

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Тюменский государственный нефтегазовый университет»

**Е. М. Максимов**

# **МОРСКАЯ ГЕОЛОГИЯ**

*Учебное пособие*

Тюмень  
ТюмГНГУ  
2011

УДК 553.98  
ББК 26.38я73  
М 17

Рецензенты:

доктор геолого-минералогических наук В. К. Федорцов  
кандидат геолого-минералогических наук А. П. Соколовский

**Максимов, Е. М.**

М 17      Морская геология : учебное пособие / Е. М. Максимов.— Тюмень :  
ТюмГНГУ, 2011. – 136 с.

ISBN 978-5-9961-0402-4

Морская геология - наука о современных морских и океанических бассейнах, об их геологическом строении и полезных ископаемых в их пределах. Акватория мирового океана занимает две трети поверхности нашей планеты. Её изучением занимаются многие страны мира: Россия, Норвегия, Дания, Швеция, Великобритания, США и др. Более 100 стран ведут поисково-разведочные работы на нефть и газ в акваториях морей и океанов, а 45 стран ведут здесь добывчу этих полезных ископаемых. Это, прежде всего, Англия и Норвегия, ведущие добывчу нефти и газа в Северном море, Азербайджан - в Каспийском море, страны Персидского и Мексиканского заливов и др. На дне океанов выявлены и прогнозируются огромные запасы железо-марганцевых конкреций (США, Япония).

В учебном пособии в краткой форме изложен фактический материал, накопленный морскими геолого-геофизическими работами последних десятилетий. При его составлении использованы статьи из журналов нефтегазового направления и опубликованная литература разных лет издания.

Предназначено для студентов специальности 130304 «Геология нефти и газа».

УДК 553.98  
ББК 26.38я73

ISBN 978-5-9961-0402-4

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего  
профессионального образования  
«Тюменский государственный  
нефтегазовый университет», 2011

## Оглавление

Введение.....	4
1. История добычи нефти и газа на шельфах СССР и России.....	6
1.1. Нефте- и газодобывающие компании России.....	11
1.2. Новейшая история промышленного освоения шельфов России.....	21
2. Общая характеристика морей и океанов.....	31
3. Тектоника морей и океанов.....	37
3.1. Новая глобальная тектоника.....	45
3.2. Тектоническое строение шельфов России.....	48
4. Состав и циркуляция морских и океанических вод.....	50
5. Современные морские отложения.....	62
5.1. Современные береговые и прибрежно-морские отложения.....	64
5.2. Современные шельфы и шельфовые отложения.....	79
5.3. Коралловые рифы.....	86
5.4. Строение и осадки континентальных склонов.....	87
6. Полезные ископаемые морей и океанов.....	90
6.1. Рассыпные месторождения современных пляжей.....	90
6.2. Фосфоритовые отложения.....	92
6.3. Железо-марганцевые конкреции.....	94
6.4. Глауконитовые отложения.....	95
6.5. Другие минеральные образования в современных морских осадках.....	96
6.6. Полезные ископаемые коренных пород морей и океанов.....	97
6.7. Морские нефтяные и газовые месторождения.....	98
6.8. Нефть и газ Российских шельфов.....	109
6.9. Нефть и газ глубоководных морей.....	121
6.10. Газогидраты морей и океанов.....	122
Заключение.....	123
Список литературы.....	124
Приложение 1 «Перечень вопросов к зачетам».....	125
Приложение 2 «Перечень вопросов для электронного тестирования по предмету «Морская геология».....	126

## ВВЕДЕНИЕ

В 1492 – 93 гг. в поисках кратчайшего пути в Индию, испанская экспедиция на трех каравеллах, под руководством Христофора Колумба пересекла Атлантический океан и прибыла к берегам Америки. Так совершилось открытие Америки европейцами. Первое кругосветное плавание по Мировому океану было совершено испанским мореплавателем Фернаном Магелланом. Он обогнул Южную Америку, пересек Тихий океан, достиг Филиппинских островов, где он погиб, а его экспедиция продолжила плавание и обогнула с юга Африку.

В 1594 - 1597 годах голландский мореплаватель Виллем Баренц совершил три экспедиции к Северному ледовитому океану в поисках северо-восточного прохода из Атлантического океана в Тихий. В 1596 -1597 годах экспедиция открыла острова Медвежий, Шпицберген. Его именем было названо Баренцево море. В 1648 году русский землепроходец Семен Дежнев обогнул Чукотский полуостров, открыв пролив между Азией и Америкой. Его именем назван мыс на восточной окраине Чукотки (мыс Дежнева).

В 1725-30 гг. и 1733-41 гг. капитан-командор Российского флота Витус Беринг совершил две камчатские экспедиции, прошел между Чукотским полуостровом и Аляской. Его именем названо Берингово море, Берингов пролив. Полярный исследователь Семен Челюскин, участник второй Камчатской экспедиции в 1741 – 1742 годах описал часть берега полуострова Таймыр, достиг северной оконечности Евразии (ныне мыс Челюскин). В 1736-42 гг. участники второй Камчатской экспедиции двоюродные братья Дмитрий и Харитон Лаптевы обследовали побережье Северного ледовитого океана от Таймыра до р.Лены и Колымы. Их именами названо море Лаптевых.

В 1763 году М.В.Ломоносов составил «Краткое описание разных путешествий по Северным морям и показаний возможности проходу Сибирским океаном в Восточную Индию». Завершается «Краткое описание» словами: «Российское могущество прирастать будет Сибирию и Северным океаном». По его предложению была организована экспедиция В.Я.Чичаговым (1765г.) для отыскания северного морского пути к Чукотскому мысу. Но корабли В.Я.Чичагова не смогли пробиться через льды Северного океана и вернулись обратно в Архангельск.

В 1819-21 гг. российский мореплаватель Фаддей Беллинсгаузен руководил первой антарктической экспедицией, открыл Антарктиду и 29 островов в Атлантическом и Тихом океанах. Результатом экспедиции явился научный труд «Двукратное изыскание в Южном ледовитом океане и плавание вокруг света в продолжение 1819 – 1821 гг.».

Началом морских геологических исследований считается 1872 год, когда из Англии в кругосветное плавание отправился морской корабль

«Челленджер». Возглавил экспедицию Томпсон А.М. Еще раньше, в 1830 году кругосветное путешествие совершил молодой Чарльз Дарвин (1809-1882). Эта экспедиция продолжалась 4 года, она обследовала все океаны и многие моря земного шара. Результаты ее были опубликованы в 50-томной монографии, которая не потеряла своего значения до настоящего времени.

Позже морские исследовательские экспедиции проводились Америкой (1888-1890 гг.), Голландией (1899-1900 гг. 1930 г.), Германией (начало века-1920-е годы). Осадки Черного моря начали изучаться в 1890 г. на корабле «Черноморец» профессором Н.И. Андрусовым.

В 1920 году военно-морской флот США начал сбор сведений о глубоководных частях океанов, были составлены первые карты рельефа дна Атлантического океана. В 1935 году СССР была открыта регулярная навигация ледоколами по Северному морскому пути. Масштабы исследований донных океанических отложений значительно расширились после 2-ой мировой войны. Были составлены первые карты осадочных пород, распространенных на дне морских бассейнов (Шепард и др. 1949 г.).

Исследовательские корабли были оснащены различными драгами и пробоотборниками, которые могли поднять грунт длиной до 18м. Было установлено, что на больших глубинах океанов широко распространены красные глубоководные глины с железо-марганцевыми конкрециями, органогенные илы (фораминиферовые, радиоляриевые, диатомовые), а вблизи континентов - терригенные песчано-глинистые осадки.

В СССР работы по изучению морей и океанов выполнял Институт океанологии Академии наук (основанный в 1946 году), имевший научно-исследовательские судна «Витязь», «Дмитрий Менделеев», «Академик Курчатов», «Михаил Ломоносов» и др. Эти судна были оснащены многочисленными исследовательскими лабораториями, выполнявшими большую программу изучения донных отложений морей, окружающих территорию Советского Союза: Северного ледовитого океана, Черного, Балтийского, Средиземного, Охотского морей, а также морей, окружающих Антарктиду, Тихий, Индийский, Атлантический океаны. Результаты исследований публиковались в научном журнале «Геология моря», в монографиях «Тихий океан», «Осадкообразование в океанах» и др. Научно-исследовательский институт геологии Арктики (НИИГА) был основан еще в 1920 году (г. Ленинград). Он организовал свыше 1000 экспедиций для комплексного исследования природы Арктики, в том числе серии экспедиций «Северный полюс». На базе этого института в 1970-х годах было создано научно-производственное объединение «СевморГео». Геофизическое отделение ВНИИМорГео в г. Геленджике было преобразовано в объединение «ЮжморГео».

Норвежский исследователь Ф.Нансен (1861 – 1930 гг.) в 1893-1896 годах руководил экспедицией «Фраме». Его корабль вмерз в поляр-

ные льды. Во время дрейфа льдов он проводил измерения силы тяжести с помощью приборов. Это были первые морские геофизические исследования. Морские геофизические исследования широкий размах приобрели в послевоенные годы. Сейсмическими исследованиями было установлена существенная разница толщины земной коры на континентах и под морями. Было установлено отсутствие гранитно-метаморфического слоя в океанах и незначительная толщина осадочного покрова.

В 1960 году у берегов Калифорнии (США) впервые в море была пробурена скважина с плавучего основания. Позже глубоководное бурение производилось со специального корабля «Гломарчеленджер». На дне Тихого, Атлантического и Индийского океанов, Карибского, Средиземного морей, Мексиканского залива было пробурено более 300 исследовательских скважин. Было установлено, что осадочный покров залегает на базальтах, имеет позднеюрский, меловой и палеоген-неогеновый возраст. Первые опыты подводного фотографирования были проведены в 1940 году. Позже были созданы аппараты для глубоководного погружения человека - батискафы, батисферы и ныряющие блюдца, подводные домики для проживания человека под водой.

В 1970-х годах в Московском институте нефти и газа (МИНГ) имени И.М.Губкина была создана кафедра освоения морских нефтегазовых месторождений. Началась подготовка инженерных кадров по специализации 08.05.12 – морская нефтегазовая геология.

## **1. ИСТОРИЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА НА ШЕЛЬФАХ СССР И РОССИИ**

Россия – крупнейший производитель, потребитель и экспортёр нефти и природного газа (табл.1,2,3). В 2010 году в России было добыто нефти в объеме 505,5 млн т. Экспорт нефти из России в 2010 году составил 350 млн т. История становления и развития нефтяной промышленности России за период 1901–1958 гг. детально проанализирована в монографии «Нефтяная промышленность СССР».

Промышленная добыча нефти со дна моря впервые в мире была организована в СССР в 1920-х годах, когда на засыпанной территории бухты Биби-Эйбат (Азербайджан) были пробурены скважины и начата эксплуатация морского месторождения, названного Бухтой Ильича.

Нефтяные залежи во многих районах уходят под дно моря. В 1930-х годах в Азербайджане были пробурены наклонно-направленные скважины с берега Каспийского моря, насыпных дамб, островов.

В 1948 году нефтяники Азербайджана высадились на остров в Каспийском море, находящийся в 40 километрах от берега, организовали там строительство свайных оснований для бурения скважин – эстакад нефтя-

ных промыслов, жилых домов. Через несколько лет здесь возник целый город нефтяников на сваях – «Нефтяные камни». Трудились в основном вахтовым методом, людей перевозили на пароходе. Количество жителей достигло 2,5 тысяч человек. Были построены дворец культуры, поликлиника, магазин. Город не раз подвергался угрозам: нашествию льдов с севера (1953), ураганным ветрам, штормовым волнам (1957). Первый фонтан нефти (100 тонн/сутки) с глубины 942 м здесь был получен 7 ноября 1949г.

Таблица 1

Добыча нефти в акваториях мира  
(по А.А.Геодекяну, А.Забанбарку, 1982)

№ п/п	Страны мира	Год начала добычи	Объем добычи, млн т по годам		
			1960	1970	1982
1	США	1897	15,7	77,6	62,6
2	Мексика	1962	-	1,8	80
3	Венесуэла	1924	80	143,9	52
4	Бразилия	1961	-	0,5	7,5
5	Италия	1956	0,5	0,7	0,7
6	Испания	1973	-	2	1,5
7	Норвегия	1971	-	-	24,5
8	Великобритания	1974	-	1,1	103,4
9	Дания	1972	-	-	1,7
10	Нидерланды	1974	-	1,1	1,9
11	Египет	1960	-	13,2	30
12	Габон	1963	-	1,4	7,1
13	Нигерия	1964	-	13,5	22
14	Ангола	1969	-	5	4,1
15	Конго	1972	-	-	4
16	Тунис	1973	-	-	1,6
17	Камерун	1977	-	-	5,5
18	Саудовская Аравия	1957	9	48,9	135
19	Иран	1962	-	16	15
20	Абу Даби	1962	-	13	22
21	Дубай	1969	-	3,5	18,4
22	Катар	1964	-	8,4	8
23	Бруней	1964	-	4	8
24	Малайзия	1969	-	0,5	13,2

Окончание табл. 1

№ п/п	Страны мира	Год начала добычи	Объем добычи, млн т по годам		
			1960	1970	1982
25	Индонезия	1969	-	-	26,1
26	Индия	1976			
27	Австралия	1969	-	6,2	17
28	Новая Зеландия	1979	-	-	0,3
29	Другие страны	-	1,4	17,6	28,8
	Всего		106,6	379,9	714,6

Таблица 2

Добыча нефти, конденсата и газа в России в 2008 году по регионам  
(«Нефть России» №6, 2009 г.)

Регионы	Нефть+конденсат, млн.т.	Газ млрд.м <sup>3</sup>
Европейская часть России	141,9	33,7
Западная Сибирь	332,3	616,7
В том числе ХМАО	277,6	35,8
ЯНАО	39,2	575,9
Томская область	10,5	4,4
Новосибирская область	2,1	-
Омская область	1,5	-
Юг Тюменской области	1,4	-
Восточная Сибирь	1,4	5,3
Красноярский край	0,1	3,4
Иркутская область	0,5	0,1
Якутия	0,8	1,8
Дальний Восток	12,9	9,2
в том числе Сахалин	12,9	9,2
Чукотка	-	0,03
<b>ВСЕГО</b>	<b>488,5*</b>	<b>664,9</b>

\*из этого объема около 70 млн т добывается иностранными компаниями

С этого времени началась новая эра морской добычи нефти в мире. За полвека на Нефтяных камнях было добыто около 165 млн т нефти, получен бесценный опыт освоения шельфов других морей. Это - построение

свайных оснований, блочных установок, бурение наклонных скважин, антикоррозионная защита и др. (рис.1).

В 1949 году было организовано главное управление по морской добыче нефти – Главморнефть, куда вошли Азморнефть, Дагнефть и Астраханский судостроительный завод. В Дагестане добыча нефти велась на морских участках, где в 1934 -1935 годах были построены первые металлические морские платформы для бурения скважин. Были введены в разработку морские месторождения «Нефтяные камни» (1949), Банка Дарвина (1951), Жилое – море (1952), позже и на других структурах. Вначале было применено свайное основание, потом – крупнобlockное, эстакадное основание. Глубины моря здесь составляли – 6 - 25 м.

Таблица 3

Добыча нефти и газа в Западной Сибири в 2008 году  
по нефтегазовым компаниям («Нефть России», №6, 2009г)

<b>Компании</b>	<b>Нефть, млн т.</b>	<b>Газ, млрд м<sup>3</sup></b>
Роснефть	87,23	7,61
Сургутнефтегаз	61,08	14,08
Лукойл	56,75	11,42
ТНК ВР	51,17	
Газпромнефть	30,77	2,16
Славнефть	19,51	0,90
Газпром	7,09	519,73
Русснефть	6,52	0,65
Новатэк	2,64	3,81
Сибнефтегаз	-	7,65
Роспан	-	2,66
Прочие	10,62	15,81
Всего в Западной Сибири	333,40	616,70
<b>Всего в России</b>	<b>488,48</b>	<b>664,85</b>

В 1954 году Главморнефть была подчинена вновь созданному Министерству нефтяной промышленности Азербайджанской ССР. С 1966 по 1977 годы ежегодный прирост морской добычи составлял 9,2%. В 1978 году был создан Главморнефтегаз. В состав его вошли объединения Каспморнефтегазпром, Черноморнефтегазпром, Челекенморнефтегазпром, Арктикоморнефте-газразведка. Были созданы научные и проектные организации: Гипроморнефтегаз (г.Баку), ВНИПИморнефтегаз (г.Москва), ВНИПИшельф (г.Симферополь). Строились специальные исследовательские суда в гг.Выборге, Астрахани, Севастополе. В Мингазпроме была разработана большая комплексная программа по освоению континентального шельфа. На Сахалинском шельфе с 1975 по 1992 годы было пробурено 75 скважин, открыто 9 месторождений нефти и газа. Были начаты пла-

номерные геологопоисковые и разведочные работы на Каспийском и Баренцевом морях.

На 1979 год на балансе Мингазпрома состояло 472 единицы техники, включая плавучие буровые установки. За 1979 – 1983 гг объемы морских исследований выросли до 67,2 тыс. км сейсмопрофилей, были открыты 10 морских месторождений нефти и газа. К 1989 году были открыты ещё несколько месторождений, в том числе Штокмановское газоконденсатное месторождение в Баренцевом море. Были построены буровые, краиновые суда, судна для перевозки буровых платформ типа СПБУ «Трансшельф» и др. В 1992 году Миннефтегазпром был ликвидирован, было ликвидировано Главное управление по освоению морских месторождений нефти и газа. В 1993 году нефтяная промышленность России была акционирована, созданы нефтедобывающие компании Роснефть, Лукойл и др.

Первое месторождение нефти в Северном море было открыто Великобританией в 1969 году. В настоящее время в Северном и Средиземном морях добыча нефти и газа ведется при глубинах моря 50 – 300 метров, в Норвежском море - при глубинах 800 – 1100 метров. В морской акватории Европы насчитывается 1200 нефтедобывающих установок, из них 350 – в активной эксплуатации (рис.1, 2, 3, 4, 5).

#### Выводы:

1. К 2010 году в Баренцевом море было выявлено 5 месторождений из них – 3 газовых, 2 – газоконденсатных. К последним относятся Ледовое и Штокмановское месторождения.
2. На шельфе Печорского моря выявлено 6 месторождений. Из них – 4 нефтяных, 1 – газоконденсатное, 1 – газовое. Нефтяными являются месторождения: Приразломное, Долгинское, Медынское-море, Варандей-море.
3. На шельфе Российской части Каспийского моря открыты – 6 нефтяных и нефтегазоконденсатных месторождений. В 2009 году морское нефтяное месторождение имени Ю. Корчагина было введено в разработку.
4. На Сахалинском шельфе было выявлено 10 нефтяных и нефтегазоконденсатных месторождений. Часть месторождений находится в разработке с 1998 года. В 2009 году на шельфе Сахалина было добыто 13,6 млн т нефти, 8,3 млрд м<sup>3</sup> газа.
5. Ресурсы газа шельфа Карского моря оценены в 26 трлн м<sup>3</sup>, моря Лаптевых – 3,7 млрд т условного топлива (у.т.), Восточно-Сибирского моря – 5,6 млрд т у.т., Чукотского моря – 3,3 млрд т у.т. В море Лаптевых и Восточно-Сибирском море Министерство природных ресурсов в России разворачивает геолого-разведочные работы за счет средств государственного бюджета.
6. Работы на Печорском шельфе в 2 раза, на Сахалинском шельфе в 5 раз дороже, чем на суше.

## **1.1. Нефте- и газодобывающие компании России**

Из табл. 3 видно, что ведущими нефтегазовыми компаниями России являются Роснефть, Сургутнефтегаз, Лукойл, ТНК-ВР, Газпром, Газпромнефть.

### **ОАО Роснефть**

ОАО Роснефть было создано в 1993 году как государственное предприятие на базе Министерства нефтяной промышленности. В 1998 году добыла первую нефть на шельфе Сахалина, в 1999 году завершила реконструкцию Комсомольского НПЗ на Дальнем востоке, в 2000 году был восстановлен нефтекомплекс в Чечне. В 2003-2004 годах Роснефть участвует в работах: по освоению проектов «Сахалин 3», «Сахалин 5» в Охотском море, реконструкции НПЗ в г. Туапсе. Получила лицензии на освоение участков шельфа Азовского и Черного морей, участков в Западной и Восточной Сибири, Краснодарском и Ставропольском краях, приобрела право собственника участков «Юганскнефтегаза», проданного за долги Юкоса: Приобское, Мамонтовское, Приразломное, Мало-Балыкское, Угутское, Киняминское месторождения.

К концу 2004 года Роснефть имела 268 лицензий на право пользования недрами, из них 217 – на добычу УВ, 25 – на поиск, разведку и добычу, 26 – на геологическое изучение. Доказанные запасы Роснефти к началу 2006г. составили: по нефти -327,7 млн т, по газу 77,7 млрд м<sup>3</sup>. После приобретения «Юганскнефтегаза» (2004 г) запасы Роснефти составили 2,4 млрд т. по нефти, 91,1 млрд м<sup>3</sup> по газу. Роснефть участвует в проектах на шельфе Каспийского моря, у берегов Дагестана, в Казахстане. В 2005 году были созданы ОАО Роснефть - Пурнефтегаз, Роснефть – Сахалинморнефтегаз.

