

6. ПЛОТНОСТЬ ВОДЫ

6.1. Используемые материалы

Для исследования многолетних и сезонных изменений плотности воды в средней и южной частях Каспийского моря использованы материалы гидрологических наблюдений на разрезах: о. Чечень—п-ов Мангышлак, Дивичи—Кендерли, о. Жилой—м. Куули, о. Куринский Камень—о. Огурчинский с 1955 по 1984 гг., а также наблюдения на стандартных разрезах: Махачкала—Сагындык, о. Камень Игнатия—п-ов Челекен, которые эпизодически выполнялись с 1936 по 1960 гг.; привлекались и рейдовые наблюдения. По данным наблюдений для каждого сезона (февраль, апрель, август, ноябрь) вычислены среднепогодные значения условной плотности каждой станции разреза

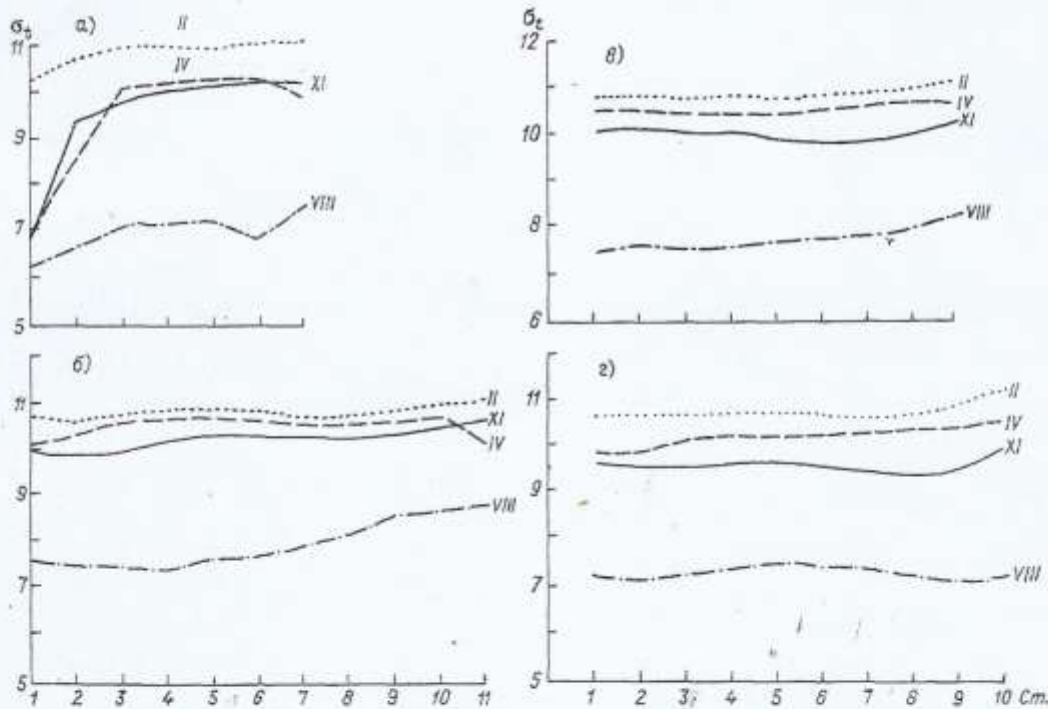


Рис. 6.1. Изменение с запада на восток среднепогодной условной плотности (усл. ед.) на поверхности в феврале, апреле, августе, ноябре по станциям «вековых» разрезов.
а — о. Чечень — п-ов Мангышлак; б — Дивичи — Кендерли; в — о. Жилой — м. Куули; г — о. Куринский Камень — о. Огурчинский.

зов по всем горизонтам. На основании этих данных построены графики вертикального распределения плотности по каждому разрезу, графики сезонного хода для каждой станции разреза, которые затем были использованы для построения схем распределения плотности по площади моря.

На большей части Каспийского моря изменения температуры воды в течение года значительно превышают изменения солености, поэтому распределение плотности на поверхности и в толще воды

зависят главным образом от температуры. В некоторых районах, где формируются высокосоленые воды или, наоборот, опресненные, влияние солености на плотность сравнимо с влиянием температуры.

