходами химического, нефтеперерабатывающего производства. В связи с этим с 1966 г. началось выполнение экспедиционных работ по Программе государственного контроля за состоянием загрязнения моря и устьев рек по гидрохимическим и гидробиологическим показателям.

Экспедиционные исследования на Каспийском море, кроме гидрометеорологической службы, проводят многие ведомства и учреждения: АН Азербайджана, КаспНИРХ, АзНИИ по добыче нефти и газа, МГУ, Институт водных проблем АН СССР и др.

Многолетние материалы исследований обобщены во многих монографиях, справочниках, статьях.

Данные наблюдений опубликованы в «Морских ежегодниках» (с начала наблюдений по 1960 г.), в «Морских гидрометеорологических ежемесячниках» (1961—1975 гг.) и с 1976 г. по настоящее время в «Ежегодных данных о режиме и качестве вод морей и устьев рек». Эти издания содержат также характеристики гидрометеорологического и гидрохимического режимов, где показаны их годовые и сезонные изменения.

Состояние общей изученности средней и южной частей моря за 1897—1988 гг. показано на рис. 1.4.