В Западной Сибири Роснефть ведет эксплуатационные работы на Тарасовском, Восточно-Тарасовском, Харампурском, Нижне-вартовском, Стрежевом, Советском, Чкаловском, Кынско-Часельском, Приобском, Приразломном, Мало-Балыкском, Западно-Моисеевском, Двуреченском, Крапивинском, Барсуковском месторождениях. В 2003 году Роснефть получила лицензии на Ванкорский и Северо-Ванкорский участки в Усть-Енисейском районе. В 2004 году здесь были начаты буровые работы. В 2005 году в скважине №9 был получен фонтанный приток нефти из нижненемеловых отложений (нижнекетская свита). Извлекаемые запасы Ванкорского месторождения оценены более чем 150 млн. тонн. В 2009 г начата эксплуатация месторождения. Ведется строительство нефтепровода Ванкор – Пурпе протяженностью более 500 км. Роснефть имеет лицензии на разработку Кovyктинского газоконденсатного и Верхнечеченского нефтяного месторождения на юге Восточной Сибири. Проект «Сахалин 5» Роснефть осуществляет совместно с компанией British Petroleum (BP).

На юге России Роснефть совместно с Лукойлом создали ООО Приазовнефть для освоения Темрюкско–Ахтырского участка, на Кубани – ОАО Краснодарнефтегаз, на Средней Волге – ОАО Самаранефтегаз. Добыча нефти по Роснефти в 2008 году составила 113,38 млн т, переработка нефти – 47,6 млн т, количество автозаправочных станций (АЗС) – 640. По запасам нефти Роснефть занимает первое место среди корпораций мира – 2,4 млрд т. В 2009 году Роснефть построила 100 км автодорог, 60 км газопроводов, 150 км нефтепроводов.



Рис. 1. Буровые скважины на Каспийском море, 1950-е годы



Рис. 2. Погружная буровая платформа на Северном море



Рис. 3. Полупогружная буровая платформа



Рис. 4. Буксировка полупогруженной платформы

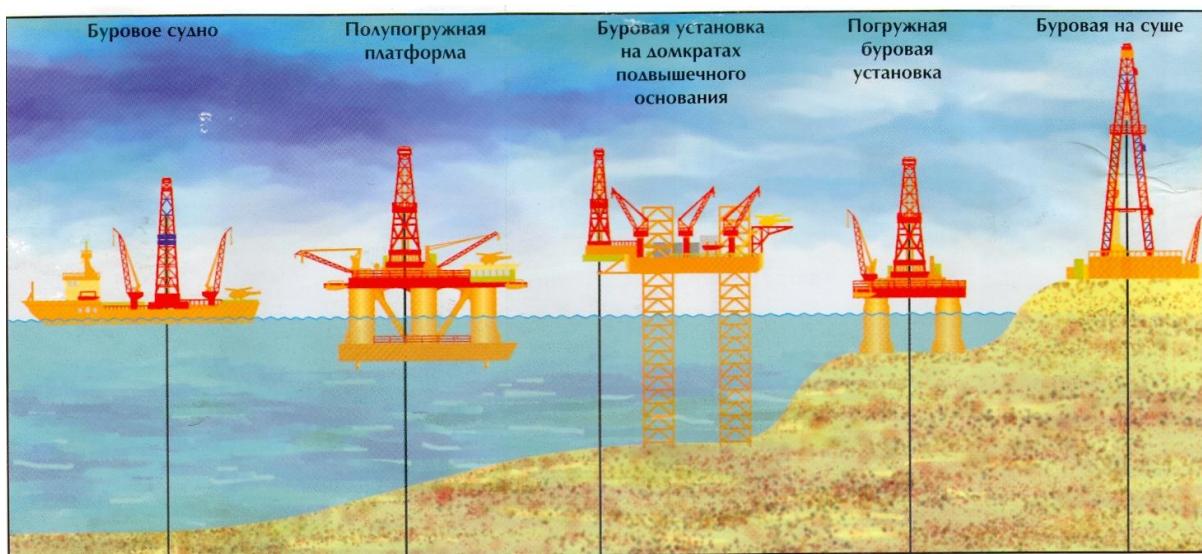


Рис. 5. Техника разведочного бурения от глубоководных морских буровых установок до наземных средств. Только полупогруженные установки могут эффективно работать как в глубоководных, так и в суровых условиях окружающей среды

## **ОАО Газпром**

Корпорация «Газпром» была создана в 1989 году как государственное предприятие. Россия обладает уникальными запасами природного газа. Газовая промышленность в России зародилась в конце 1920-х годов. В 1930 году было добыто более 500 млн м<sup>3</sup>, в 1940 году – более 3 млрд м<sup>3</sup>. В 1942 году был построен газопровод «Саратов – Москва». В 1950 годах – «Шебелинка- Москва», «Ставрополь – Москва». Позже были построены газопроводы «Средняя Азия – Центр» (1960-е годы) и «Уренгой – Ужгород - Экспорт» (1980-е годы). Основные месторождения природного газа России (свыше 50 трлн м<sup>3</sup>) расположены на севере Тюменской области (ООО Уренгойгазпром, ООО Ямбурггазпром). На шельфах Арктических морей России прогнозные ресурсы оценены по газу – 82 трлн м<sup>3</sup>, по нефти – 16 млрд т. Лицензии на право эксплуатации и ведения поисково-разведочных работ на этих территориях принадлежат ОАО Газпром .

В 2006 году в России было добыто газа в объеме 656,2 млрд м<sup>3</sup>, в 2007 году – 654,1 млрд м<sup>3</sup>. Газпром является заказчиком строительства Северо–Европейского газопровода по дну Балтийского моря в Германию. Протяженность морской части трубопровода 1189 км, диаметр трубы 1220 мм, рабочее давление 200 атмосфер. Предусмотрены отводы для подачи газа в Финляндию, Швецию, Великобританию. Срок сдачи в эксплуатацию – 2013-й год. Производительность газопровода – 55 млрд м<sup>3</sup> в год.

В Баренцевом море Газпром является владельцем контрольного пакета акций проекта разработки Штокмановского газоконденсатного месторождения вблизи Новой Земли. Промышленное бурение месторождения начнется в 2013 году. Ввод в эксплуатацию намечен на 2016 год. Добыча будет составлять 22,5 млрд м<sup>3</sup>/год. Проектом предусматривается строительство газопровода по дну моря до Мурманского порта протяженностью 650 км. В Мурманске строится суперпорт, завод по сжижению газов. Здесь будет построен деловой центр для управления разработкой морских месторождений. Создана ассоциация «Мурманскшельф» объединяющая 127 предприятий – производителей оборудования. Для разработки Штокмановского месторождения потребуется 11 тысяч рабочих. Вспомогательной базой для освоения месторождения станет Новая Земля. Там уже есть взлетная полоса для самолетов и пять причалов. Планируется построить на Новой Земле вахтовый поселок, компрессорную станцию и базы для ремонта техники и других объектов, технологический комплекс для сжижения газов. Для транспортировки сжиженного газа из Баренцева моря в США потребуются 23 газовоза.

В Печорском море в 2009 году началась эксплуатация Приразломного нефтяного месторождения. На месторождении пробурены 4 разведочные скважины. Здесь совместно с Лукойлом будет организовано добыча нефти до 15 млн т в 2015 году и 30 млн т в 2030 году.

В 2005 году Газпром получил контрольный пакет акций Сибнефти (Ноябрьскнефтегаза), договорился о сотрудничестве с Лукойлом. Было создано ОАО Газпромнефть. Ей принадлежит 50% акций Славнефти.

В Западной Сибири ОАО Газпромнефть принадлежат лицензии на разработку месторождений: Карамовское, Суторминское, Сургутское, Муравленковское, Спорышевское, Западно–Ноябрьское, Приобское (совместно с Роснефтью), Новогоднее, Вынгапурское. Она является владельцем Омского нефтеперерабатывающего завода.

На юге Газпрому принадлежит Астраханское газоконденсатное месторождение (ОАО Астраханьгаз), приуроченное к карбонатному массиву. Прогнозные запасы этого месторождения оценены в 10 млрд т условного топлива. На Дальнем Востоке Газпром участвует в реализации проекта «Сахалин 2». В Уренгое Газпром построил завод по переработке конденсата. Проектная мощность завода 12 млн т сырья. В 2007 году он произвел бензин 21,6 тыс т; дизтопливо 135,4 тыс т, сжиженный газ (СПГ) – 23,9 тыс т. Минизаводы по переработке конденсата и попутного газа построены в г. Вынгапуре и г. Губкинске.

Газпром продолжает реализацию крупномасштабных проектов по освоению Российского шельфа и газификации страны. Приоритетными для Газпрома являются Штокмановское месторождение, Сахалин-2, Сахалин-3 и Западно-Камчатский шельф. Проект освоения Штокмановского месторождения в Баренцевом море оценено в 40 млрд долларов. Газпром ведет геологоразведочные работы в Красноярском, Камчатском краях, Иркутской области, планирует освоение Ныдинского, Харутинского участков, Западно-Песцовой площади Западной Сибири, участвует в проектах по освоению месторождений нефти и газа в Ливии, Индии, Вьетнаме, Венесуэле. Газпром строит газопроводы Бованенково-Ухта, Заполярно-Уренгой, Джубга-Лазаревское-Сочи, Сахалин-Хабаровск-Владивосток.

## **ОАО Газпромнефть**

Была создана в 2005 году на базе активов Сибнефти и 50% акций Славнефти. В Западной Сибири ОАО Газпромнефть принадлежат лицензии на разработку месторождений: Карамовское, Суторминское, Сургутское, Муравленковское, Спорышевское, Западно–Ноябрьское, Приобское (совместно с Роснефтью), Новогоднее, Вынгапурское. Она является владельцем Омского нефтеперерабатывающего завода. В 2008 году добыча нефти составила 30,7 млн т., переработка 18,4 млн т. в 2009 году заключила контракт на разработку нефтяного месторождения «Бадра» в Ираке, приобрела морские блоки в Нигерии. Ведет геолого-разведочные работы в Западной Сибири, Иркутской области, Красноярском крае, за рубежом – в Сербии и Анголе. В Сербии имеет 470 автозаправок. В 2009 году добыча нефти составила 47,8 млн т. введено в эксплуатацию Приразломное нефтяное месторождение в Печорском море. Глубина моря в районе ме-

сторождения составляет 19 – 20 метров, расстояние до берега 55 км. Проектом разработки месторождения предусматривается выполнение всего комплекса технологических операций с помощью одной морской буровой ледоустойчивой платформы. На Омском нефтеперерабатывающем заводе Газпромнефть производит бензин и дизельное топливо, соответствующие маркам Евро-4, Евро-5. Добыча нефти в 2009 году составила 47,8 млн т.

### ОАО Лукойл

Коммерческая нефтяная компания ОАО «Лукойл» была создана в 1991 году на базе трех нефтегазодобывающих предприятий (НГДУ): Лангепаснефтегаз, Урайнефтегаз, Когалымнефтегаз. Ведет добычу нефти и газа на 327 месторождениях. Основная добыча находится в Западной Сибири: ОАО Лукойл – Западная Сибирь в составе Лукойл – Когалымнефтегаз, Лангепаснефтегаз, Покачевнефтегаз осуществляет добычу на 12 месторождениях: Когалымское, Тевлинско–Русскинское, Южно–Ягунское, Дружное, Варьеганское, Повховское, Нонг–Еганское, Покачаевское, Ключевое, Кочевское, Нивагальское, Урьевское. В 2004 году здесь было добыто 52,16 млн т нефти.

Разработка группы месторождений в Шаймском нефтегазоносном районе Западной Сибири осуществляется ОАО Лукойл – Урайнефтегаз.

На севере Западной Сибири Лукойл имеет лицензии на разработку Среднеухуымского месторождения.



Рис. 6. Открытия «ЛУКОЙЛА» на Каспии

В Большехетской впадине на пяти лицензионных участках открыто 6 месторождений с крупными запасами нефти, газа, конденсата: Хальмерпаутинское и др. Перспективные запасы оценены в 800 млрд м<sup>3</sup> по газу.

В Тимано–Печорской нефтегазоносной провинции в 1999 году Лукойл приобрел активы нефтяной компании Комитэк с запасами по нефти около 400 млн т по газу – 8,9 млрд м<sup>3</sup>. В состав вновь созданной нефтяной компании «Лукойл-Коми» вошли Ухтинский нефтеперерабатывающий завод, морской нефтеналивной причал. Были открыты новые месторождения: Верхне–Вольминское, Ось–Ваньюрское, Восточно–Мастерьенское, Ольгинское. В 23 км от берега в 2008 году был построен ледостойкий морской терминал Варандей для отгрузки на танкеры товарной нефти в направлении Западной Европы и США. Начата эксплуатация Южно–Хыльчуюсского нефтяного месторождения. В Пермской области ведет добывчу нефти Лукойл–Пермь. ОАО Лукойл активно расширяет свой бизнес в Азербайджане, Казахстане, Румынии, Египте. 20% акций Лукойла принадлежат американской компании Conoco Philips.

Компания приобрела практический опыт реализации крупных проектов по освоению потенциальных ресурсов углеводородов шельфов России. Участвует в проектах на шельфах Балтийского моря, Северного и центрального Каспия, Азовского моря, Дальнего Востока. В Канадской провинции Квебек Лукойл совместно с канадской, французской компаниями строит терминал Рабаска для морских судов – газовозов. На шельфе Балтийского моря в 1982 году было открыто Кравцовское месторождение. В 2006 году компанией Лукойл здесь было добыто 861 тыс т. нефти. На шельфах Каспийского моря было открыто 6 месторождений, выявлено 10 перспективных структур. Начата эксплуатация месторождения имени Ю.Корчагина (рис.6). На Дальнем востоке открыто Находкинское газовое месторождение.

В 2004 году суммарная добыча нефти по Лукойлу составила 84,07 млн т, в 2006 году – 91,14 млн т, в 2008 году – 90,24 млн т., в 2009 – 97,6 млн т., 15 млрд м<sup>3</sup> газа. Стоимость извлечения нефти из недр становится все более дорогой.

Лукойл одним из первых начал внедрять методы повышения коэффициента отдачи продуктивных пластов способами зарезки боковых стволов, бурения многоствольных скважин, применения химических реагентов и др. за счет капитального ремонта скважин Лукойл–Западная Сибирь 2002 году было добыто дополнительно 1,1 млн т нефти. Уровень утилизации попутного газа составил 85%, добыча нефти ведется на базе постоянно действующих литолого-динамических 3Д моделей месторождений.

Компания приобрела долю в разработке нефтяного месторождения Западная Курна в Ираке. В Румынии, в Болгарии, в Голландии приобретены нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ), где производится моторное

топливо марки «Евро-5». В г.Перми и г.Ухте реконструированы, в г.Одессе ведется модернизация НПЗ. Широкая сеть автозаправочных станций Лукойла функционирует во многих странах Европы: Италии, Турции, Сербии, Финляндии, Литве, Латвии, Эстонии. Из 800 автозаправок в Москве 500 принадлежит Лукойлу.

## **ОАО ТНК – ВР**

Это одна из крупнейших нефтегазовых корпораций, 50% акций которой принадлежит иностранной компании British Petroleum (BP), остальные 50% частным инвесторам. Образована в 2003 году после слияния активов BP и Тюменской нефтяной компании (ТНК), Сиданко, Онако, Славнефти. Приобрела акции Нижневартовскнефтегаза, имеет значительную долю в Российском нефтяном бизнесе. Управляет шестью нефтеперерабатывающими заводами в России и на Украине, осуществляет сбыт продукции через 2100 автозаправочных станций. Доказанные запасы ТНК - ВР в конце 2004 года оценивались в 8-9 миллиардов баррелей (1 баррель - 159 литров). Добыча нефти в 2004 году составила 1,44 млн баррелей в сутки, или 70,2 млн т в год.

В 2008 году добыча нефти составила 68,79 млн т, из них по Самотлорнефтегазу – 22,19 млн т, по Оренбургнефтегазу – 15,63 млн т.

В Западной Сибири ТНК - ВР ведет добычу нефти на Самотлорско–Нижневартовской группе месторождений, на севере Тюменской области – на Русском, Русско–Реченском, Ново–Уренгойском и Восточно–Уренгойском месторождениях, на юге – Красноленинской и Уватской группе месторождений. Славнефть ведет добычу нефти на Мегионском, Аганском, Ватинском, Ново–Покурском, Северо–Покурском, Покамасовском, Южно–Покамасовском, Северо–Ореховском месторождениях. В Иркутской области ТНК–ВР совместно с Роснефтью разрабатывает Кувыктинское газоконденсатное месторождение. Запасы месторождения по газу составляет 2 трлн м<sup>3</sup>, содержание конденсата – 10%.

С целью повышения коэффициента нефтеотдачи и интенсификации притоков нефти на Самотлорском месторождении ТНК - ВР применяет различные методы воздействия на пласт: гидроразрыв пласта, погружные насосы, оптимизацию функционирования скважин. Добыча нефти возросла на 33% и в 2007 году достигла 29,6 млн т. Запасы месторождения по нефти составляют 1 млрд.т, по газу -100 млрд м<sup>3</sup>. Лицензия на разработку месторождения выдана сроком до 2038 года.

На Каменном месторождении коллекторские породы низкого класса, дебиты нефти низкие (до 5 т в сутки). Здесь была проведена трехмерная сейсморазведка и бурение горизонтальных скважин. Добыча нефти в 2008 году возросла до 1,5 млн т.

На Русском месторождении (Тазовский район) начата разработка залежи ПК высоковязкой нефти горизонтальными скважинами. Добыча нефти в скважинах повышалась до 150 т в сутки.

В южных районах Западной Сибири открыто 15 месторождений с извлекаемыми запасами 187,2 млн т. Это – Кальчинское, Северо-Демьянское, Урненское, Усть-Тегусское, Тамаргино-Северо-Болотное, Иртышское. В начале 2005 года на Южно-Пихтовом газоконденсатном месторождении запасы оценены в 10 млрд.м<sup>3</sup>. Нефтедобычу с 2004 году здесь ведет ТНК – ВР. Здесь были открыты Северо-Акатское и Гусеничное месторождения. Для освоения месторождений Центрального Каспия Газпром и Лукойл создали ОАО «Центркаспнефтегаз».

ТНК-ВР имеет 10 лицензионных участков в Красноярском крае, ведет разведочные работы в Западной Сибири на Тобольском и Сузунском участках, совместно с Роснефтью начал разработку Верхнечонского месторождения в Иркутской области. Имеет активы в Волго-Уральском регионе (Оренбургнефтегаз). В астраханской области и Тимано-Печерской провинции имеет по три лицензионных участка. Совместно с Сургутнефтегазом создал при Тюменском государственном нефтегазовом университете лабораторию по методам повышения нефтеотдачи.

## **НоватЭК**

Независимый производитель газа в России, начал производственную деятельность в 1998 году. К 2010 году накопленная добыча газа составила 260 млрд м<sup>3</sup>. эксплуатирует Восточно-Таркосалинское, Ханчейское и Юрхаровское месторождения. На Юрхаровском газоконденсатном месторождении (Тазовский район) добыча ведется с 2003 года. Газпром и НоватЭК имеют лицензии на разработку группы Тамбейских газоконденсатных месторождений на Ямале. Заключено соглашение с французской компанией Total о совместной разработке Термокарстового газоконденсатного месторождения на севере Западной Сибири.

### **Выводы:**

1. Доходы от недропользования составляют более 50% бюджета РФ и 80% экспортных поступлений.
2. В России все меньше становится запасов нефти с низкой себестоимостью добычи. Дешевой нефти в России больше нет. Если извлечение 1 тонны нефти в Западной Сибири обходилось в 30 долларов, а в Восточной Сибири (Ванкорское месторождение) в 80 долларов, то на шельфе Сахалина добыча 1 тонны обходится в 200 – 300 долларов, на шельфах Арктики будет обходится в 500 – 700 долларов. («Нефть России», №6, 2009 г.).

## **1.2. Новейшая история промышленного освоения шельфов России**

Площадь континентального шельфа России составляет 6 млн км<sup>2</sup>, из них 2/3 перспективны на нефть и газ. Наиболее перспективны Арктический и Охотоморский шельфы. Специфика их – суровые климатические условия и необходимость специальной техники. Суммарные ресурсы Российских шельфов оцениваются в 98,7 млрд т у.т. Всего на шельфах России выявлено 450 перспективных структур, из которых 100 подготовлены к глубокому бурению.

### **Шельф Каспийского моря**

Северный Каспий – область активного ледообразования и предельного мелководья. Для бурения и добычи нефти и газа здесь требуются морские ледоустойчивые платформы. В качестве судов–снабженцев здесь уже работают два ледокола финской фирмы Акер. Ко всем видам работ здесь предъявляются высокие требования природоохранного и безопасного производства.