На формирование поля плотности в разные сезоны года оказывают влияние и другие факторы, определяющие гидрологическую структуру вод, в том числе неоднородности температуры воздуха, воздействие ветра, ледовые процессы и материковый сток.

6.2. Сезонные изменения

Условная плотность в поверхностном слое воды изменяется от 6,5 усл. ед. в августе до 11,1 усл. ед. в феврале. В придонном слое значения плотности

мало зависят от сезона и все время равны 11,1—11,2 усл. ед.

Значительных различий в значениях плотности между зимним, весенним и осенним сезонами нет, хотя, надо отметить, что весной и осенью плотность воды несколько ниже, чем зимой: на 0,1—0,5 усл. ед. — весной и до 1,0 усл. ед. — осенью.

Значительно отличается плотность в летнее время. По сравнению с остальными сезонами года она на 3,0—3,5 усл. ед. ниже и составляет 6,5—7,4 усл. ед. (рис. 6.1).

На рис. 6.2 показаны межгодовые изменения плотности по данным наблюдений на центральных глубоководных станциях «вековых» разрезов зимой (февраль) и летом (август) с 1958 по 1984 г.

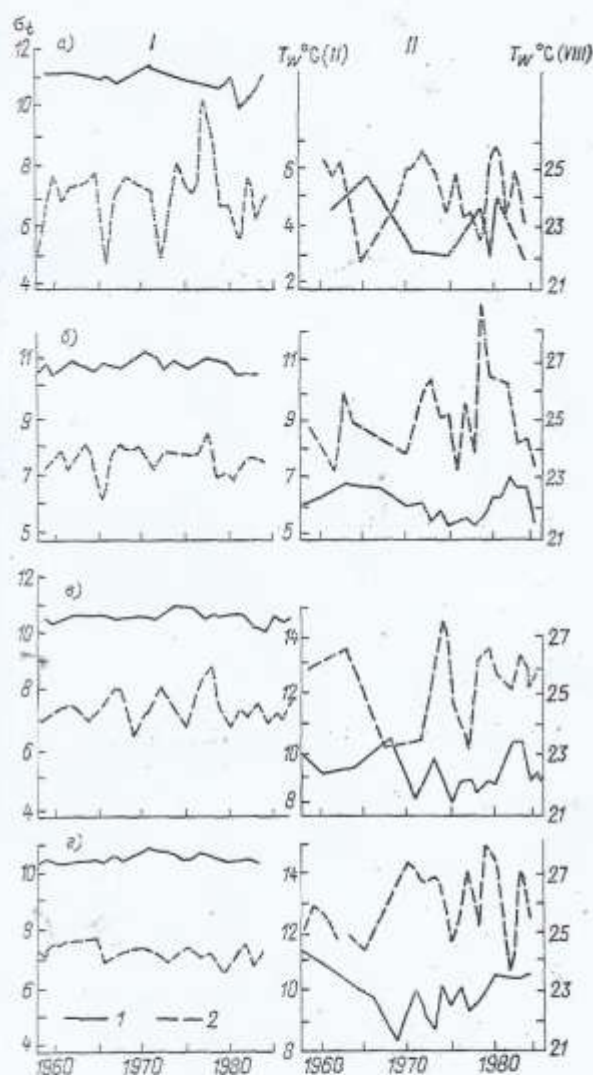


Рис. 6.2. Межгодовые изменения условной плотности (усл. ед.) (I) и температуры (II) на поверхности в открытом море в 1958—1984 гг. в феврале (I) и августе (2) на разрезах.

а — о. Чечень — п-ов Мангышлак (ст. 5); б — Дивичи — Кендерли (ст. 6); в — о. Жилой — м. Куузли (ст. 8); г — о. Куринский Камень — о. Огурчинский (ст. 9).

Для зимнего сезона характерны незначительные межгодовые колебания плотности (около 0,5 усл. ед.) по всем районам моря. В летний сезон межгодовые изменения более значительны, особенно в районе, приграничном с северной частью, где они достигают 1,0—3,0 усл. ед. Несколько меньше межгодовая разность (1,5—2,0 усл. ед.) в средней части моря и на границе с Южным Каспием. Более устойчив режим плотности в глубоководных районах южной части моря (ст. 6 разреза о. Куринский Камень — о. Огурчинский), где в течение ряда лет изменения плотности в августе оставались в пределах 0,4—0,9 усл. ед.