ОАО Лукойл к освоению Каспийского региона приступил в 1995 году, ввел в бурение ряд перспективных структур (рис.6). Была приобретена самоподъёмная плавучая буровая установка (СПБУ) «Астра». В 2007 году ресурсы углеводородов лицензионных участков оценивались в 2 млрд т условного топлива. В 2005 году было открыто месторождение имени Филановского – самое крупное в этом регионе.

В 2007 году Лукойл–Нижневолжск начал освоение нефтегазоконденсатного месторождения имени Ю.Корчагина. Месторождение находится в 180 км. к югу от Астрахани. Глубина моря в районе месторождения составляет 11-13 метров. Было запланировано бурение 26 добывающих скважин с ледостойкой стационарной платформы ЛСП – 1. На ней располагаются буровая вышка грузоподъёмностью 560 т, технологический и энергетический комплексы. Для проживания персонала строилась платформа ЛСП – 2. Здесь разместились 105 одноместных и двухместных кают, вертолётная площадка, пост управления и связи. Кроме того строились плавучее нефтехранилище, точечный причал и подводный нефтепровод от ЛСП до причала протяженностью 58 км, диаметром 325 мм. В 2009 году Лукойл начал эксплуатацию этого месторождения, а в 2012 году – планируется начать эксплуатацию месторождения имени Филановского. В акватории Северного и Центрального Каспия нефтяной компанией Лукойл открыто 6 нефтегазовых месторождений, 10 перспективных структур (рис. 6). Суммарные запасы оценены в 2 млрд.т. условного топлива. Запасы Астраханского карбонатного нефтегазоносного массива оцениваются в 10 млрд т условного топлива. В г. Астрахани буровая компания Евразия–Шельф начала строительство новой плавучей буровой установки стоимо-

стью 250 млн. долларов. На верфях Астрахани ведется строительство морских судов и модернизация плавучей буровой установки ППБУ Шельф – 7. Компания Роснефть ведет поисково–разведочное бурение на шельфе Каспия у берегов Дагестана в г.Махачкала реконструируются морской порт и нефтеперерабатывающий завод.

### **Шельфы Черного и Азовского морей**

Прогнозные ресурсы Российского шельфа Черного моря оцениваются в 500 млн т.

Компания Роснефть ведет подготовительные работы по поискам нефти на шельфе Черного моря. Ей принадлежит лицензионный участок Туапсинский прогиб, который тянется от Новороссийска. Глубина моря здесь составляет 1- 2 км. Прогнозные ресурсы прогиба оценены в 100 млн т по нефти. Здесь проведены сейсмоработы 2Д. Готовится к бурению поисковая скважина, её стоимость составит не менее 50 млн. долларов. Крупной структурой шельфа Черного моря является вал Шатского.

К шельфу Черного и Азовского морей проявили интерес американские компании Exxon Mobil, Conoco Philips, британо – голландская Shell и норвежская Statiol.

В Азовском море ОАО Лукойл совместно с Роснефтью создали ООО «Приазовнефть» для освоения Темрюкско–Ахтырского участка. В 2005 году ООО «Лукойл – Нижневолжскнефть» здесь выявила структуру «Новая». В 2007 году на ней была пробурена поисковая скважина, получена легкая нефть с газом. Запасы оценены в 5 млн т. На шельфе Абхазии ресурсы нефти оценены в 300-500 млн т.

### **Шельф Балтийского моря**

В Калининградской области открыто около 30 нефтяных месторождений с суммарными запасами 82 млн т. (извлекаемые 45,6 млн т.). Большинство месторождений введено в разработку.

ООО Лукойл – Калининградморнефть активно участвует в проектах на шельфе Балтийского моря. Здесь еще в 1982 году было открыто Кравцовское нефтяное месторождение. Оно расположено в 22,5 км от Куртской Косы и в 5 км от границы с Литвой. Геологические запасы месторождения оценены в 21,5 млн т, извлекаемые – в 9,1 млн т. В 2004 году компания приступила к добыче нефти. На месторождении была установлена ледостойкая стационарная платформа Д–3 для бурения эксплуатационных скважин. В 2006 году было добыто 861 тонн нефти. В 2007 году фонд действующих скважин составил 13, добыча составила 600 тыс т, накопленная добыча – 2 млн т. В 2008 году добыто 876,5 тыс т. Была построена морская плавучая буровая платформа «Кравцовская» и подводный трубопровод до берега. Товарная нефть отправляется на нефтеперевалочный

терминал «Лукойл–1» и далее на экспорт танкерами до потребителя. При этом особое внимание уделяется экологической и промышленной безопасности, соблюдению российских и международных стандартов при строительстве объектов и эксплуатации месторождений. Нефть Кравцовского месторождения по своим качествам соответствует марке Brent.

### **Шельф Печорского моря**

В пределах шельфа Печорского моря открыто 6 месторождений: Приразломное, Медынское–море, Варандейское–море, Северо–Гуляевское, Южно–Долгинское. Сейсморазведкой к бурению подготовлен еще ряд новых структур. Для эксплуатации Приразломного месторождения в Северодвинске строится ледостойкая морская буровая платформа «Приразломная» рассчитанная на бурение 40 скважин и добычу нефти до 20 тыс. тонн в сутки. Глубина моря в районе месторождения составляет 20 м. На месторождении было пробурено 4 разведочные скважины, извлекаемые запасы по нефти оценены в 46,4 млн.т. Эксплуатация месторождения начата в 2009 году. Был построен жилой модуль для платформы «Приразломная». Стоимость освоения шельфовых месторождений Печорского моря в 2 раза больше, чем на суше.

В 2004 году американская компания Conaco Philips приобрела у Лукойла 7,54% акций, было создано совместное предприятие для освоения нефтегазовых месторождений Тимано–Печорской провинции. Доля Лукойла - 70%.

Для отгрузки товарной нефти на танкеры в 25 километрах от берега установлен нефтеналивной ледостойкий терминал «Варандей». Нефть, добываемая компанией Лукойл–Север, перекачивается на терминал, а оттуда – на танкеры. Стоимость терминала 4 млрд долларов. Лукойл отсюда начал экспорт нефти в Европу и США. Расстояние от Печоры до Нью–Йорка в три раза короче, чем от Персидского залива.

На Печорском шельфе планируется добыча нефти в 2015 году – 15 млн т, в 2020 году – 20 млн т, в 2030 году – 30 млн т. На берегу будут построены несколько крупных резервуаров общим объёмом 450 тыс.т. Стоимость освоения шельфовых месторождений Печорского моря в 2 раза дороже, чем на суше.

### **Шельф Баренцева моря**

Россия обладает богатейшими запасами углеводородов в Арктике. В 1990–х годах она начала создавать свою морскую нефтедобывающую промышленность. Ресурсная база Российского Заполярья оценивается по газу в 45 – 50 трлн м<sup>3</sup>. Баренцево море – самое изученное из арктических морей России.

Акватория Баренцева моря поделена на Российский и Норвежский секторы. Геолого–геофизические работы здесь были начаты в 1980–х го-

дах. Первая поисковая скважина в норвежском секторе была пробурена компанией Hydro в 1980 году. К 2006 году здесь было пробурено 63 скважины, открыты месторождения нефти - Голиаф, газа – Сновит. В Российском секторе в 1980-х годах сейсмическими методами были выявлены десятки перспективных структур, открыто 5 месторождений нефти и газа. В 1989 году здесь было открыто крупнейшее газоконденсатное месторождение - Штокмановское. По результатам бурения 4-х скважин запасы по газу оценены в 3,7 трлн м<sup>3</sup>, по конденсату – 31 млн т.

Для Баренцева моря характерны суровые арктические климатические условия. Температура воздуха в зимние месяцы здесь доходят до минус 55°C, температура воды ниже нуля. Эти районы посещают ураганные ветры и штормы, ледовые торосы и айсберги весом до 4 млн т. могут представлять опасность для морских судов и технических сооружений. Глубина моря в районе Штокмановского месторождения составляет 350 м, расстояние до материка 580 км. В 2007 году ОАО Газпром, ООО Севморгаз и французская компания Total подписали соглашение о сотрудничестве по освоению Штокмановского месторождения и создании компании специального назначения (SPV) для проектирования, финансирования, строительства и эксплуатации объектов и инфраструктуры газодобычи. В 2013 – 2014 годах планируется начать эксплуатацию месторождения и экспорт газа на европейские и другие международные рынки.

Ведется строительство морской полупогруженной ледоустойчивой буровой платформы, подводных добывающих комплексов, подводных трубопроводов. Будет пробурено 68 эксплуатационных скважин, построена буровая плавучая платформа «Арктическая», которая будет удерживаться на морском дне свайным креплением. Строительство одной скважины здесь обходится в 75 - 100 млн. долларов. Затраты на сейморазведку и бурение на шельфах Арктики достигнут 12 – 15 млрд долларов.

Добытый газ и конденсат будут транспортироваться на берег (г. Мурманск) по двухфазному трубопроводу длиной 580 км, проложенному по дну моря. Для обеспечения устойчивости предусматривается бетонное покрытие трубопровода. Диаметр трубы 42 дюйма.

Требуется построить:

1. Специализированные суда для проведения подводно-технических работ.
2. Транспортные суда снабжения для подвозки оборудования, воды, технических грузов.
3. Пассажирские суда для смены экипажей морских платформ.
4. Морские буксиры.
5. При освоении Штокмановского месторождения предусматривается использовать опыт норвежских специалистов по применению подводных технологий с помощью ледостойких платформ.

В 2007 году Газпром и норвежская компания Hydro заключили соглашение о сотрудничестве при реализации первой фазы проекта по разработке месторождения. Доля норвежского капитала будет 24%. Первая фаза предполагает добычу газа 23,7 млрд м<sup>3</sup>. Из этого объема 50% будет транспортироваться по трубопроводу, а остальные 50% - в сжиженном виде танкерами-газовозами. Завод по производству сжиженного природного газа (СПГ) будет построен в поселке Териберка в Мурманской области. Проект освоения Штокмановского месторождения оценен в 40 млрд долларов. Освоение месторождения будет рентабельным только при ценах на газ, превышающих 270 долларов за 1 тыс м<sup>3</sup> («Нефть России», №10, 2010 г.).

### **Шельф Карского моря**

К 2005 году покрыто сетью (20x20км) региональных сейсмических профилей. На наиболее перспективных участках проведена поисковая сейсморазведка по сети 4x4 км. Выявлено более 20 локальных структур. Поисково-разведочное бурение проведено на Приямальском шельфе, на Ленинградском и Русановском поднятиях – по две поисковых скважины. Установлена промышленная газоносность отложений сеномана, альба, апта. В скважине №2 Русановского месторождения выявлено 11 продуктивных пластов – газ с конденсатом, на Ленинградском (скв.1) – крупная массивная газовая залежь в сеноманском ярусе и 4 пластовые газовые залежи в аптском и альбском ярусах. Региональной покрышкой здесь являются глины турон–маастрихтского возраста. На острове Белом небольшие притоки нефти получены из низов танопчинской свиты (баррем) – из пластов ТП<sub>22</sub>, ТП<sub>23</sub>, конденсата – из пласта ТП<sub>16</sub>. Региональной покрышкой здесь являются глины яругской свиты (нижний альб) мощностью более 100 м. На Геофизическом месторождении выявлены 16 газоконденсатных и нефтегазоконденсатных залежей. Верхняя юра здесь глинистая.

По данным сейсмических исследований в Южно–Карской синеклизе мощность осадочного чехла оценивается в 11 км. Были выявлены перспективные структуры: Нярмейское, Скуратовское, Западно–Шараповское и др. Харасавейское и Крузенштернское месторождения имеют продолжение в море. В акваториях Обской и Тазовской губ выявлено более 25 перспективных структур, на 7 из них – газовые скопления в сеноманском ярусе (рис. 48). Поисковое бурение в акватории проводилось в 2000 – 2004 гг. силами Газфлот (Газпром) на Северо–Каменномысской, Нуторьяхской, Обской и на Каменномысской–море газовые скопления выявлены в сеномане.

ФГУНПП «Севморгео» - на мелководном шельфе Карского моря (глубина менее 20м), примыкающем к Западно–Сибирской нефтегазонесной провинции, прогнозные запасы оценены в 24,4 млрд т условного топлива, в Обско–Тазовском мелководье ресурсы газа оценены в 3,6 трлн м<sup>3</sup>.

На Тюменском судостроительном заводе в 2006 г. был построен плавучий буровой комплекс «Обской 1» для бурения скважин в Обско–Тазовской губе. Здесь работают 6 ледостойких морских буровых платформ.

В Карском море начало эксплуатационных работ Газпром планирует в 2027 году.

## Шельфы Охотского моря

### Сахалинский шельф

Охотское море со всех сторон окружено шельфами.

Трест «Сахалиннефть» с 1928 года осваивал месторождения севера острова Сахалин. Здесь впервые были применены методы теплового воздействия на пласт для добычи высоковязкой нефти. За 100 лет истории поисков нефти и газа на острове здесь было открыто 66 месторождений. Большинство их относится к категории мелких (рис.7).

С середины 1970–х годов начались интенсивные поиски нефти и газа на Сахалинском шельфе. В 1975 – 1983 годах Сахалинморнефтегаз и Роснефть провели здесь сейсморазведку и бурение 25 поисковых и разведочных скважин. Были открыты нефтегазоконденсатные месторождения Одопту (1977 г), Чайво (1979г). Доказана промышленная нефтегазоносность средне–верхнемиоценовых и верхнемиоценовых отложений. Общая толщина осадочного комплекса достигает 12 км. Преобладают морские глубоководные кремнисто–терригенные осадки с высоким нефтегазогенерационным потенциалом. Содержание органического вещества в них составляет 0,8 – 2%. В тектоническом отношении Сахалинский шельф находится в краевой части складчатой области, складчатые структуры (ловушки) менее нарушены разломами, имеют пологие крылья, крупнее по площади (более 100 км). В 1984 – 1990 –х годах были открыты месторождения Лунское (1984), Пильтум–Астахское (1986г), Аркатун–Дачи (1989г). Всего на шельфе было открыто 8 месторождений, 3 из них относятся к категории крупных, 1 – к уникальному типу по запасам газа.

1991 году был объявлен конкурс на освоение Пильтум–Астахского и Лунского месторождений. Победителем стал Консорциум иностранных компаний (Япония, Англия, США).

В 1993 году был создан проект САХАЛИН 1 для освоения месторождений Чайва, Аркатун–Дачи, Одопту–море. Извлекаемые запасы по нефти были оценены в 307 млн т, по газу – 485 млрд м<sup>3</sup>. В проект вошли американськоая Exxon Neftegaz – 30%, японская Sodeko – 30%, индийская ONGC – 20%, Роснефть – 20%. Промышленная добыча нефти на Сахалине (включая шельф) в 2004 году составила 4,3 млн т, газа – около 2 млрд м<sup>3</sup>. Качество нефти превосходит стандарт: плотность ниже 0,87, содержание серы ниже 0,5%, высокое содержание светлых фракций. Газоснабжением был обеспечен весь север Сахалина.



Рис.7. Крупнейшие месторождения шельфа о. Сахалин

Ведущая роль в освоении Северо-Сахалинских месторождений принадлежит Роснефти: геологоразведка, добыча и переработка на Комсомольском НПЗ, сбыт продукции. Роснефть обладает терминалами в портах Сахалина и Хабаровского края, парком морских буровых установок «Оха», «Эхаби», «Сахалинская», «Курильская», сетью спутниковой связи. В 1998 году она добыла первую нефть на шельфе Сахалина.

В 1998 году нефтяники Роснефти пробурили наклонную скважину к прибрежному месторождению Одопту-море, находящемуся в 6 километрах от берега. Получили промышленный приток нефти. Позже были пробурены еще 6 таких же скважин со средним дебитом 200 тонн/сутки. В 2007 году проект вышел на уровень добычи нефти 11,2 млн.т. В 2008 году Exxon пробурил горизонтальную скважину – 12 км от берега до месторождения Чайво протяженностью 11,68 километров. Такая же скважина - 11 была пробурена в 2007 году. К 2010 году всего с начала проекта было добыто 32 млн тонн нефти и 5 млрд м<sup>3</sup> попутного газа.

В состав проекта САХАЛИН – 2 вошли инвесторы: Газпром – 50%, британо-голландская Shell -27,5%, японские Mitsubishi – 10%, Mitsui – 12,5%.

Проект был создан для освоения шельфовых месторождений Лунское, Пильтун–Астахское. Извлекаемые запасы их по нефти оценены в 150 млн т. по газу – 500 млрд м<sup>3</sup>.

К 2007 году было добыто около 13 млн т нефти. Нефть экспортируется в Японию, Корею, на Аляску, Гавайские острова. Работают две морские буровые платформы Molikpas, 300 км морского трубопровода и 150 км наземного трубопровода. При строительстве морских трубопроводов была использована сверхпрочная сталь с мощным бетонным покрытием. На малых глубинах (менее 30 м) трубы укладывались в траншее. В районе поселка Пригородное Корсаковского района построен (2008 г) завод по производству сжиженного природного газа (СПГ) мощностью 9,6 млн т. в год для поставки в Японию, Южную Корею, западное побережье США. Стоимость завода составляет свыше 12 млрд долларов. Строятся новый специализированный морской порт для отгрузки нефти и СПГ с причалами и терминалами. К 2010 году всего с начала проекта было добыто 32 млн т нефти и 5 млрд м<sup>3</sup> попутного газа.

Потребовались пассажирские суда на 20–30 и 100 человек, подводные работы, морские судна и газовозы.

На судостроительном заводе «Звезда», расположенному в бухте Большой Камень Охотского моря начато строительство 20 морских ледостойких нефтедобывающих платформ для Сахалинского, Камчатского и Магаданского шельфа, танкеров для Транснефти, Роснефти и газовозов для Газпрома. Стоимость одной платформы составляет около 26 млрд рублей.

Проект САХАЛИН – 3 был создан для освоения Восточно–Одуптинского, Венинского, Аятского, Южно–Киринского лицензионных участков. Прогнозные запасы оценены по нефти 850 млн т, по газу 800 млрд м<sup>3</sup>, учредителями проекта являются: Роснефть – 74,9%, китайская Sinopek - 25,1%. Проект привлекает наибольшее внимание японские компании. В 2008 году было открыто Северо–Вененское газоконденсатное месторождение. На Киринском газоконденсатном месторождении ведутся геологоразведочные работы. Ввод его в эксплуатацию планируется в 2014 году.

Проекты САХАЛИН – 4 и САХАЛИН - 5 созданы для освоения лицензионных участков вдоль северного побережья острова Сахалин общей площадью 29 тыс км<sup>2</sup>. Учредителями проектов являются компании: ОАО Роснефть (51%) и British Petroleum (49%). Прогнозные запасы на Западно–Шмидтовском блоке (Сахалин – 4) оценены по нефти 450 млн т, по газу – 640 млрд м<sup>3</sup>. на Восточно–Шмидтовском блоке (Сахалин -5) – по нефти 600 млн.т, по газу – 500 млрд м<sup>3</sup>. Перспективные на нефть и газ структуры находятся 50 – 60 километрах от берега. Глубина моря в районе перспективных участков составляет 50 – 300 м. Здесь активно ведется сей-

сморазведка и бурение. Выделено 8 перспективных участков, открыто газовое месторождение.

Сахалинский шельф находится в суровых климатических условиях. На Северном Сахалине ледовый период длится от 5 до 7 месяцев (с ноября до мая), толщина льда здесь достигает 1,5 м. Льды дрейфуют с севера на юг со скоростью 2 м/сек. Осеню здесь начинаются сильные штормы, высота волн достигает 20 м. Присутствуют сильные природные водные течения. Остров Сахалин отличается высокой сейсмичностью.

Работы на шельфах по стоимости в пять раз дороже, чем на суше. На Сахалине работают пять ледоколов финского производства. Судно–снабженец ледокольного типа в рамках проекта Сахалин – 1 введено в эксплуатацию в 2005 году, спроектировано финской фирмой с учетом суровых климатических условий Сахалинского шельфа. Для вывоза нефти с Сахалина в Китай и США потребуются 20 танкеров дедвейтом 150 тыс т, для вывоза сжиженного газа в Китай – 4 газовоза.

Проекты САХАЛИН-6, САХАЛИН-7, созданы для освоения юго-восточных участков шельфа острова, САХАЛИН-8, САХАЛИН-9 - западных берегов(Татарский пролив).

Проект САХАЛИН – 6 был учрежден Петрасах – 97% и Сахалинской НК – 3%. Прогнозные запасы оценены в 1 млрд т условного топлива. Общие запасы Сахалинского шельфа оценены в 1 млрд т по нефти и конденсату, газа - 4 трлн м<sup>3</sup>. Добыча нефти здесь планируется в 2015 году в объеме –30 млн т, в 2020 году – 45 млн т, в 2030 году – 60 млн т. Разведанные запасы (категории А, В, С<sub>1</sub>,) по нефти на 2003 год составляли 459,5 млн т, по газу – 2167,1 млрд м<sup>3</sup>.