6.3. Распределение плотности в море

Зимой (февраль) плотность в поверхностном слое уменьшается от северных районов (разрез о. Чечень — п-ов Мангышлак) к югу (разрез о. Куринский Камень — о. Огурчинский) от 11,0—11,1 до 10,6 усл. ед. Поле плотности в феврале, кроме широтных различий, характеризуется и различиями с запада на восток, особенно на разрезах о. Чечень — п-ов Мангышлак и о. Куринский Камень — о. Огурчинский, на которых плотность соответственно меняется от 10,4 до 11,2 усл. ед. и от 10,6 до 11,1 усл. ед. (рис. 6.3, 6.4). Повышенные значения плотности у восточного побережья обусловлены более низкой температурой воды в феврале. В отдельные годы среднемесячная температура воды у берега опускается до 0°C и ниже, а ледообразование способствует повышению солености. Низкие значения плотности в узкой прибрежной зоне в районе о. Чечень и в районе, прилегающем к устью р. Куры (ст. 1 разреза о. Куринский Камень — о. Огурчинский) обусловлены влиянием речных вод.

Вертикальное распределение плотности зимой формируется под воздействием ветрового и конвективного перемешивания. На разрезе о. Чечень — п-ов Мангышлак ввиду мелководности высокие значения плотности (около 11,0 усл. ед.) в восточной части прослеживаются до дна, а в западной, в связи с низкими значениями солености, создается устойчивая стратификация (рис. 6.5).

Весной таяние льда в северной части моря и перенос опресненных вод течениями вдоль западного побережья средней части способствуют образованию значительных горизонтальных градиентов плотности. Плотность изменяется от 7,0 усл. ед. на севере средней части моря до 10,2 усл. ед. у пос. Дивичи и до 10,1 усл. ед. у п-ова Мангышлак. Южнее этих районов поле плотности выравнивается и разность ее значений у восточного и западного побережий составляет 0,2—0,5 усл. ед. В южной части моря различия между значениями плотности у западного и восточного побережий немного увеличивается (до 0,6 усл. ед.) вследствие опресняющего влияния вод Куры. В апреле на разрезе о. Куринский Камень — о. Огурчинский среднемесячная плотность у западного побережья равна 9,8 усл. ед., у восточного — 10,4 усл. ед. (рис. 6.4 б).

Влияние речного стока с глубиной уменьшается, и на горизонтах 30—50 м различия в плотности между западным и восточным районами моря, а также вдоль западного побережья почти исчезают. Для вертикального распределения плотности характерна устойчивая стратификация в верхнем 100-метровом слое, особенно отчетливо выраженная у западного побережья. Для глубинных слоев характерно однородное распределение плотности (11,0—11,1 усл. ед.).

Разность между значениями плотности на поверхности и в придонном слое составляет в средней части (разрез Дивичи — Кендерли) 0,5 усл. ед., в южной части (разрез о. Куринский Камень — о. Огурчинский) 0,9 усл. ед.

Летом высокая температура воды способствует понижению плотности, и в поверхностном слое

в августе она изменяется от 6,5 до 8,4 усл. ед. (рис. 6.4в).

Для пространственного распределения характерно увеличение плотности с запада на восток (до 2,0 усл. ед.) в средней части моря и уменьшение (на 1,0—3,0 усл. ед.) в южной части. Высокие значения плотности наблюдаются у восточного

ности на границах пикноклина — 8,0 и 10,0 усл. ед. (рис. 6.6).