Благодаря нефти и газу Сахалин стал наиболее динамично развивающимся регионом Дальнего востока России. Сахалинская область получила новые дороги, мосты, аэро- и морские порты, медучреждения и др. Будет газифицирован Приморский край. В 2009 году на Сахалине было добыто 15,4 млн т нефти, из них на шельфе – 13,6 млн т. В том числе, проект САХАЛИН-1 дал 8,2 млн т , САХАЛИН-2 - 5,4 млн т. В 2008 году на острове был построен завод по производству сжиженного газа мощностью 9,6 млн.т. Проектируется строительство второго завода по производству сжиженного газа мощностью 10-20 млн тонн продукции в год. В г. Комсомольск на Амуре был реконструирован нефтеперерабатывающий завод. С 2008 года сахалинский газ подается потребителям острова и Хабаровского края до 8,3 млрд м<sup>3</sup>. в год и на завод по сжижению газа на юге острова. К 2016 году проектируется строительство газопровода Сахалин – Владивосток.

## **Шельф Курильских островов**

Сейсмическими методами в 2003 году здесь были выявлены положительные структуры. В Срединно–Курильском прогибе и на его Юго-

западном продолжении было открыто 7 месторождений. Запасы шести из них оценены более 6 млн т по нефти, 15 млрд м<sup>3</sup>. – по газу. На Южных Курилах выявлены зоны нефтегазонакопления, ресурсы их оценены в 400 млн.т. условного топлива.

На Курилах отсутствует ледовый покров, глубина моря небольшая. Здесь частые цунами и землетрясения, 160 вулканов, из них 39 действующие. На острове Кунашир выявлены месторождения золота, серебра, железа, титана, полиметаллических руд.

### **Западно-Камчатский шельф**

Западно-Камчатская область нефтегазонакопления занимает прибрежную равнину и шельф. На суше выявлены четыре мелких газоконденсатные месторождения общим объёмом 15 млрд м<sup>3</sup>. Перспективные ресурсы оцениваются в 25 млрд м<sup>3</sup>. Составлена программа газификации Камчатки. Площадь Западно-Камчатского шельфа составляет 62 тысячи км<sup>2</sup>. Работы здесь начала Роснефть, с 2008 года – Газпром. Проведена сейсморазведка, выявлены 50 перспективных структур, начато бурение скважин. Структуры смешанного генезиса, характеризуются большими размерами по площади (100 – 550 км<sup>2</sup>): Сухановская, Кругогоровая, Калаваямская и др. Перспективны отложения олигоцена и миоцена. Мощность осадочного выполнения оценивается в 8 – 10 км. Прогнозные ресурсы оценены по нефти - 1,8 млрд т, по газу – 2,3 трлн м<sup>3</sup>. В 2010 году в эксплуатацию было введено Кшукское газовое месторождение, находящееся на юго-западном побережье Камчатки. Газ по трубопроводу пришел в г. Петропавловск-Камчатский. Протяженность трубопровода 400 км.

### **Магаданский шельф**

Сейсморазведочными работами здесь выявлены крупные структурные ловушки. Осадочное выполнение палеоген-неогенового возраста, мощностью 8-10 км.

### **Шельф Берингового моря**

Здесь на суше в составе Охотской складчатой области Корякского нагорья выделены 2 крупные кайнозойские наложенные впадины: Анадырская и Хатырская. Эти впадины занимают обширные участки акватории Берингового моря. Сейсморазведочные работы здесь ведет Дальморгеофизика. На Угловой и Лагунной площадях в миоценовых отложениях были выявлены небольшие залежи нефти и газа. Ресурсы шельфа оценены в 270 млн т по нефти 600млрд м<sup>3</sup> по газу.

## **2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОРЕЙ И ОКЕАНОВ**

Море - часть мирового океана, отделенная от него сушей, островами или поднятиями дна. Различаются несколько типов морей: внутриконтинентальные, межконтинентальные, окраинные (см. табл. 4, 5).

По глубине дна различаются моря:

1. Глубоководные (котловинные),
2. Мелководные (шельфовые, глубиной до 200м).

По температуре воды различаются моря:

1. Теплые (в областях тропического климата),
2. Холодные (в областях арктического климата).

К теплым морям относится Красное море. Соленость его составляет  $41,5 \text{ г/кг}$ . К холодным морям относятся моря Северного ледовитого океана и Охотское море.

Таблица 4

Классификация морей (по Н.В. Логвиненко, 1980)

	Площадь, $10^3 \text{ км}^2$	Максимальная глубина, м
<b>Окраинные моря океанов</b>		
Котловинные		
1. Берингово	2315	4151
2. Охотское	1603	3916
3. Желтое, Восточно-Китайское	1252	2999
4. Японское	1062	3699
5. Южно-Китайское	3537	5559
6. Коралловое	4068	9123
7. Фиджи	3177	6948
8. Тасманово	3336	5694
9. Карибское	2777	7491
Плоские		
10. Баренцево	1405	600
11. Северное	565	725
<b>Внутренние моря (межконтинентальные, внутриконтинентальные)</b>		
Котловинные		
12. Средиземное	2505	5121
13. Красное	460	3039
14. Черное	422	2210
15. Каспийское	437	980
Плоские		
16. Азовское	38	14,5
17. Аральское	66	68
18. Балтийское	419	470

Таблица 5

## Глубоководные желоба

Океан	Желоб	Максимальная глубина, м
Тихий	Марианский	11022
	Тонга	10882
	Филиппинский	10830
	Йдзу	10595
	Бонинский	10542
	Кермадек	10047
	Санта-Крус	9174
	Волкано	0156
	Бугенвильский	9140
	Ян	8850
	Японский	8412
	Новобританский	8320
	Сан-Кристобаль	8310
	Палау	8069
	Атакамский	8066
	Новогебридский	7570
	Нансей (Рюкю)	7507
	Банда	7440

Моря обладают в значительной мере самостоятельным, отличным от океана, гидрологическим режимом, фауной и осадками. Они подвержены влиянию прилегающей суши через воздействие климата, речного стока, выноса терригенного материала. Некоторые окраинные моря именуются заливами (Мексиканский, Персидский и др.).

Внутренние моря со всех сторон окружены сушей, с океаном или соседним морем связаны проливом, имеют слабый водообмен с океаном, пониженную соленость (табл. 6).

Котловинные моря обычно локализованы в пределах альпийских или современных геосинклинальных поясов. В них присутствуют глубоководные впадины, приподнятые участки дна, обширные материковые отмели (платформы).

Каспийское и Черное моря рассматриваются как остаточные или наложенные впадины в поясах альпийской складчатости.

В.И.Вернадский по степени минерализации выделил 4 типа подземных вод:

1. пресные – минерализация до 1 г/л
2. солоноватые – минерализация 1-10 г/л
3. соленые – минерализация 10-50 г/л
4. рассолы – минерализация свыше 50 г/л

Таблица 6

## Соленость и минеральный состав морской воды

	Соленость, г/кг
Морская вода нормальная	35,0
Океаническая вода	3,0-45 (средняя 35,0)
Черное море	17,0-22,0
Каспийское море	11,0-13,0
Балтийское море	8,0-16,0
Солевой состав морской воды	
Анионы	
Cl <sup>-</sup>	18,98
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,65
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,14
Br <sup>-</sup>	0,05
F <sup>-</sup>	0,01
Катионы	
Na <sup>+</sup>	10,56
Mg <sup>++</sup>	1,27
Ca <sup>++</sup>	0,40
K <sup>+</sup>	0,38
Sr <sup>+</sup>	0,01

Газы растворяются в воде, если они способны вступать с ней в химическое взаимодействие: аммиак ( $NH_3$ ), сероводород ( $H_2S$ ), сернистый газ ( $SO_3$ ), двуокись углерода ( $CO_2$ ). Другие газы малорастворимы. При понижении давления и повышении температуры растворимость газов снижается. При низких температурах и высоких давлениях многие газы не только растворяются в воде, но и образуют кристаллогидраты (аргон, криптон, ксенон, хлор, сероводород, углеводороды). Пропан образует кристаллогидрат с водой -  $C_3H_8 \cdot 17H_2O$  при температуре 10°C и давлении 3 кг/см<sup>2</sup>. При снижении давления газогидраты распадаются.

Вода растворяет многие кислоты, щелочи, минеральные соли. Такие растворы проводят электрический ток. Вода смешивается с некоторыми органическими растворителями.

В отложениях, содержащих пласти каменной соли, минерализация подземных вод достигает 350-400 г/кг. В карбонатных и терригенных отложениях, содержащих пласти гипса (ангидрита), минерализация воды достигает 140-200 г/кг, в карбонатных и терригенных морских отложениях – 35-70 г/кг.

Средняя соленость морской воды составляет 35 г/л.

Море окраинное расположено на окраине материков, открыто в сторону океана, от океанов отделено островами, полуостровами или подводными возвышенностями, имеет свободный водообмен с океанами. По

глубине дна окраинные моря могут быть шельфовыми (Северное, Баренцово, Карское) или котловинными (Охотское, Берингово).

Море плоское – мелководное (шельфовое) с более или менее выровненным дном, постепенно поднимающимся к берегу (Азовское, Восточно - Сибирское, Северное).

Море приливное - в котором отчетливо ощущаются приливные колебания уровня и приливные течения. Такие моря свободно сообщаются с океанами. К ним относятся большинство окраинных и некоторые внутриматериковые моря (Балтийское море). Приливы и отливы моря вызываются притяжением Луны и Солнца и проявляются в виде периодических поднятий и опусканий уровня воды океанов.

В океанах высота прилива не превосходит 1м. Приливы сопровождаются сильными течениями воды, и в узких проливах и бухтах достигает высоты 14-16м. Большая высота приливов при этом объясняется наличием препятствий со стороны моря, задерживающих отлив воды.

Море шельфовое расположено в пределах материковой отмели (шельфа). Такие моря обычно мелководные (глубина до 100-200м), в них накапливаются главным образом терригенные осадки. В рельефе дна шельфовых морей, подверженных оледенению, наблюдаются желоба, каньоны и впадины глубиной до 500-1000м.

С геологической точки зрения современные моря являются молодыми (неоген-палеогеновыми) образованиями. Мелководные моря образовались при затоплении окраинных частей материков. Глубоководные моря имеют тектоническую природу, образовались на места опускания крупных блоков земной коры по глубинным разломам. Примерами их являются Средиземное, Красное, Японское и другие моря.

Морские течения - поступательные перемещения водных масс в Мировом океане. Подразделяются на волновые, дрейфовые, приливные, поверхностные, глубинные, придонные, теплые, холодные. Они совершают большую геологическую работу, оказывают влияние на биогенное осадкообразование, взмучивают осадки, эродируют дно, участвуют в подводном рельефообразовании и береговых процессах.

Волновые течения имеют значительные скорости лишь на мелководье, где они играют важную роль в процессах переноса и аккумуляции наносов.

Дрейфовые морские течения вызываются ветрами, действуют в поверхностном слое (до 100м). Примерами дрейфовых течений являются муссонные течения в северной части Индийского океана, которые меняют направление летом и зимой. В зимнее время муссоны направлены в сторону моря, летом в сторону суши. Приливные течения охватывают всю толщу вод. Скорость таких течений у дна может достигать 10-15 см/сек.

Стационарные морские течения сохраняют своё положение, направление и скорость в продолжение длительного времени. Крупнейшими морскими течениями Мирового океана являются тёплые течение Гольфстрим и Куросио. Развиты в верхних частях водной толщи океана (до глубин 800-1000м), скорость течения их достигает десятков сантиметров в секунду. Они переносят огромные массы воды, оказывают большое влияние на осадкообразование. Движение воды внутри них сложное, не остаётся постоянным во времени. Тёплые течения движутся из нижних широт в высокие, холодные – из высоких широт (Северного ледовитого океана) в низкие. Гольфстрим является одновременно плотностным, ветровым и стоковым течением. Простирается на 10 тыс км с юга на север от берегов Флориды до островов Шпицберген (Новая Земля). Оказывает на климат Европы. Скорость течения 3 – 4 км/час. Температура поверхностных вод от 28 до 10°C. Куросио – теплое течение Тихого океана, простирается у южных и восточных берегов Японии. Оказывает большое влияние на климат северной части Тихого океана. Лабрадорское холодное течение спускается с Северных широт от Гренландии, несет многочисленные льды и айсberги, затрудняющие судоходство. Камчатско-Курильское холодное течение проходит с севера на юг, оказывает охлаждающее влияние на сушу. Вблизи экватора постоянно действуют пассатные ветры. В северном полушарии они направлены с северо-востока на юго-запад, в южном – с юго-востока на северо-запад. Пассаты вызывают постоянные течения воды в океанах, направленные с востока на запад.

Карское море – окраинное море Северного ледовитого океана. Средняя глубина 127 м, максимальная – 620 м. В него впадают крупнейшие реки Сибири: Обь. Енисей, Пясина. Имеет большое количество островов. Климат суровый, минусовая температура здесь держится 9-10 месяцев, на юге-7-8 месяцев. Зимой часты штормовые ветры, выюги и метели, летом - снежные бураны и туманы. Море покрыто льдом большую часть года. Температура воды ниже +1,5°C, летом достигает +6°C в юго-западной части, + 2°C на севере. Солёность воды вблизи устьев рек Оби и Енисея составляет 10‰, у Земли Франца – Иосифа - 33‰. Приливы воды преимущественно полусуточные, высота приливов 0,5-0,8м. Сгонно-нагонные колебания уровня моря достигают 2м. Море богато рыбой: омуль, муксун, нельма, голец, навага, камбала. В море обитают нерпа, морж, морской заяц, белуха, белый медведь, песец.

Каспийское море – замкнутый водоём, внутренне континентальное море. Средняя ширина 320км, длина 1200км. Уровень на 28,5м ниже Мирового океана. Максимальная глубина 1250м. В него впадают реки Волга, Эмба, Урал, Тerek. Самая мелководная часть – Северный Каспий. Глубина моря здесь составляет 4 – 8м. Берега Северного Каспия быстро нарастают за счет дельт. Рельеф дна плоский, слабо холмистый с серией балок и ак-

кумулятивных островов. В Среднем Каспии максимальная глубина моря составляет 788м. Здесь развиты шельф и материковый склон с подводными каньонами и оползнями. В Южном Каспии расположены глубоководная впадина (1250м), узкий шельф, земная кора здесь характеризуется отсутствием гранитного слоя. Соленость воды в среднем составляет  $12,5^{\text{г}}/\text{кг}$ . Температура воды на поверхности составляет летом +24-26°C на севере, +29°C – на юге. Зимой толщина льда на севере моря достигает 2м. Море богато рыбой: лещ, судак, сельдь, килька, осетровые, вобла, сазан.

Черное море – внутренеконтинентальное море, максимальная глубина 2210м. В рельефе дна выделяются шельф, материковый склон, глубоководная котловина. Шельф глубиной 110-160м достигает наибольшей ширины (свыше 200км) в северо-западной части моря. В остальных районах глубина его составляет менее 110м, ширина – от 10-15км до 2,5км у берегов Турции. Материковый склон сильно расчленен подводными долинами и каньонами. Дно котловины плоское, земная кора здесь характеризуется отсутствием гранитного слоя. Максимальная толщина осадочного слоя оценивается в 18-16км, причем верхняя его часть (3-4км) залегает полого, горизонтально. Образование впадины Черного моря объясняется процессом океанизации земной коры. Соленость воды в открытой части моря составляет  $17-18^{\text{г}}/\text{кг}$ , в местах впадения рек –  $3-9^{\text{г}}/\text{кг}$ . На глубине 60-80м соленость воды  $19-20^{\text{г}}/\text{л}$ , на дне моря –  $22-22,5^{\text{г}}/\text{кг}$ . Растворенный кислород наблюдается только в верхнем слое. Глубже 150-200м вода насыщена сероводородом. Температура воды в верхнем слое (до глубины 60м) зимой понижается до +6-7°C, на северо-западе – до +0,5°C (заливы замерзают).

Балтийское море – неглубокое шельфовое море. Преобладают глубины 40-100м. Максимальная глубина 470м. Дно моря сильно расчленено. Неровности дна обусловлены блоковой тектоникой. Балтийское море является одним из самых молодых морей земного шара, оно образовалось всего 12 тыс. лет тому назад, в начале послеледниковой эпохи. Во время максимального последнего оледенения (вюрмского) почти весь бассейн современного Балтийского моря был перекрыт ледником. В тектоническом отношении Балтийское море представляет собой впадину на гранитно-gneйсовом основании Балтийского щита. В северной части Балтийского моря фундамент докембрийский, в центральной части – силур-девонский. Южные берега Балтийского моря низменные, песчаные, с широкой приливно-отливной равниной. Береговая линия сильно изрезана, с многочисленными заливами. Пляжи песчаные, галечные. На севере берега и острова скалистые, материкового происхождения. В Балтийское море впадает большее количество рек. Соленость поверхностной морской воды составляет  $6-11^{\text{г}}/\text{кг}$ , в Финском заливе –  $3-6^{\text{г}}/\text{кг}$ . В придонном слое соленость воды  $10-16^{\text{г}}/\text{кг}$ , температура +5°C.

Океаны (от греческого «океанос»- беспределное море)- огромная впадина, заполненная океаническими водами. Это – водная оболочка Земли, занимает 70.8% её поверхности. Границами океанов являются подножия материковых склонов. Максимальная глубина в Тихом океане составляет 11022 м, в Атлантическом – 8422 м, Индийском – 7130 м, Северном ледовитом океане- 5499 м. Частью океанов являются моря, заливы, бухты, акватории, более или менее изолированные материками, островами.

В поперечном профиле океанов различаются (рис. 8):

- 1). Шельф (англ. *shelf*-полка, мель) - море с глубиной дна до 200 м ;
- 2). Материковый (континентальный) склон;
- 3). Материковое подножье;
- 4). Океаническое ложе.

Часть океана, прилегающая к материкам, обладает материковым типом земной коры. От подножья материкового склона начинается океаническое ложе с тонкой корой океанического типа. В подводном рельефе океанов различаются следующие крупные формы.

1. Абиссальные равнины - широкие плоские части океанического ложа;
2. Широкие пологие возвышенные участки (сводовые поднятия);
3. Океанические котловины (глубоководные впадины);
4. Океанические хребты – относительно узкие протяженные подводные горы - крупнейшие сложно построенные линейные океанические структуры;
5. Островные дуги – океанические хребты, вершины которых выходят на дневную поверхность;
6. Глубоководные желоба – относительно узкие глубокие прогибы (см. табл. 5).

### **3. ТЕКТОНИКА МОРЁЙ И ОКЕАНОВ**

Все науки разрабатывают свои понятия и термины.

В тектонике основополагающими являются учение о геосинклиналях и платформах, о геологических формациях, складчатости и разрывных нарушениях. Ниже дается краткая характеристика некоторых тектонических терминов по «Геологическому словарю» (1973).

1. Земная кора - верхняя, сиалическая оболочка Земного шара, находящаяся выше сейсмической границы Мохоровичича (М). По вертикали в земной коре выделяются три слоя: осадочный, гранитно- метаморфический, базальтовый. Средняя плотность вещества земной коры -  $2,77\text{ г}/\text{см}^3$ . Скорость распространения продольных сейсмических волн в земной коре возрастает от 1-4 км/сек (осадочный слой) до 6,1—7,4 км/сек

(базальтовый слой). Различают два типа земной коры: континентальный и океанический. Континентальная земная кора состоит из трех слоев, отличается большой толщиной (до 70-75 км) под горными системами. Средняя толщина её составляет 35 км. Океаническая земная кора отличается отсутствием гранитно-метаморфического слоя и малыми толщинами – 5-10 км.

2. Мантия Земли – слой залегающий под земной корой, от сейсмической границы Мохоровичича (М) до сейсмической границы Вихерта – Гуттенберга (2900 км) – наружной границы ядра Земли. Скорости продольных сейсмических волн в мантии возрастают от 7,8 – 8,5 до 13,6 км/сек на внешней границе ядра. Плотность земного вещества в мантии изменяется от 3,3 – 3,5 г/см<sup>3</sup> под земной корой до 5,6 – 5,9 г/см<sup>3</sup> на внешней границе ядра. Внутри мантии выделяются три слоя: верхняя (от 35 до 300 км), средняя (от 300 – до 950 км), нижняя (от 950 до 2900 км).

3. Литосфера (от греч. *lithos* – камень) – верхняя, твёрдая оболочка Земли, имеющая большую прочность. Снизу ограничена астеносферой, прочность вещества которой относительно мала. Литосферу составляют земная кора и жесткая верхняя часть верхней мантии. Мощность литосферы составляет 50- 200 км.

4. Астеносфера (от греч – *астэнос* – слабый) – слой мантии земли, способный к вязкому или пластическому течению под действием относительно малых напряжений. Средняя глубина астеносферы оценивается в 100 – 200 км под континентами, 30 – 50 км под срединно–оceanическими хребтами.