Особенностью положения пикноклина в средней части моря (разрез Дивичи—Кендерли) является его приподнятость к поверхности у восточного побережья, а у западного побережья верхняя граница пикноклина располагается на горизонте

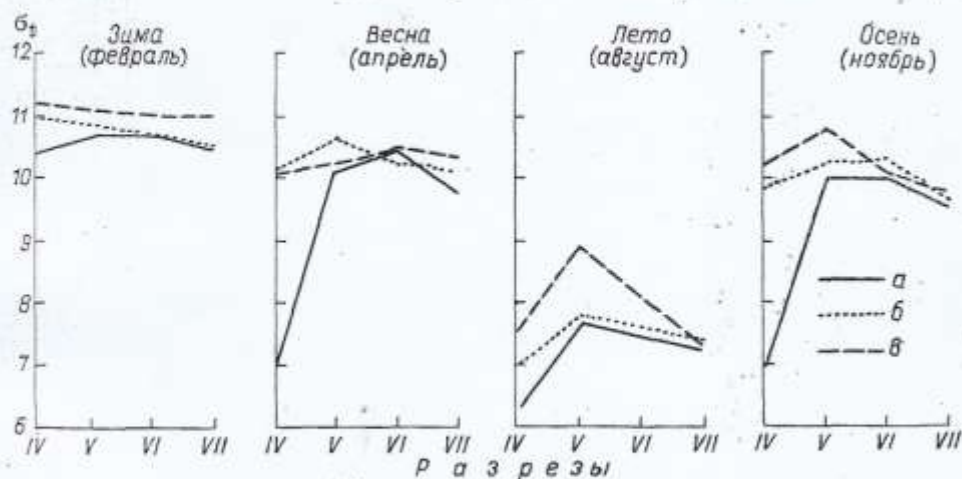


Рис. 6.3. Изменение среднеемноголетней условной плотности (усл. ед.) с севера на юг по сезонам: у западного побережья (а), в открытом море (б), у восточного побережья (с) по данным «вековых» разрезов: о. Чечень—п-ов Мангышлак (IV); Дивичи—Кендерли (V); о. Жилой—м. Куули (VI); о. Куринский Камень—а. Огурчинский (VII).

побережья вследствие подъема глубинных вод в поверхностный слой, происходящего ежегодно с различной интенсивностью. Минимальные значения плотности в основном сохраняются в северо-западном районе моря и вызваны опресняющим воздействием речных вод (рис. 6.3, 6.4в).

10 м и толщина его не превышает 25 м. Значения плотности на границах пикноклина те же, что и на разрезе о. Чечень—п-ов Мангышлак—8,0—10,0 усл. ед. (рис. 6.6б). По мере продвижения на юг пикноклин, так же как и термоклин, опускается ниже. На границе между средней и юж-

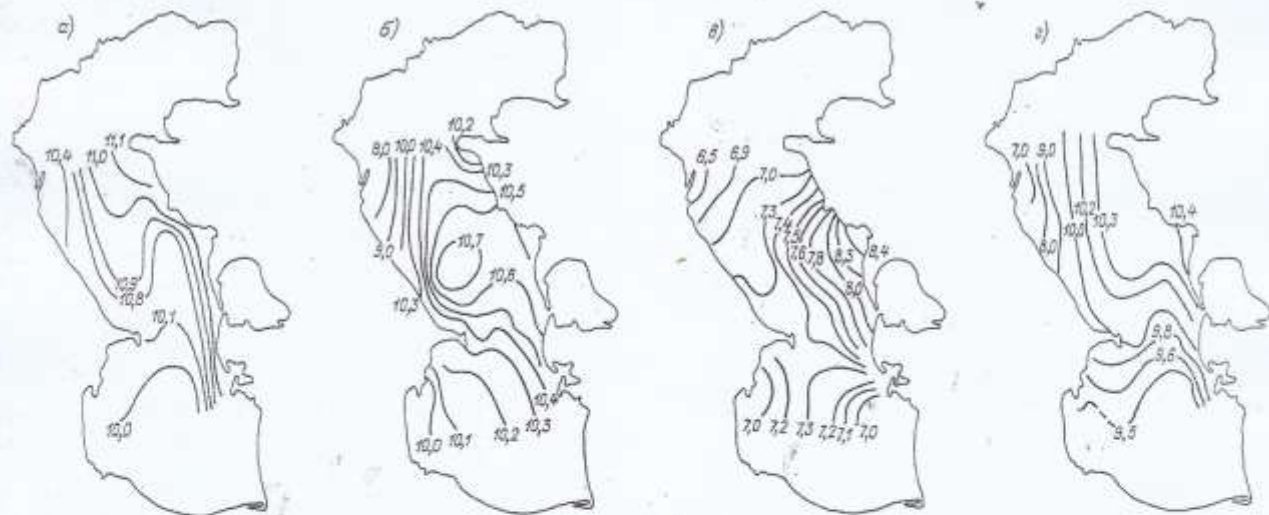


Рис. 6.4. Среднеемноголетняя условная плотность (усл. ед.) на поверхности моря. а — февраль; б — апрель; в — август; г — ноябрь.

Для вертикального распределения плотности в летний период характерно формирование слоя пикноклина, приуроченного к термоклину. На границе между средней и северной частями (разрез о. Чечень—п-ов Мангышлак) верхняя граница пикноклина расположена в западной и центральной частях разреза на горизонте 15 м. У восточного побережья она приподнята до горизонта 5 м, а нижней границей служит дно. Значения плот-

ной частями моря (разрез о. Жилой—м. Куули) верхняя граница пикноклина располагается на горизонте 20 м в западной части и 10 м — в восточной, у самого берега (ст. 8—9 разреза) пикноклин выходит на поверхность. Толщина пикноклина на этом разрезе 20 м.

В южной части моря (разрез о. Куринский Камень—о. Огурчинский), в отличие от средней части, пикноклин так же, как и термоклин, распола-

гается более глубоко. Верхняя его граница (8,0 усл. ед.) залегает в западной части разреза на горизонте 30 м, а в восточной — на 20 м. Максимальная толщина пикноклина (30 м) — в центральных районах южной части моря. Ниже слоя пикноклина как в средней, так и в южной частях моря плотность выравнивается и составляет 10,5—

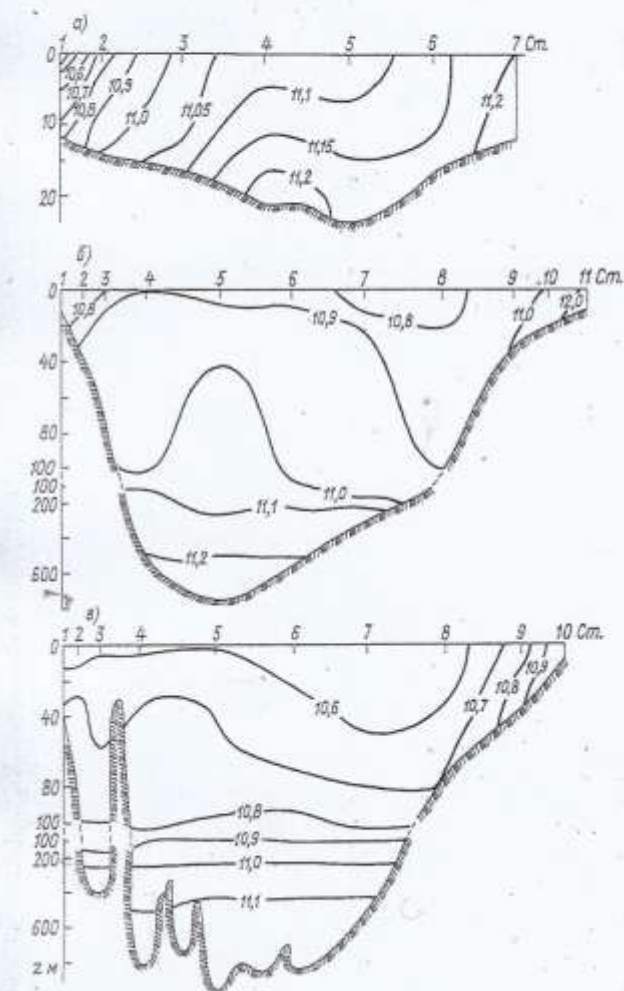


Рис. 6.5. Вертикальное распределение условной плотности (усл. ед.) по среднееголетним данным на разрезах в феврале.

а — о. Чечень — п-ов Мангышлак; б — Дивичи — Кендерли; в — о. Куринский Камень — о. Огурчинский.

11,2 усл. ед. На разрезе Дивичи — Кендерли она меняется от 10,5 до 11,2 усл. ед., на разрезе о. Жилой — м. Куули — от 10,5 до 11,0 усл. ед., а на разрезе о. Куринский Камень — о. Огурчинский — от 10,5 до 11,1 усл. ед. (рис. 6.6а).