5. Платформа – устойчивый блок земной коры, площадью несколько млн км<sup>2</sup>. Состоят из двух структурных этажей: внизу – складчатый фундамент, вверху – осадочный чехол. В рельфе поверхности Земли платформы представляют собой равнинные территории. Различают древние и молодые платформы. Примером древней платформы является Восточно–Европейская платформа. Фундамент древних платформ докембрийский, чехол – палеозойский. Молодые платформы имеют палеозойский фундамент и мезозойско – кайнозойский чехол. Примером молодой платформы является Западно-Сибирская плита.

6. Плита – часть платформы, покрытая осадочным чехлом. Примером является Русская плита Восточно-Европейской платформы.

7. Щит – приподнятая область платформы, в пределах которой, осадочный чехол отсутствует. Примером является Балтийский щит Восточно-Европейской платформы.

8. Кратон – крупный жесткий блок земной коры.

9. Геосинклиналь – подвижная область земной коры и большой мощности (70-75 км), сложенная из слоёв осадочных горных пород, смятых в линейные складки с крутыми падениями крыльев и прорванных интрузиями гранитов, гранодиоритов и других магматических пород. Это –

области повышенной проницаемости земной коры, активной тектоники, магматизма и метаморфизма горных пород. В рельефе поверхности Земли – это горные области. Примерами геосинклиналей являются Урал – образование герцинского цикла тектогенеза, Кавказ - складчатое сооружение альпийского цикла тектогенеза. За современные аналоги геосинклиналей принимаются системы островных дуг и глубоководных желобов в краевых частях океана.

10. Формация геологическая – крупное геологическое образование (тело) регионального ранга, более или менее однородное по составу, строению и происхождению. Примерами их являются формации: терригенные, карбонатные, вулканогенные, платформенные, геосинклинальные и др.

11. Разломы глубинные (рис 8, 9, 10, 11) – пронизывают земную кору и часть верхней мантии. Протяженность их составляет сотни и тысячи километров, ширина - до первых десятков километров. Имеют сложное строение, состоят из узких блоков (пластин, клиньев), разделённых крупными разрывами. В зоне разлома горные породы смяты в сжатые складки, растресканы, рассланцованны. К ним часто приурочены вулканические излияния, пояса интрузий основных и ультраосновных горных пород. Крупнейшими зонами глубинных разломов являются рифтовые зоны срединно-океанических хребтов, зоны Беньофа, трансформные сдвиги.

12. Горст-антиклиналь – поднятие горстового типа, ограниченная разломами регионального и глобального рангов.

13. Рифт (англ. *rift* - расселина, ущелье) – крупнейшая (регионального ранга) структура типа – синклинали, образованная в зонах растяжения (расхождения) земной коры. Имеет линейно вытянутую форму, протягивается на сотни и тысячи километров при ширине 30-50 км.

14. Желоб глубоководный – длинная узкая впадина с крутыми склонами.

15. Шаръяж (от франц. *charriez* - катать, волочить) - тектонический покров, пологий надвиг регионального ранга, с перемещением крупного блока горной породы по горизонтальной или полого наклонной плоскости на десятки километров.

Как отмечает Н. В. Логвиненко (1980), рельеф дна морей и океанов в значительной мере определяется тектоническим строением земной коры в их пределах.

На шельфах земная кора имеет такое же строение, как и на суше. Геологические структуры континента здесь продолжаются далеко в море.

Осадочный слой имеет толщину до 12 – 13 км, характеризуется скоростями продольных сейсмических волн 2,2 – 2,8 км/сек. Присутствует достаточно мощный гранитный слой со скоростями сейсмических волн 4,6-6,4 км/сек и базальтовый слой (скорость сейсмических волн 6,5–7,2 км/сек).

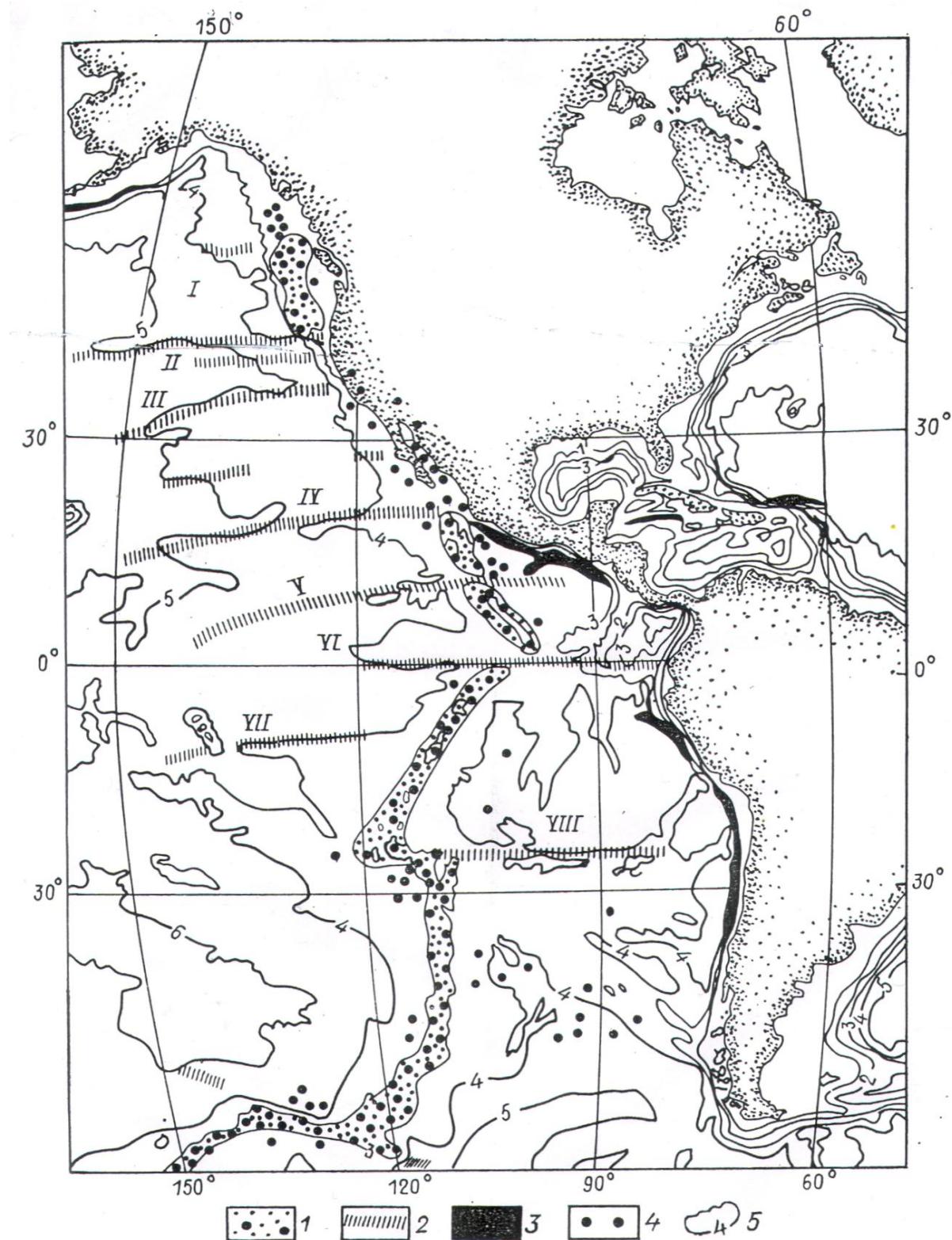


Рис. 8. Очаги землетрясений и трансокеанские разломы восточной части Тихого океана (по Г.У. Менарду, 1966 г.)

1 – гребень Восточно-Тихоокеанского поднятия; 2 – зоны разломов;  
3 – глубоководные желоба; 4 – очаги землетрясений; 5 – изобаты, км.

Разломы: I – Мендосино, II – Пайонир, III – Мерей, IV – Кларион,  
V – Клипперон, VI – Галапагосский, VII – Маркизский, VIII – Восточный

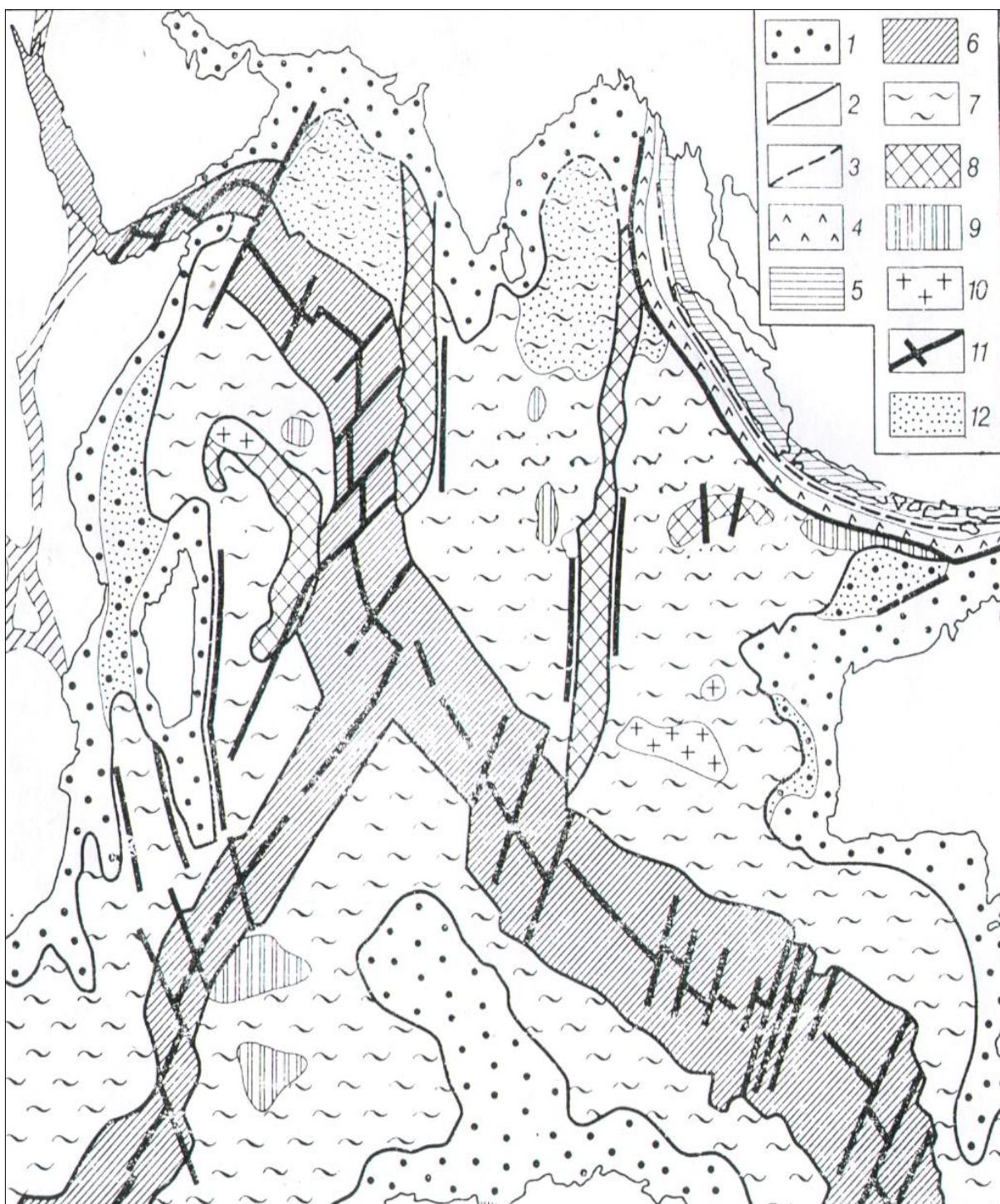


Рис. 9. Тектоническая схема дна Индийского океана  
(по В.Ф. Канаеву, 1974, с некоторыми дополнениями)

1 – подводные окраины материков, 2 – глубоководный желоб;  
3 – межгрядовый желоб (Балийская впадина); 4 – внешняя грязь островной дуги;  
5 – вулканическая грязь островной дуги; 6 – срединно-океанический подводный  
пояс; 7 – талласократоны; 8 и 9 – асейсмичные океанические поднятия;  
10 – микроконтиненты; 11 – разломы; 12 – окраинные прогибы,  
выполненные мощной толщей осадков

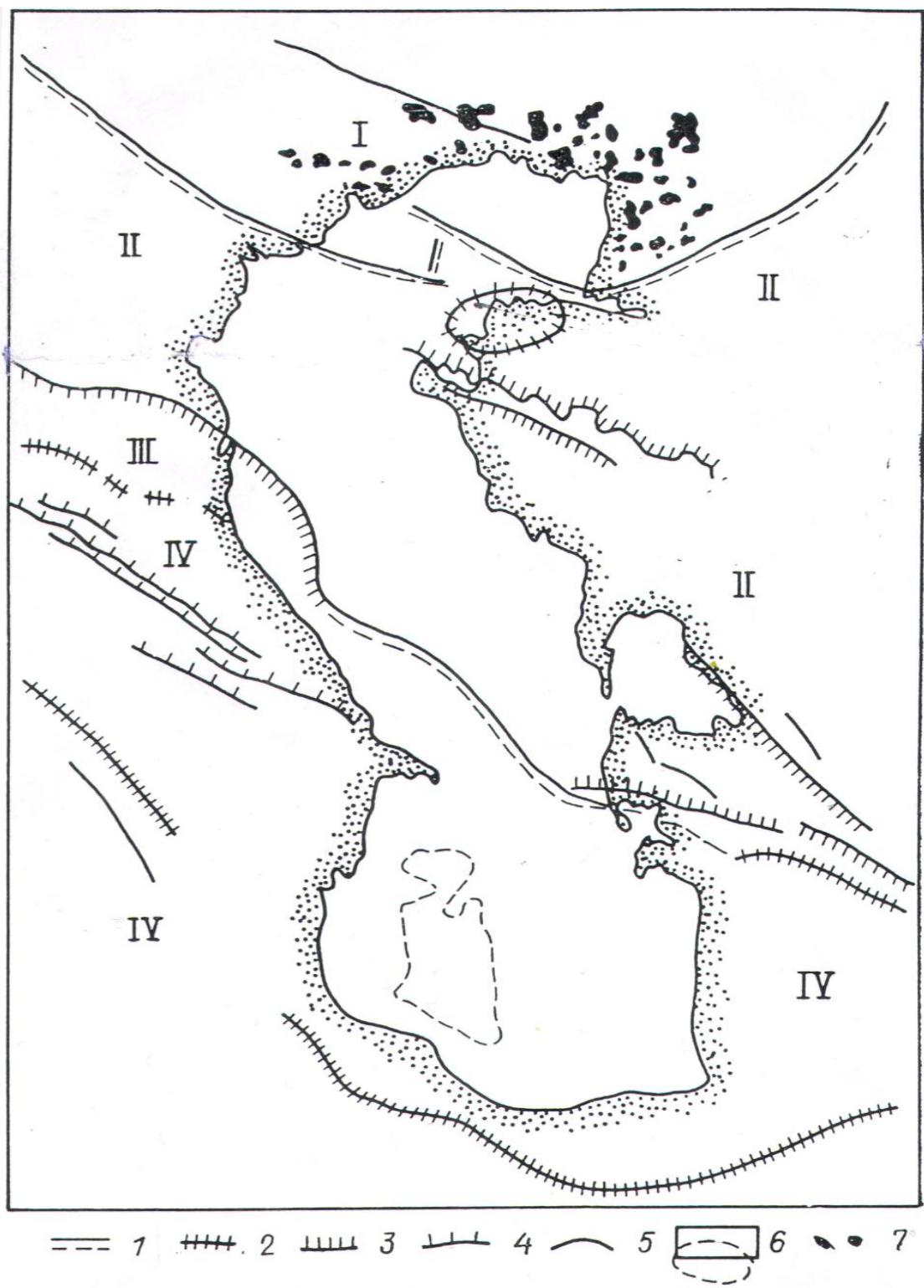


Рис. 10. Тектоническая карта акватории Каспийского моря  
(по А.Л. Яншину и др., 1966 г.)

Древние платформы: I – Прикаспийская впадина, II – эпипалеозойская платформа, III – альпийские краевые прогибы, IV – области альпийской складчатости  
1 – глубинные погребенные разломы; 2 – главнейшие глубинные разломы; 3 – флексуры; 4 – надвиги, сбросы, шарьяжи; 5 – разломы; 6 – границы котловины Каспийского моря (без гранитного слоя); 7 – соляные купола

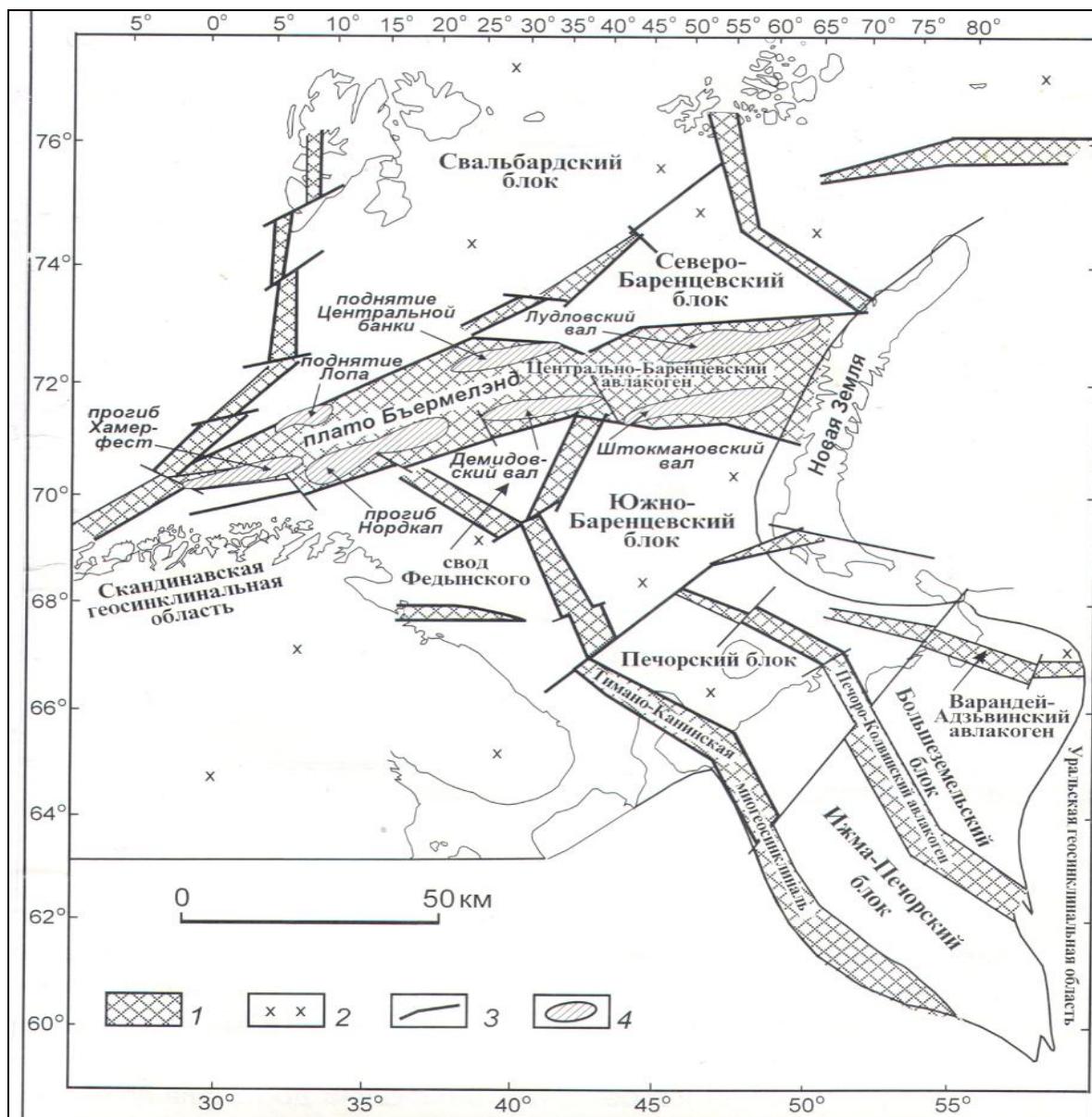


Рис. 11. Тектоника Баренцева моря

1 – зоны рифтогенеза; 2 – тектонические блоки, относительно устойчивые в палеозое; 3 – глубинные разломы; 4 – линейные структуры в пределах зоны развития авлакогена

На континентальных склонах наблюдается тонкий выклинивающийся гранитный слой. Поверхность Мохоровичча здесь залегает значительно выше, чем под шельфом. На тектонической карте Евразии (гл. ред. А.Л.Яншин) тектонические структуры в океанах и морях были выделены на основе их подводного рельефа и на основе геологической интерпретации геофизических материалов (гравиметрических, магнитометрических и сейсмических карт). В океанах были выделены шесть типов крупнейших тектонических структур:

1. Океанические плиты;
2. Краевые прогибы;

3. Плиты и впадины окраинных морей;
4. Островные дуги;
5. Срединно – океанические хребты (поднятия);
6. Вулканические массивы.

Океанические плиты в рельефе дна океанов представляют собой абиссальные плоские равнины. Участками они осложнены подводными, сводовыми поднятиями и крупными разломами. Океанические плиты широко распространены. К ним относятся большая часть пространства Тихого океана. В Атлантическом океане они образуют широкие полосы по обе стороны от Срединно-оceanического хребта. В акватории Северного ледовитого океана выделяют две плиты: Евро – Азиатская и Азиатско - Американская. Мощность осадочного чехла на океанических плитах не превышает 1 – 1,5 км, а чаще составляет 100 – 300 и менее 100 м. Слои образуют пологие, широкие антиклинальные и синклинальные складки платформенного типа. Возраст отложений мезозойский, кайнозойский, фундамент – базальтовый, разновозрастный.

Краевые прогибы разграничивают континенты от океанов, большей частью они ориентированы параллельно бортам континентов. Мощность осадочного чехла здесь достигает 10 – 15 км и более. Возраст отложений мезозойский и кайнозойский, на отдельных участках – палеозойский. Краевые прогибы перспективны для поисков нефти и газа. Примерами краевых прогибов являются: Североморский, Норвежский, Баренцово – морской, Анабарско – Лаптевский, Индигирско – Чукотский прогибы.

Срединно – океанические хребты (поднятия). Это области современной тектонической активности Земли и развития земной коры. Для них характерны высокая сейсмичность, повышенный тепловой поток. Типичной структурой этого типа является Срединно – Атлантический хребет протяженностью несколько тысяч километров. Он представляет собой систему линейных хребтов, разделенных рифтовой долиной. Осадочные толщи в рифтовых долинах залегают горизонтально, нарушены разломами, представлены вулканическими туфами, пеплами, фораминиферовыми, кремнистыми и карбонатными илами. Мощность от десятков метров до 600 метров. Возраст – кайнозойский. К структурам подобного типа относятся Центрально – Индийский, Аравийско – Индийский, Африкано – Антарктический хребты. Восточно – Тихоокеанское поднятие имеет высоту 2,3 км, ширину 2 – 4 тыс км. Длину – 15 тыс км. Рифтовая долина здесь отсутствует. Мощность осадочного чехла минимальная, составляет 30 – 150 м, фундамент представлен переслаиванием базальтов, вулканического пепла и илов с микрофауной мелового возраста.

Амеразийский сегмент от Евразийского сегмента отделяется хребтом Ломоносова. В пределах хребта выделяются два структурных этажа: первый со скоростью распространения сейсмических волн 1,8 – 2,0 км/с имеет мощность 0,1 – 1,6 км, второй – 3,5 - 4,8 км/с более мощный. Евразийский сегмент включает глубоководные котловины Амундсена и

Нансена (глубина до 4,2 - 4,5 км), разделяющий их хребет Гаккеля (ширина 200 км, вершины поднимаются над дном котловин на 1500 м) и шельфовые моря: Баренцево, Карское и Лаптевых.

В пределах хребта Гаккеля мощность осадочного покрова незначительная (максимум 0,3 - 0,4 км), а дно рифтовой долины прикрыто всего несколькими метрами осадков, залегающих на базальте. В котловинах Амундсена и Нансена осадочный покров имеет мощность 2-3 км и подстилается сложно дислоцированными толщами (Деменицкая Р.М., Карасик А.М., 1971 г.) наблюдается мощный осадочный покров (до 15 - 18 км) на шельфе Баренцева моря.

Островные дуги – это цепочки островов, сложенных кайнозойскими отложениями на верхнемезозойском основании. Они окаймлены глубоководными желобами, приурочены к глубинным разломам. Примерами таких структур являются Курильская и Алеутские дуги в северо-западной и северной частях Тихого океана и дуги Бониско – Марианская и Меланезийская в западной и юго-западной его частях. К зрелым островным дугам относятся Индонезийская, Филиппинская, Японская, Хоккайдо – Сахалинская и Камчатская дуги. Они состоят из складчато–глыбовых сооружений, прошедших стадии геосинклинального развития в кайнозое и переработанных современными тектоническими движениями.

Вулканические массивы – это вулканно-тектонические структуры, образовавшиеся внедрением магмы в верхние горизонты земной коры и проявлением ее на дневной поверхности. Крупнейшими структурами подобного типа являются вулканические пояса на островных дугах – Курильской и Алеутской. Структурами меньшего ранга являются вулканические острова в океанах.

### **3.1. Новая глобальная тектоника**

Это - новейшая геологическая гипотеза (гипотеза литосферных плит). Она утверждает, что литосфера Земли состоит из жестких плит, разделенных друг от друга подвижными поясами (системой глубинных разломов), где сосредоточены тектоническая, сейсмическая и вулканическая активность (рис. 12, 13).

Это - обновленная гипотеза немецкого геофизика Вегенера (1912) о дрейфе (раздвижении) материков Земли. Новая глобальная тектоника (она же теория мобилизма) была разработана в 1960–х годах американскими геологами (Дитц, 1961; Хесс, 1962, 1964; Ле Пишон, 1968). Основанием для её создания явились материалы исследования акваторий океанов геофизическими и геологическими методами, которые широко были развернуты в послевоенные годы.

Согласно этой гипотезе литосфера (жесткая оболочка) Земли состоит из 6 - 8 плит, плавающих на вязком, пластичном слое (астеносфере) верхней мантии, находящемся на глубинах 50- 100 км под континентами и 50 - 80 км под океанами.

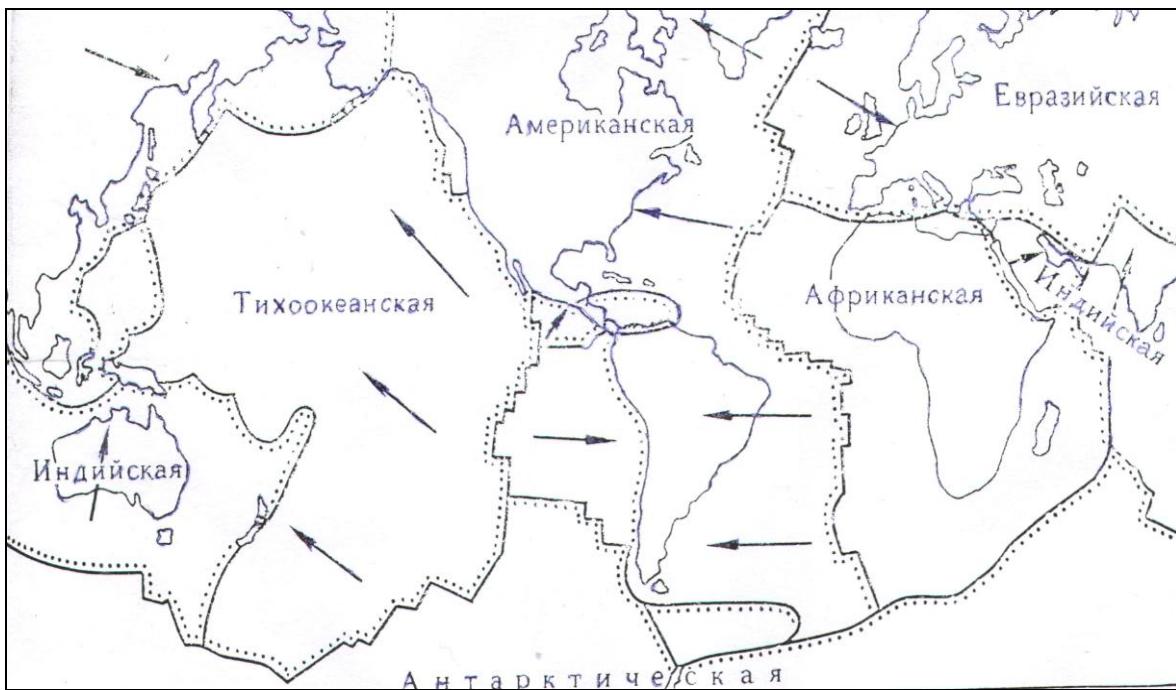


Рис. 12. Границы литосферных плит. Стрелки показывают направление дрейфа плит (по Le Pichon, 1968 г.)

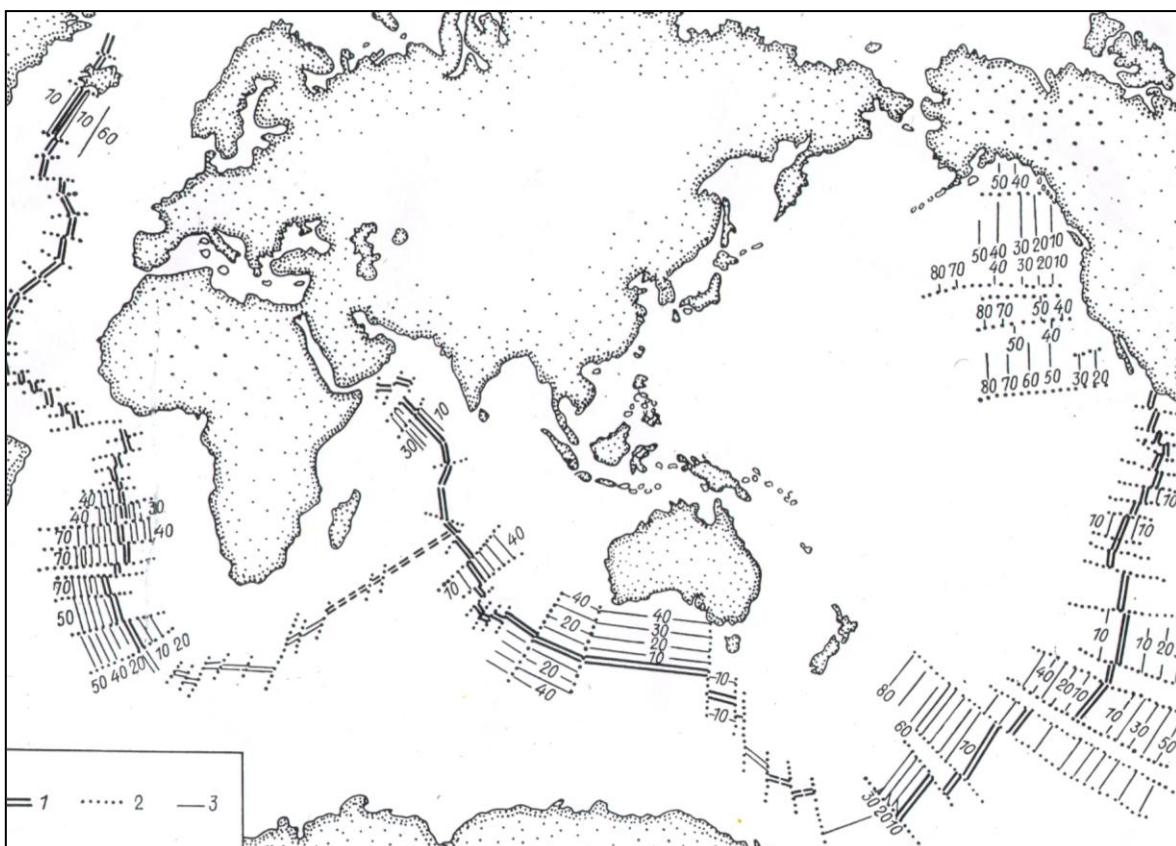


Рис. 13. Мировая система срединно-океанических хребтов (по Б.Изаксу, 1968, Д. Хейртцелеру, 1968 г.)

1 – срединные хребты; 2 – разломы, пересекающие хребты; 3 – магнитные аномалии (цифры у магнитных аномалий – их возраст, млн. лет)

Первоначально были выделены литосферные плиты:

1. Евразийская
2. Африканская
3. Индийская
4. Северо-Американская
5. Южно-Американская
6. Австралийская
7. Антарктическая
8. Тихоокеанская

Позже (Кариг, 1971) эти крупнейшие плиты были разделены на ряд мелких литосферных плит и количество их было доведено до 24. Каждая из них имеет самостоятельное движение. Например, были выделены блоки краевых морей западной части Тихого океана (Южно-Китайский, Филиппинский, Японский и др.) Развитие таких блоков связывается с диапиро-выми поднятиями мантии под зонами сжатия.

Размеры литосферных плит по ширине и длине несколько тысяч километров. Плиты перемещаются в горизонтальном направлении от зон растяжения (спрединга) к зонам сжатия (субдукции), где они сталкиваются и засасываются вглубь мантии. Континенты (материки) являются частями литосферных плит и участвуют в их движении. Зонами растяжения (расхождения плит) являются рифтовые долины срединно-океанических хребтов, зонами сжатия (схождения плит) – глобальные надвиги и подвиги, получившие название «зон Беньофа». Скорость горизонтального смещения плит на севере Атлантики оценивается в  $2 \text{ см/год}$ , на юге  $3 \text{ см/год}$ . Океанические плиты поддвигаются под континенты и островные дуги. Причиной таких явлений считаются восходящие конвекционные потоки мантийного вещества.

Зонами сжатия в литосфере Земли являются:

1. В пределах океанических бассейнов (тихоокеанский тип) – участки, которые морфологически выражены в виде систем островных дуг и глубоководных желобов.

2. На границе океана с континентом (андический тип), где формируются океано-континентальные орогенические пояса, сопряженные с глубокими желобами.

3. На границе двух континентов или внутри континентов (средиземноморско-гималайский тип), где развиваются орогенические сооружения. Здесь происходит поддвигание одной литосферной плиты под другую, и широко развиваются шарьяжные движения.

Скорость движения на разных участках составляют от 1-2 см до 10-12 см в год. Кроме зон растяжения и зон сжатия в литосфере проявляется третий тип границ: движение вдоль разломов типа трансформных сдвигов, вдоль которых литосферные плиты смещаются одна относительно другой в горизонтальном направлении.

Среди американских и западно-европейских геологов эта гипотеза хорошо известна и вполне популярна. Российские геологи восприняли эту гипотезу неоднозначно. В ней, несомненно, есть новизна. Она «удачно увязывает многие стороны геологической структуры и геологических процессов. Но она базируется не на строго доказанных, а чаще на умозрительных посылках» (Ю.А.Косыгин, 1983, с .214). С тех пор, как появилась эта гипотеза, геологи тектонисты разделились на фиксистов и мобилистов. Фиксисты первостепенное значение придают вертикальными тектоническими движениями, и отрицают масштабные горизонтальные смещения континентов. Мобилисты первостепенное значение придают горизонтальным тектоническим движениям, т.е. являются сторонниками гипотезы литосферных плит.

Такая «многозначность решения одной и той же задачи, - отмечает Ю.А.Косыгин (1983, с 218), - объясняется неполной изученностью гипергенной оболочки Земли. До сих пор о геологии океана известно очень мало. Путь выяснения универсальных закономерностей их строения и геологического развития очень труден и долг. На этом пути важнейшим инструментом развития геологической науки являются гипотезы» (с.219).

Возраст океанов и их составных частей неодинаков. Наиболее древним океаном считается Тихий океан. В краевых прогибах, по данным бурения, скважин возраст осадочных отложений достигает до раннего палеозоя, а на огромных пространствах океанических плит не древнее юры. Ниже залегают базальты. А что под базальтами? До тех пор, пока нет сверхглубоких скважин в океанах, можно делать только предположения.

### **3.2. Тектоническое строение шельфов России**

Информация о геологическом строении шельфов слагается из результатов интерпретации геологических карт и профилей, данных бурения скважин и геологического строения суши. Все шельфы сходны в одном: они представляют собой затопленную морем часть суши. Большинство шельфов расположено на окраинах континентов, открыты в сторону океанических впадин. Шельфы внутри континентальных морей расположены по их окраинам. Шельфы имеют много признаков различающих их друг от друга (табл. 7).

В тектоническом отношении шельф – это часть континента, имеет сходное геологическое строение с материком, часть которого он является. Земная кора здесь континентального типа, состоит из трех слоев: базальтового, гранитно-метаморфического, осадочного.

Шельф Каспийского моря. Каспийское море представляет собой наложенную впадину на южной окраине Восточно-Европейской древней платформы, со всех сторон окружено сушей. Шельф Северного Каспия относительно хорошо изучен сейсморазведкой и бурением скважин. В верти-

кальном разрезе здесь выделяются два структурных этажа: докембрийский фундамент и палеозойский осадочный чехол (рис. 10). К югу докембрийский фундамент сменяется палеозойским фундаментом Скифско-Туранской плиты, а палеозойский осадочный чехол – мезозойским чехлом. Южный Каспий образовался на месте альпийской складчатой системы Кавказа и Копет Дага. Фундамент здесь мезозайско-кайнозайский, осадочный чехол – позднекайнозайский. В осадочном чехле сейсмическими методами выявлены десятки локальных поднятий.

Таблица 7

**Классификация шельфов**  
(Составил Максимов Е.М.)

Классификационные признаки	Типы шельфов
Глубина моря	1. Мелководный (до 100м) 2. Глубоководный (до 300м)
Тектонический тип	1. Платформенный 2. Складчатый(геосинклинальный)
Возраст фундамента	1. Докембрийский 2. Палеозойский 3. Мезозойский
Возраст осадочного чехла	1. Палеозойский 2. Палеозайско-мезозойский 3. Мезозайско-кайнозойский 4. Кайнозойский

Шельф Баренцева моря. В тектоническом отношении представляет собой северную окраинную часть древней Восточно-Европейской платформы. Докембрийский фундамент здесь залегает на больших глубинах, мало доступен для изучения скважинами. Поэтому тектоническая карта фундамента составляется методом интерпретации гравимагнитных карт и профилей глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ): по интенсивности и конфигурации гравиметрических и магнитометрических аномалий выделяются устойчивые блоки, рифты, грабены, разломы, характерные для фундаментов древних платформ (рис.11). Платформенный чехол относительно хорошо изучен сетью сейсмических профилей и ограниченным количеством скважин, состоит из слоев осадочных горных пород палеозой-мезозой-кайнозойского возраста, залегающих полого-наклонно, полого-складчато. Тектоническая карта осадочного чехла сильно отличается от тектонической карты фундамена. На ней изображаются платформенные складки, для которых характерны широкие размеры и пологие наклоны крыльев: антеклизы, своды, купола, валы, синеклизы, впадины и мульды. Нижний ярус плитного (осадочного) чехла палеозойский, верхний – мезо-

зойско-кайнозойский. Структуры регионального ранга представлены Центрально-Баренцевой антеклизой, Адмиралтейским валом, Западно-Баренцевой синеклизой, Северо-Баренцевой и Южно-Баренцевой впадинами. К структурам антиклинального типа меньшего ранга относятся свод Федынского, Гусино-Земельское, Куренцовское, Восточно-Федынское, Лунинское, Ферсмановское, Вернадское, Демидовское, Штокмановское поднятия.

Шельф Карского моря. В тектоническом отношении представляет собой северную часть Западно-Сибирской молодой платформы. Фундамент палеозойский, осадочный чехол мезозойско-кайнозойский. Строение платформенного чехла изучено сетью региональных сейсмических профилей. Выявлены структуры регионального ранга: Новоземельская моноклиналь, Таймыро-Новоземельская седловина, Южно-Карская впадина, Скуратовский и Обручевский мегавалы, Белоостровной прогиб, Северо-Ямальский мегавал. К западу от побережья Ямальского полуострова шельф Карского моря был изучен площадной сейсморазведкой масштаба 1:200000. В результате проведенных работ здесь было выявлено свыше 20 локальных поднятий. На двух из них (Русановском и Ленинградском) были пробурены поисковые скважины, получены притоки газа и конденсата.

Шельф моря Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского морей. Отличаются слабой геолого-геофизической изученностью. По геофизическим данным, на шельфе моря Лаптевых выделены региональные структуры: Западно-Лаптевский прогиб, Южно-Лаптевская впадина, Лаптевская синеклиза. На шельфе Восточно-Сибирского моря выявлены крупные структуры: Восточно-Сибирский свод, Антеклиза деЛонга, Северная впадина, Южная впадина, Центральный вал, Медвежий выступ. На шельфе Чукотского моря выделены: Прогиб Лонга, Шмидтовская впадина, Впадина Нортон.

Шельфы Берингова и Охотского морей. В тектоническом отношении представляют собой области мезозойской и кайнозойской складчатости, опустившиеся ниже уровня моря в новейшее время. Это – современная тектонически активная окраина континентов геосинклинального типа, отличающаяся линейностью и более крутыми углами залегания слоев. Перспективно нефтегазоносными здесь являются краевые прогибы, межгорные впадины и моноклинали, выполненные палеоген-неогеновыми и четвертичными отложениями.