Осенью отмечается выравнивание плотности с глубиной вследствие начала развития конвекции. Наиболее сильное охлаждение происходит в северных районах средней части моря.

Вертикальное распределение плотности на разрезе о. Чечень — п-ов Мангышлак отражает процессы водообмена между северной и средней частями моря — вдоль западного побережья из Северного Каспия в Средний переносятся опресненные воды (7,0—8,0 усл. ед.), а вдоль восточного побережья в северную часть моря поступают бо-

лее плотные воды (10,2—10,3 усл. ед.) из средней. В ноябре поле плотности соответствует пространственному распределению температуры воды и отражает проникновение более холодных вод из средней части моря в южную вдоль западного побережья и более теплых вод из южной части в среднюю.

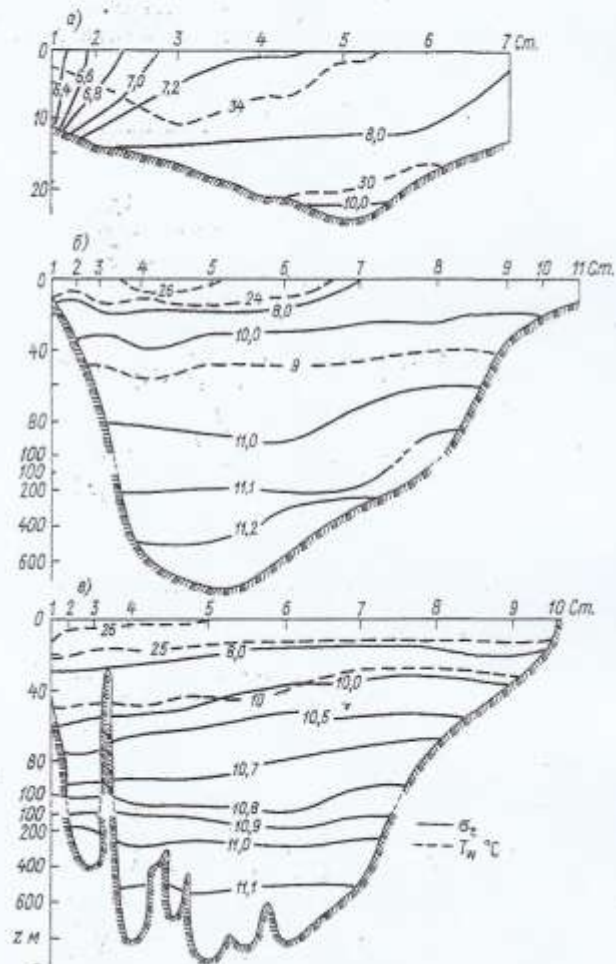


Рис. 6.6. Вертикальное распределение условной плотности σ_t (усл. ед.) и температуры воды T_w ($^{\circ}\text{C}$) по среднееголетним данным на разрезах в августе.

а — о. Чечень — п-ов Мангышлак; б — Дивичи — Кендерли; в — о. Куринский Камень — о. Огурчинский.

В западной половине моря плотность воды изменяется на поверхности от 9,9 усл. ед. в Среднем Каспии (ст. 1—3 разреза Дивичи — Кендерли) до 9,5 усл. ед. в Южном Каспии (ст. 1 разреза о. Куринский Камень — о. Огурчинский). В восточной половине моря с юга на север плотность увеличивается от 9,8 до 10,6—10,7 усл. ед.

Для распределения плотности с глубиной в средней и южной частях моря характерна устойчивая стратификация с постепенным увеличением плотности в придонных слоях до 11,2 усл. ед.

В глубоководных районах средней части Каспия плотность повышается от 10,8—10,9 усл. ед. в поверхностном слое до 11,2 усл. ед. у дна, т. е. на 0,3—0,4 усл. ед.

В южной части плотность постепенно увеличивается от 10,6 усл. ед. на поверхности до 11,2 усл. ед. в придонном слое.