#### **4. СОСТАВ И ЦИРКУЛЯЦИЯ МОРСКИХ И ОКЕАНИЧЕСКИХ ВОД**

Средняя солёность океанических вод составляет 35 г/кг. Солёность меняется в зависимости от физико-географических условий. Напротив устьев рек она значительно меньше нормы. В полярных морях соленость

вод составляет 30–32, в Чёрном море – 18–22, в Азовском – 12, в Финском заливе – 5 г/кг (см.табл.6). Солёность воды меняется и с глубиной. В тропических морях она наибольшая у поверхности, далее уменьшается до глубины 1000 м, затем возрастает до глубины 3000м, и вновь понижается ко дну океана до 34,6–34,8 г/кг. В заливах и лагунах экваториальных областей солёность воды может быть очень высокой. Избыточная соленость заливов и лагун происходит в результате выпаривания воды. Опреснение их происходит за счёт вливания в них пресных вод реками.

Воды Мирового океана представляют собой сульфатно–хлоридные растворы. Среди анионов в них преобладает хлор, за ним следуют сульфат и гидрокарбонат. Среди катионов первое место занимает натрий, затем следуют магний и кальций (см. табл. 6, 8, 9).

В.И. Вернадский по степени минерализации выделил 4 типа подземных вод:

Пресные – минерализация до 1 г/л

Солоноватые – минерализация 1 – 10 г/л

Соленые – минерализация 10 – 50 г/л

Рассолы – минерализация свыше 50 г/л

Повышенную соленость имеют воды Индийского океана – 39 г/л, Средиземного, Красного морей (в заливах до 41-52 г/л). В заливах засушливого климата (Кара-Богаз-Гол) соленость достигает 186 г/л.

Средний солевой состав речных вод:

углекислый кальций ( $CaCO_3$ ) – 51%

гели кремнезема ( $SiO_2$ ) – 12%

хлористый натрий ( $NaCl$ ) – 10%

сернокислый магний ( $MgSO_4$ ) – 9%

углекислый магний ( $MgCO_3$ ) – 6%

сернокислый натрий ( $Na_2SO_4$ ) – 6%

прочие соли – 6%

#### Ионный состав воды.

Молекулы воды распадаются на ионы:  $H_2O = H^+ + OH^-$

С ростом температуры диссоциация усиливается. Кроме того, в природных водах присутствуют ионы (катионы и анионы) растворенных солей. В пресных водах обычно преобладают ионы  $HCO_3^-$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ . По мере роста общей минерализации растет концентрация ионов  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ . В высокоминерализованных водах преобладают ионы  $Cl^-$  и  $Na^+$ , реже  $Mg^{2+}$  и очень редко  $Ca^{2+}$ . Другие химические элементы содержатся в очень малых количествах (табл. 10).

#### Физические свойства воды

Плотность дистиллированной воды возрастает по мере снижения температуры до +4°C. При температуре +4°C плотность воды составляет 1 г/см<sup>3</sup>, при температуре 0°C (лед) – 0,9168 г/см<sup>3</sup>. Кристаллизация воды сопровождается уменьшением ее плотности и увеличением объема.

Таблица 8

## Степень минерализации природных вод

	Тип природных вод	Минерализация, г/кг
1	Дождевая вода	0,010 – 0,020
2	Пресные воды озер и рек	0,050 – 1,00
3	Морская вода: Черное море Каспийское море Балтийское море	17,0 – 22,0 11,0 – 13,0 8,0 – 16,0
4	Поверхностная вода в увлажненных районах	до 1,00
5	Поверхностная вода в засушливых районах	до 100,00
6	Поверхностная вода в соленых озерах	до 300,00
7	В глубоко залегающих подземных водах	до 600,00

Таблица 9

## Средний солевой состав морской воды

	Название солей	Содержание солей	
		г/л	%
1	<b>Хлориды</b> Хлористый натрий - $NaCl$	27,2	77,8
2	Хлористый магний - $MgCl_2$	3,8	10,9
3	<b>Сульфаты</b> Сернистый магний - $MgSO_4$	1,7	4,7
4	Сернистый кальций - $CaSO_4$	1,2	3,6
5	Сернокислый калий - $K_2SO_4$	0,9	2,5
6	Углекислый кальций - $CaCO_3$	0,1	0,3
7	Бромистый магний – $MgBr_2$	0,1	0,2
Всего		35,0	100,0

Таблица 10

Классификация подземных вод по химическому составу  
(по В.А.Сулину, 1948)

	Типы подземных вод	Характеристика		
		$\frac{r\ Na}{r\ Cl}$	$\frac{r\ Na-r\ Cl}{r\ SO_4}$	$\frac{r\ Cl-r\ Na}{r\ Mg}$
1	Сульфатно-натровый	> 1	< 1	< 0
2	Гидрокарбонатно-натровый	> 1	> 1	< 0
3	Хлор-магниевый	< 1	< 0	< 1
4	Хлор-кальцевый	< 1	< 0	> 1

Плотность океанической воды в поверхностном слое составляет 1,02 г/см<sup>3</sup>. С глубиной плотность ее возрастает по мере понижения температуры, повышения давления и солености воды.

Вязкость воды уменьшается по мере роста температуры.

Сжимаемость воды крайне невелика, снижается по мере увеличения температуры.

В верхних слоях океанической воды, температура убывает от экватора к полюсам от +25°C до нуля и ниже нуля на 2-3°C (табл. 11).

Таблица 11  
Классификация подземных вод по температуре  
(по В.И.Вернадскому, 1938 г)

	Классы	Температура, °C
1	Переохлажденные	< 0
2	Ледяные	0-4
3	Холодные	4-20
4	Теплые (субтермальные)	20-37
5	Горячие (термальные)	37-42
6	Гипертермальные	42-100
7	Кипящие (гейзеры)	≥ 100

С глубиной температура воды понижается. До глубины 200-300м температура воды меняется по сезонам года. Здесь происходит перемешивание воды волнениями и течениями. Ниже до глубины 1300м температура воды понижается до отрицательных значений (от минус 1,27°C до - 2°C). Глубже 1300 м температура воды постоянная, отрицательная. Движения воды здесь очень незначительные.

В морской воде кроме растворенного вещества находится значительное количество твердой взвеси – минеральные частицы размерами от долей миллиметра до единиц микронов. Они доставляются в море реками и ветрами. Кроме минеральных частиц в воде находятся остатки скелетов отмершего планктона, обломки скелетов морской фауны, коллоидные мицеллы окислов и гидроокислов железа, марганца, кальция, кремния и др.

Основную массу органического вещества (92,9%) в водах Мирового океана производит фитопланктон (водоросли). Кроме того, органическое вещество в воде присутствует в растворенном состоянии. Это – углеводы, спирты, аминокислоты, пептиды, карбоновые кислоты, белки, витамины. Источником этих веществ является органический мир, находящийся в воде. Среднее содержание растворенного органического вещества (ОВ) в океанических водах составляет 1,5 – 2,0 мг/л, в водах окраинных и внут-

ренних морей – 6 мг/л, Среди них преобладают липиды (до 45%), углеводы (20%), гуминовые вещества – 6- 7 %.

Газовый режим морских вод. В морской воде содержатся растворенные газы:  $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2S$  и др. Содержание свободного кислорода в поверхностных водах составляет 7  $cm^3/m^3$ , в придонных водах – около 5  $cm^3/m^3$ . Источниками углекислого газа являются атмосфера, разложение ОВ, вулканические извержения и поступлканическая деятельность. Придонные холодные воды содержат больше углекислого газа и являются агрессивными по отношению к карбонатам, растворяют их. Поэтому на глубинах свыше 5000м карбонатные осадки, как правило, отсутствуют. Сероводород в морских водах неустойчив, быстро окисляется. Источником его является органическое вещество и подводные вулканические извержения. Примером аномально высокого содержания сероводорода является Черное море. Здесь на глубинах свыше 200м вода насыщена сероводородом. Такой аномальный газовый режим образуется и в других котловинах, где содержится много органического вещества, а перемешивание вод по вертикали отсутствует.

Кислотно – щелочной потенциал (РН) воды зависит от содержания в ней ионов водорода. Чем выше их содержание, тем кислее воды. Измерение РН производится с помощью потенциометра. В чистой воде  $(H^+)=(OH^-)=10^{-7}$ . При повышенных значениях РН  $>7$  среда щелочная, при пониженных значениях РН  $<7$  среда кислотная. Воды морей и океанов имеют слабо щелочную реакцию, РН=7,8 – 8,2. При повышении солёности воды РН возрастает. Это способствует осаждению кальцита из воды. Низкие значения РН наблюдаются в бассейнах с аномальным газовым режимом.

Окислительно–восстановительный потенциал ЕН морских вод зависит от содержания в них свободного кислорода, органического вещества и растворенных газов. Океанические воды в целом имеют положительное значение ЕН = 0 – 600мв окислительную реакцию. Различают три типа морских бассейнов. 1). Нормально аэрируемые бассейны с кислородной водой. ЕН = + 50 - +300мв. Нередко здесь образуются железо–марганцевые конкреции, глауконит, присутствует донная фауна. 2). Бассейны, в которые органическое вещество поступает в небольшом количестве. Здесь нет восстановительной зоны. На дне бассейна осаждается красная глубоководная глина. 3). Моря с аномальным газовым режимом, имеют отрицательные значения ЕН = -50 -300мв. В придонном слое присутствует сероводород, кислородная зона отсутствует. Донная фауна полностью отсутствует. Примером морей такого типа является Черное море. Оно соединено со Средиземным морем проливом Босфор. Со стороны Средиземного моря поступают тяжелые соленые воды. Из Черного моря вытекают легкие опресненные воды. Перемешивание вод происходит только в поверхностном слое до глубины 100–150м. Котловина моря заполнена более плотны-

ми средиземноморскими водами. В поверхностном слое обитает обильный фито – и зоопланктон. Периодически он отмирает и опускается на дно и создает здесь восстановительные условия.

Органический мир морей и океанов подразделяется на три группы: планктон, нектон, бентос. Наибольшее развитие имеют планктон (главным образом фитопланктон) и бентос.

Планктон (от греч. *planktos* – блуждающий) – совокупность организмов, обитающих в толще воды (до 100м), неспособных противостоять переносу течением. Сюда относятся многие бактерии, диатомовые и некоторые другие водоросли (фитопланктон), простейшие и др. На большой глубине, куда дневной свет не проникает, фитопланктон практически отсутствует. Диатомовые водоросли отличаются высокой продуктивностью, интенсивно развиваются в холодных водах северного и южного полушария. В тёплых водах между 40 с.ш. и 40 ю.ш. помимо диатомовых водорослей развит известковый нанопланктон – кокколитофиды. Из остатков водорослей, выпадающих на дно водоёма, образуются диатомовые, кокколитовые илы (глины). Зоопланктон представлен микрофауной – фораминиферами и радиоляриями. Фораминиферы широко распространены между 55 с.ш. и 55 ю.ш. Радиолярии распространены еще шире. Массовое их развитие наблюдается в приэкваториальной зоне.

Нектон (от греч. *nekton* – плавающий) - совокупность активно плавающих животных, способных противостоять течению. Сюда относятся рыбы, кальмары, морские змеи, черепахи, киты, ластоногие и др. Они обитают там, где много пищи (планктона). По видовому составу они многочисленны, но биомасса их в целом невелика.

Бентос (от греч. *benthos* - глубина) – совокупность организмов, обитающих на грунте или в грунте дна водоёмов. Различают бентос подвижный и бентос неподвижный. Бентос подвижный – проживает на малых глубинах. Сюда относятся моллюски, морские ежи, морские звёзды, черви и др. К группе прикреплённого бентоса относятся колониальные кораллы, губки, устрицы, сверлящие моллюски и др. Особо важную роль играют колониальные кораллы. Они живут в тёплых водах (не ниже среднегодовой 18–20°C) нормальной солености. Органогенные постройки (биогермы, рифовые массивы, коралловые острова) колониальных кораллов протягиваются вдоль побережья на некотором расстоянии от берега в виде островов, на возвышениях дна морей и океанов, на краях потухших подводных вулканов и др.

Бактерии играют огромную роль в преобразовании физико-химических условий водной среды. Они поселяются на органическом веществе, питаются этим веществом, вырабатывают из него новые химические соединения: энзимы и газы. Сульфатредуцирующие бактерии восстанавливают сульфаты морской воды и образуют сероводород. Тионовые

бактерии окисляют сероводород, образуют серу. Метановые бактерии образуют метан, а другие его разлагают. В целом масса бактерий невелика, но велика их роль в катализации реакций и создании новых химических соединений.

### **Гидродинамика морских и океанических вод**

Это – наука о движении воды в морях и океанах под действием внешних сил. Глобальная система циркуляции вод Мирового океана изучалась В.Н.Степановым (1974). По вертикали им были выделены четыре слоя вод:

1. Поверхностные (до глубины 200-250м).
2. Промежуточные (до глубины 2000-2500м)
3. Глубинные (до 4000-5000м)
4. Придонные.

В каждом слое существуют свои вертикальные и горизонтальные системы циркуляции, причем скорости течений обычно заметно уменьшаются с глубиной от максимальной в поверхностном слое (1-3 м/сек) до 0,1-0,3 м/сек в природных водах. Различаются три типа водных течений: постоянные, непостоянныe и волновые. По масштабам проявления различаются течения глобального, регионального и зонального рангов.

Постоянные течения. К глобальным относятся сточные движения океанических вод от полюсов Земли к экватору. В низких широтах эти воды нагреваются и создают возвратные движения. В общей циркуляции вод Мирового океана в поверхностном слое преобладает широтный перенос, а воздушные и водные потоки циркулируют в одном направлении. В тропических широтах над океанами господствуют устойчивые ветры, получившие название «пассаты». В северном полушарии направление пассатов преимущественно северо-восточное, в южном полушарии - юго-восточное. Над пассатами в противоположном направлении дуют антипассатные ветры. Образование таких ветров объясняется вращением Земли и её атмосферы и гидросфера вокруг оси. Пассатные ветры отгоняют воды океанов от западных берегов континентов. В Атлантическом океане северное экваториальное течение дает начало Гольфстриму, а в Тихом океане- Курсио. Скорость течения Гольфстрима у берегов Флориды до 3м/сек, распространяется на глубину 700 – 1000м. Это теплые течения. Источником тепла в них являются глубинные термотермальные воды. Встречные им течения холодные: Бенгальское в Атлантическом океане, Калифорнийское и Перуанское – в Тихом океане. В пассатных течениях кроме поверхностных потоков участвуют и тёплые сточные водные потоки: Гольфстрим, Бразильское, Антильское, Гвианскоe в Атлантическом, Курсио и Австралийское в Тихом океане (рис. 14, 15, табл. 12).

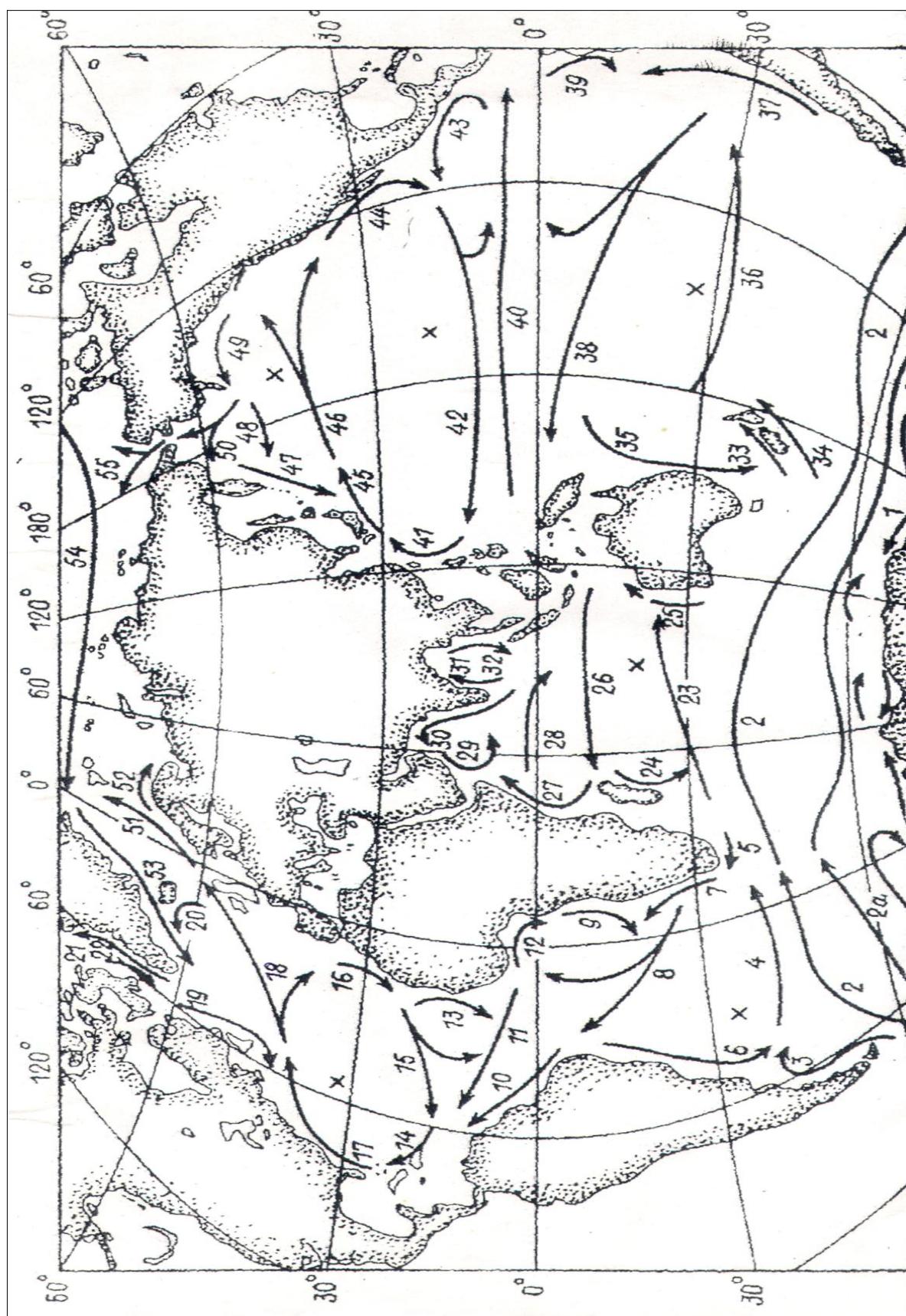


Рис. 14. Схема циркуляции поверхностных вод Мирового океана  
(по В.Н. Степанову, 1974 г.)

Морские течения: 1 – Прибрежное антарктическое, 2 – Антарктическое циркумполярное, 2а – южная ветвь Антарктического циркумполярного течения, Атлантический океан, 3 – Фолклендское, 4 – Южно-Атлантическое, 5 – Игольное, 6 – Бразильское, 7 – Бенгальское, 8 – Южное пассатное, 9 – Ангольское, 10 – Гвианское, 11 – Экваториальное противотечение, 12 – Гвинейское, 13 – Зеленого мыса, 14 – Антильское, 15 – Северное пассатное, 16 – Канарское, 17 – Гольфстрим, 18 – Северо-Атлантическое, 19 – Лабрадорское, 20 – Австралийское, 21 – Баффиново, 22 – Западно-Гренландское; Индийский океан, 23 – Южно-Индийское, 24 – Мадагаскарское, 25 – Западно-Австралийское, 26 – Южное пассатное, 27 – Сомалийское, 28 – Экваториальное противотечение, 29 – Западно-Аравийское, 30 – Восточно-Аравийское, 31 – Западно-Бенгальское, 32 – Восточно-Бенгальское, Тихий океан, 33 – Западно-Новозеландское, 34 – Восточно-Новозеландское, 35 – Восточно-Австралийское, 36 – Южно-Тихоокеанское, 37 – Перуанское, 38 – Южное пассатное, 39 – Перу-Чилийское, 40 – Экваториальное противотечение, 41 – Минданао, 42 – северное пассатное, 43 – Мексиканское, 44 – Калифорнийское, 45 – Курсио, 46 – северо-Тихоокеанское, 47 – Ойасио, 48 – Алеутское, 49 – Аляскинское, 50 – Восточно-Беринговоморское; Северный Ледовитый океан, 51 – Норвежское, 52 – Норд-Капское, 53 – Восточно-Гренландское, 54 – Западно-Арктическое, 55 – Тихоокеанское.