6.4. Распределение плотности воды южнее 38° с. ш. (иранское побережье)

Плотность воды в малоизученных южных районах моря, прилегающих к иранскому побережью, характеризуется по данным гидрологических съемок, выполненных в декабре 1975 г., августе 1976 г., июле 1977 г., октябре—ноябре 1978 г. Съемки выполнялись на 40 океанографических

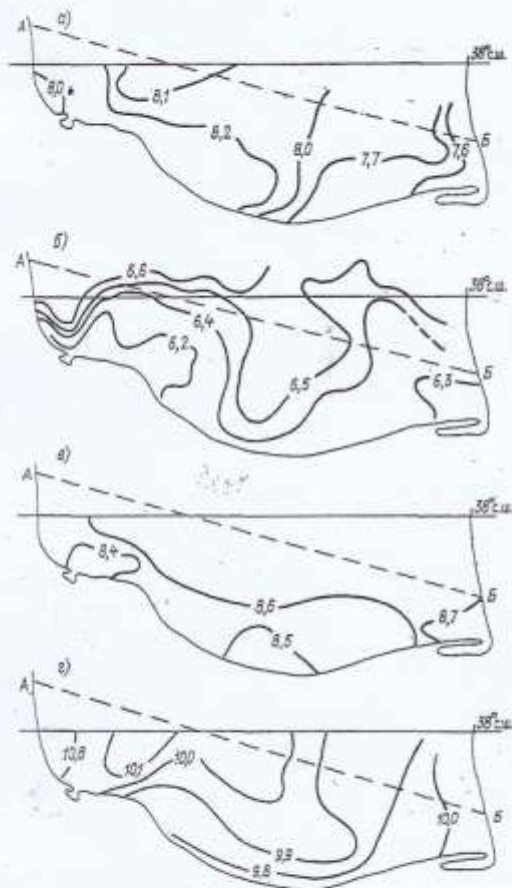


Рис. 6.7. Распределение условной плотности (усл. ед.) на поверхности у иранского побережья. а — июль 1977 г.; б — август 1977 г.; в — октябрь—ноябрь 1978 г.; г — декабрь 1975 г.

станциях, расположенных на продольных и поперечных разрезах.

За рассматриваемые годы изменения плотности составили от 6—7 в августе до 9,6—10,4 усл. ед. в декабре (рис. 6.7).

В распределении плотности по месяцам довольно четко проявляются сезонные изменения, соответствующие годовому ходу температуры. Зимой поле плотности характеризуется незначительными изменениями как в направлении с севера на юг, так и с запада на восток. В центральной части района плотность меняется от 10,0 до 9,8 усл. ед. и увеличивается с запада на восток. Во всей восточной части, за исключением прибрежных мелководий, плотность выше, чем в западной.

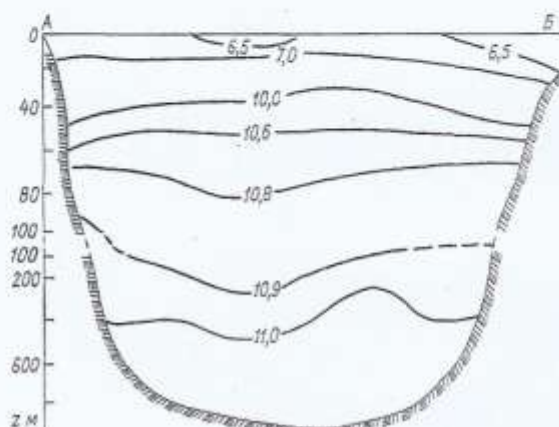


Рис. 6.8. Вертикальное распределение условной плотности (усл. ед.) на разрезе АБ у иранского побережья в августе 1976 г.

Горизонтальные градиенты плотности в южной части моря в августе выражены лишь на поверхности. Минимальные значения (менее 6,0 усл. ед.) отмечены на юго-западе, что связано с опресняющим влиянием речного стока. Максимальные значения плотности (6,5 усл. ед.) наблюдаются в открытой части моря.

К осени значения плотности в соответствии с понижением температуры воды увеличиваются. Плотность в основном меняется в широтном направлении, уменьшаясь от открытых к прибрежным районам, где отмечены значения в восточной части — 8,7, в юго-западной — 8,6 усл. ед.

В слое 15—45 м в западной части разреза и 25—45 м — в восточной его части в августе располагался пикноклин, значения плотности на его границах — 9,0 и 10,5 усл. ед. Ниже слоя пикноклина плотность увеличивалась до 11,0 усл. ед. у дна (рис. 6.8).