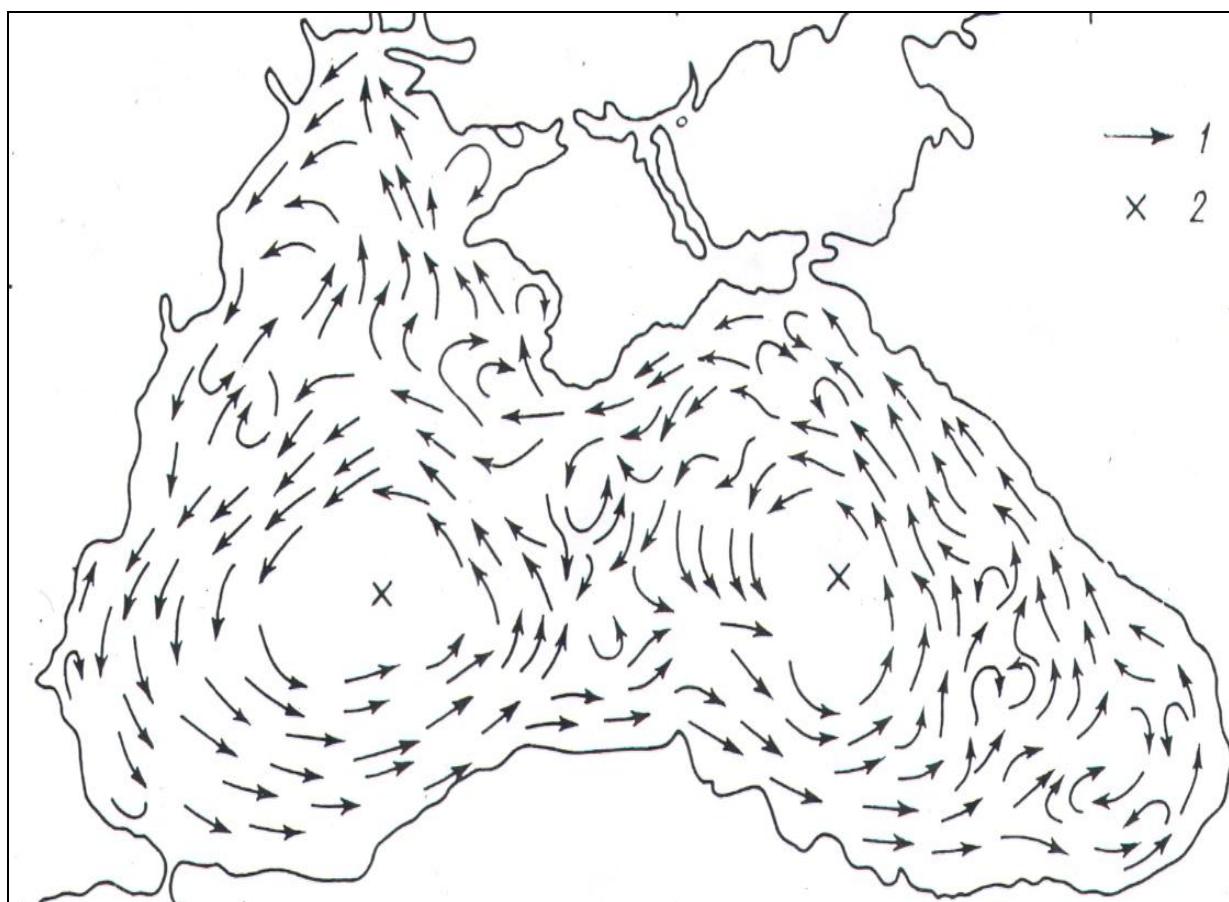


Рис. 15. Схема циркуляции поверхностных вод Черного моря  
(по В.П. Зенковичу, 1974)

1 – направление течений; 2 – халистатические области

Таблица 12

Скорости течений вод Атлантического и Тихого океанов  
(По Р.П. Булатову и В.А.Буркову)

Течение	Скорости течения, см\сек		
	На поверхности	На глубине	
		500м	1000м
<b>ТЕПЛЫЕ</b>			
Гольфстрим	80	50	15
Флоридское	140	40	-
Северное пассатное	50	15	20
Южное пассатное	95	50	-
Куросио	35-45	-	-
<b>ХОЛОДНЫЕ</b>			
Лабрадорское	50	8	8
Экваториальное противотечение	75	-	70
Бенгальское	50	10	12
Калифорнийское	-	-	-
Перуанское	10	-	-
Антарктическое циркумполярное	75	-	-
Камчатское	-	-	-
Ойасио	-	-	-

В глобальном плане океаносфера разделена континентами на шесть крупных макроциркуляционных систем (см. рис. 14).

1. Субтропическая ( $10\text{--}30^\circ$  северной широты), состоит из пассатных и тёплых сточных течений (Гольфстрим и др.).
2. Экваториальная система, локализована вдоль экватора сравнительно узкой полосой (между  $3\text{--}12^\circ$  с.ш. и  $2\text{--}8^\circ$  ю.ш.).
3. Циклоническая (круговая) тропическая система холодных течений: Канарского, Бенгальского, Перуанского, Калифорнийского и др. локализовано вблизи  $20^\circ$  с.ш. и ю.ш.
4. Циркумполярная антарктическая система. Это течение западных ветров, переносит огромные массы воды с запада на восток.
5. Циклонические (круговые) высокоширотные системы: Северо-Атлантическая и Северо-Тихоокеанская.
6. Арктическая система – общее движение воды и льда в Северном ледовитом океане с востока на запад.

Периодические течения. К ним относятся муссонные течения (от араб. *маусим* – сезон). Муссонами названы устойчивые ветры, которые меняют два раза в год направление движения. Зимние муссоны направлены от суши на океан, летние муссоны богаты осадками, ориентированы с океана на сушу. Муссонный климат распространен в тропических областях: в Индийском океане и Юго-Восточной Азии. Ветры вызывают муссонные течения.

Приливные течения в морях образуются под действием притяжения Луны и Солнца. Наиболее высокие приливы воды образуются, когда Луна и Солнце находятся по одну сторону от Земли. Различаются суточные и полусуточные приливы. Максимальная скорость их течений составляет 7–8 м/сек, максимальная высота достигает 18м. Наиболее активно приливно–отливные течения проявляют себя на мелководье, в узких проливах и во входах в бухты. Здесь они размывают дно, переносят обломочный материал, оставляют знаки ряби на песчаном побережье. Во время прилива течения воды направлены в сторону берега. Они взмучивают осадки и несут взвешенные пелитовые и алевритовые фракции осадков в сторону берега, заполняют заливы. При смене направления движения («на большой воде») потоки воды теряют поступательную скорость, останавливаются и вновь с небольшой скоростью направляются в сторону моря. В момент «стояния вод» пелитовые и мелкие алевритовые фракции выпадают на дно. Постоянные и периодические течения переносят значительное количество тонкообломочного материала – алеврита и глины.

В поверхностной зоне морских и океанических вод обитают различные планктонные организмы (диатомовые водоросли, фораминиферы, радиолярии и др.).

Циклонические течения наблюдаются в Черном море. От берегов Турции течение морских вод поворачивает вдоль Кавказского побережья к Азовскому морю (рис.15) и далее на юг. В центре круговорота располагаются халистатические зоны.

Бризовые течения (от франц. *brire*) возникают дважды в сутки: дневной бриз дует с водоема на нагретое побережье, ночной – с охлажденного побережья на водоём. Наиболее часто наблюдается в тропиках. Течения воды, возникающие от таких ветров, поверхностные, с незначительной скоростью.

В замкнутых и полузамкнутых морях течение воды ориентировано вдоль берегов, по кругу. Например, в Черном море движение поверхностных вод направлено от берегов Турции на восток, далее вдоль Кавказского побережья к Крыму.

Волновые течения имеют в основном ветровое происхождение. Волны различаются по их размерам (высота, длина), по форме и разрушительной силе. Волны открытого моря имеют беспорядочный характер, неправильные формы и сильно отличаются по длине и высоте. Укрупнение их происходит при наложении одной волны на другую. По мере разгона волны приобретают все большие размеры и правильность. Размеры волн зависят от скорости ветра, длительности его действия и длины разгона волн.

Средние штормовые волны океана имеют длину 100-200м высоту – 7–9м при периоде 17-18 сек и скорости 22 м/сек. В морях размеры волн

меньше. В Северном море максимальная высота волны достигает 8-9м, в Балтийском - 5-6м.

В мелководной части моря при трении о дно волны деформируются и разрушаются. Уменьшается длина и скорость, увеличивается высота волны. Вместе с водой эти волны перемешивают донные осадки и переносят их по направлению движения. У берега волна разрушается и преобразуется в поступательное движение прибойного потока. Прибойный поток разрушает берега, переносит обломочный материал и накапливает его в виде береговых валов и пляжевого берега (рис. 16).



Рис. 16. Типовая модель образования аккумулятивных песчаных тел в прибрежной части мелководного моря

Штормовые волны (от голл. *storm* – буря). Образуются от длительных, очень сильных ветров (свыше 9 баллов), скоростью более 20 м/сек. Такие ветры обычно возникают при прохождении циклона, сопровождаются сильным волнением на море и разрушениями на суше. Уровень моря у берегов поднимается. Штормовая волна движется вместе с циклоном, имеет максимальную высоту в центре циклона, где образуется некоторая ось вращения (смерч, воронка в воде, в США – торнадо). Размеры торнадо зависят от размеров циклона, достигают нескольких километров в попечнике. В Мексиканском заливе высота штормовых волн достигает 5 м, в Бенгальском заливе – 6 м. Они вызывают наводнения, большие разрушения и гибель людей, проживающих на побережье.

В юго–восточной Азии и на Дальнем Востоке тропические циклоны штормовой и ураганной силы (скоростью свыше 35 м/сек) называются тайфунами (от кит. *тай фын* – большой ветер). Наиболее часты с июля по октябрь.

Волны цунами – морские волны, возникающие гл. обр. при подводных и прибрежных землетрясениях. Скорость распространения цунами

от 50 до 1000 км/час, высота волн в области возникновения до 5 м, у побережий – до 50 м. Цунами производят опустошительные разрушения на суше. Под их действием осадки пляжа и дна мелководья разрушаются, приходят в текучее состояние и переносятся вниз по склонам и по подводным каньонам.

Мутьевые (грязевые) потоки – течение неотвердевших осадков, насыщенных водой, вниз по склону при землетрясениях и под действием штормовых волн, возникающих от ураганных ветров. Осадки дна от сотрясений, приходят во взвешенное состояние. Образуется суспензия по весу тяжелее воды, способная под действием силы тяжести скатываться вниз по склону, течь по подводным каньонам до достижения глубоководных равнин. Здесь она накапливается, образуя конусы выноса. Эти осадки практически неотсортированные, представляют собой смесь угловатых обломков песков, глин алевролитов. Такие породы называются турбидитами, осадочными брекчиями. Они широко распространены в прибрежной части морей, на континентальном склоне, на абиссальных равнинах, в глубоководных океанических желобах, в рифтовых долинах, на склонах подводных хребтов. Для них характерна многоэтажная градационная слоистость с постепенным переходом снизу вверх грубообломочных осадков в тонкообломочные (глинистые) породы.

## 5. СОВРЕМЕННЫЕ МОРСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Таблица 13

Классификация морских и океанических осадков по составу и генезису (по Ф.Шепарду, 1969):

- I. Терригенные осадки
  - 1. Терригенные илы: зеленые, черные, красные;
  - 2. Турбидиты;
  - 3. Оползневые отложения;
  - 4. Ледниково–морские отложения.
- II. Пелагические осадки
  - 1. Коричневая глина;
  - 2. Диагенетические осадки: цеолиты, окислы марганца;
  - 3. Биогенные осадки:
    - фораминиферовые илы;
    - диатомовые илы;
    - радиоляриевые илы;
    - коралловые известняки;
    - коралловые пески, илы.

Таблица 14

Классификация осадков Тихого океана по составу и генезису  
(по П.Л.Безрукову и др.1970)

- I. Терригенные (обломочные и глинистые);
- II. Биогенные:
  1. Кремнистые: диатомовые, диатомо–радиоляриевые, кремниево–губковые
  2. Карбонатные: фораминиферовые и кокколито–фораминиферовые, коралло–водорослевые, ракушечники.
  3. Кремнисто–известковые: диатомово–фораминиферовые, радиоляриево–фораминиферовые
- III. Полигенные глинистые красные глубоководные глины
- IV. Пирокластические вулканогенно–осадочные
- V. Аутигенные седиментогенно–диагенетические железо–марганцевые, фосфоритовые.

Таблица 15

Классификация формаций и фаций современных морей и океанов  
(по П.Л.Безрукову, И.О.Мурдмаа, 1971)

- I. Эпиконтинентальные (шельф, континентальный склон):  
кремнисто – терригенные, терригенные, терригенно–карбонатные, карбонатные.
- II. Приконтинентальные (подножье континентального склона, и абиссальные равнины): туффито – кремнисто – терригенные, турбидитовые.
- III. Пелагические–талассократонов (платформ):
  1. В котловинах: глинистые, кремнисто–глинистые, кремнисто–карбонатные
  2. На сводовых поднятиях и хребтах: карбонатные, карбонатно–вулканокластические, рифовые.
- IV. Срединно – океанических хребтов: карбонатно–вулканокластические, карбонатно–турбидитовые.
- V. Окрайних зон тихоокеанического типа:
  - 1.Геосинклинальные: туффито–карбонатно–терригенные, туффито–кремнисто–терригенные с турбидитами.
  2. Островных дуг: вулкано–кластические, карбонатно–вулкано–кластические, карбонатные.
  3. Глубоководных желобов: турбидитовые терригенные, терригено–кремнисто–туффитовые, глинисто – туффитовые.

Эта классификация (табл. 15) формаций выполнена по двум признакам тектоническому принципу и по вещественному составу. При классификации формаций шельфа и приконтинентальной полосы учтено также влияние климатического фактора.

На малых глубинах (в зоне действия волновых движений) дно морей покрыто терригенными песчано-глинистыми осадками.

В глубоководных областях морей господствуют илистые (глинистые) осадки (рис. 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24).

До глубины 4,5 – 4,7 км большая часть ложа мирового океана покрыта маломощными карбонатными фораминеферовыми и кокколитофораминеферовыми илами. Они занимают около 54% поверхности дна (рис. 25, 26, 27, 28, 29). Кремнистые (диатомовые) осадки распространены на южных и арктических широтах.

## **5.1. Современные береговые и прибрежные морские отложения**

Берег – это участок постоянной и активной борьбы между морем и сушей. Здесь разрушаются скалы и камни силой прибоя. Здесь накапливаются осадки, создаются прибрежные пляжи, террасы, равнины. Здесь обитают кораллы, моллюски и другие организмы.

Элементами берега являются:

2. береговая линия – граница раздела суши и воды;
2. берег – полоса суши, образованная морем;
3. береговой уступ (клиф);
4. подводный береговой склон (глубиной до 20–30м);
5. побережье – широкая полоса суши, созданная морем;
6. морские террасы
7. пляж – скопление обломочного материала в прибойной зоне вдоль береговой линии.

Процессы разрушения и созидания берегов происходят под действием энергии волн и течений морской воды: приливов и отливов, сгона, нагона и прибоя волн. В зоне прибоя волна разрушается, колебательные движения воды преобразовываются в возвратно–поступательные движения прибойного потока воды, которые перемешивают наносы, разрушают берега, образует пляжи (рис. 16). На крутых берегах происходят обвалы и оползни. Магматические, метаморфические и крепкие осадочные породы разрушаются медленно, из них образуются валуны и гальки разных форм и размерности. Слабо сцепленные и рыхлые породы разрушаются быстро, из них образуются пески, алевриты и глины. В тропических областях в береговой полосе широко распространены мангровые заросли (вечнозеленых деревьев и кустарников), предохраняющие берега от размывания. В умеренно – влажном поясе появляются заросли тростника и камыши.

ша. Аккумуляция обломочного материала происходит на пологих берегах, защищенных отмелами или островами. Волны и прибойные потоки при воздействии с дном водоёма разрушаются и продолжают движение к берегу, затем обратным течением они возвращаются к морю. Если на подводном склоне находятся частицы разных размеров, то при волнении крупные обломки перемещаются к берегу, частицы средних размеров остаются на месте, а мелкие частицы уносятся в море. Размеры перемещаемых обломков зависят от силы волны. Если уклон подводного рельефа очень пологий, волны теряют свою энергию, не доходя до береговой линии. В этом случае на некотором расстоянии от берега образуется песчаный остров – бар, и дальнейшее разрушение берега прекращается.

Таблица 16

### Классификация берегов (по Ф.Шепарду, 1969)

- I. Первичные или юные. Море не внесло или мало внесло изменений в строение берега.
1. Берега, созданные эрозионными процессами:
    - 1.1. Затопленные речные долины
    - 1.2. Затопленный ледниковый рельеф.
  2. Аккумулятивные берега.
    - 2.1. сложенные речными отложениями;
    - 2.2. сложенные ледниковыми отложениями;
    - 2.3. сложенные эоловыми отложениями;
    - 2.4. мангровые (зарослевые).
  3. Вулканические берега:
    - 3.1. выступающие;
    - 3.2. вогнутые.
  4. Тектонические берега:
    - 4.1. сбросовые – прямые, обрывистые;
    - 4.2. сбросово – троговые (корытообразные).
- II. Вторичные или зрелые, созданные морем
5. Морские абразионные:
    - 5.1. обрывистые – клифовые (крутой уступ, образовавшийся в результате абразии);
    - 5.2. с утесами и выступающими мысами.
  6. Морские аккумулятивные:
    - 6.1. баровые (песчаная гряда);
    - 6.2. пляжевые – сложенные наносами волн и течений в бухтах и заливах;
    - 6.3. с прибрежными барами и косами
    - 6.4. сложенные коралловыми рифами

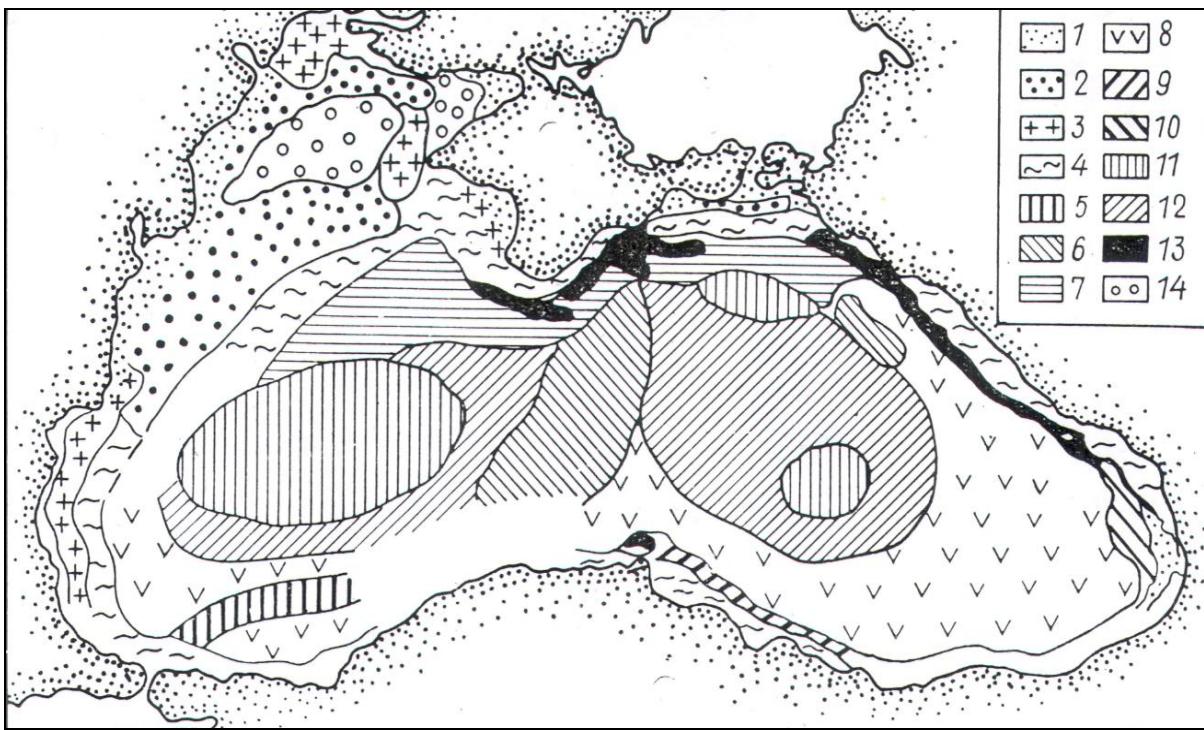


Рис. 17. Современные донные осадки Черного моря  
(по А.Д. Архангельскому, Н.М. Страхову, 1974 г.)

1 – песок; 2 – ракушечный гравий; 3 – мидиевые банки; 4 – фазеолиновый ил; 5 – серая глубоководная глина; 6 – серая глина с известковыми слоями; 7 – переходный ил; 8 – тот же ил с прослойками серого ила; 9 – то же, с илом и песком; 10 – то же, с многочисленными слоями серого ила; 11 – известковый ил; 12 – известковый ил с серыми слоями; 13 – оползневые районы без современных осадков; 14 – банки филлофора

Однако, это происходит только при наличии достаточного количества обломочного материала, приносимого с суши. Если уклон дна сильно пологий, образуется широкий пляж, абразия берега прекращается. При крутом уклоне дна масса рыхлого материала оттягивается на глубину.

Если волны подходят к береговой линии под косым углом, то возникают вдольбереговые течения, обломочный материал будет перемещаться вдоль по берегу.

Скорость перемещения пропорциональна энергии волн и зависит от уклона подводного берегового склона и угла подхода волн к берегу. Торможение потоков наноса происходит при ослаблении интенсивности волн, при изменении направления береговой линии и рассеивании энергии волн в бухтах и заливах. Если на его пути оказывается подводный каньон, обрыв или ложбина, поток прерывается.

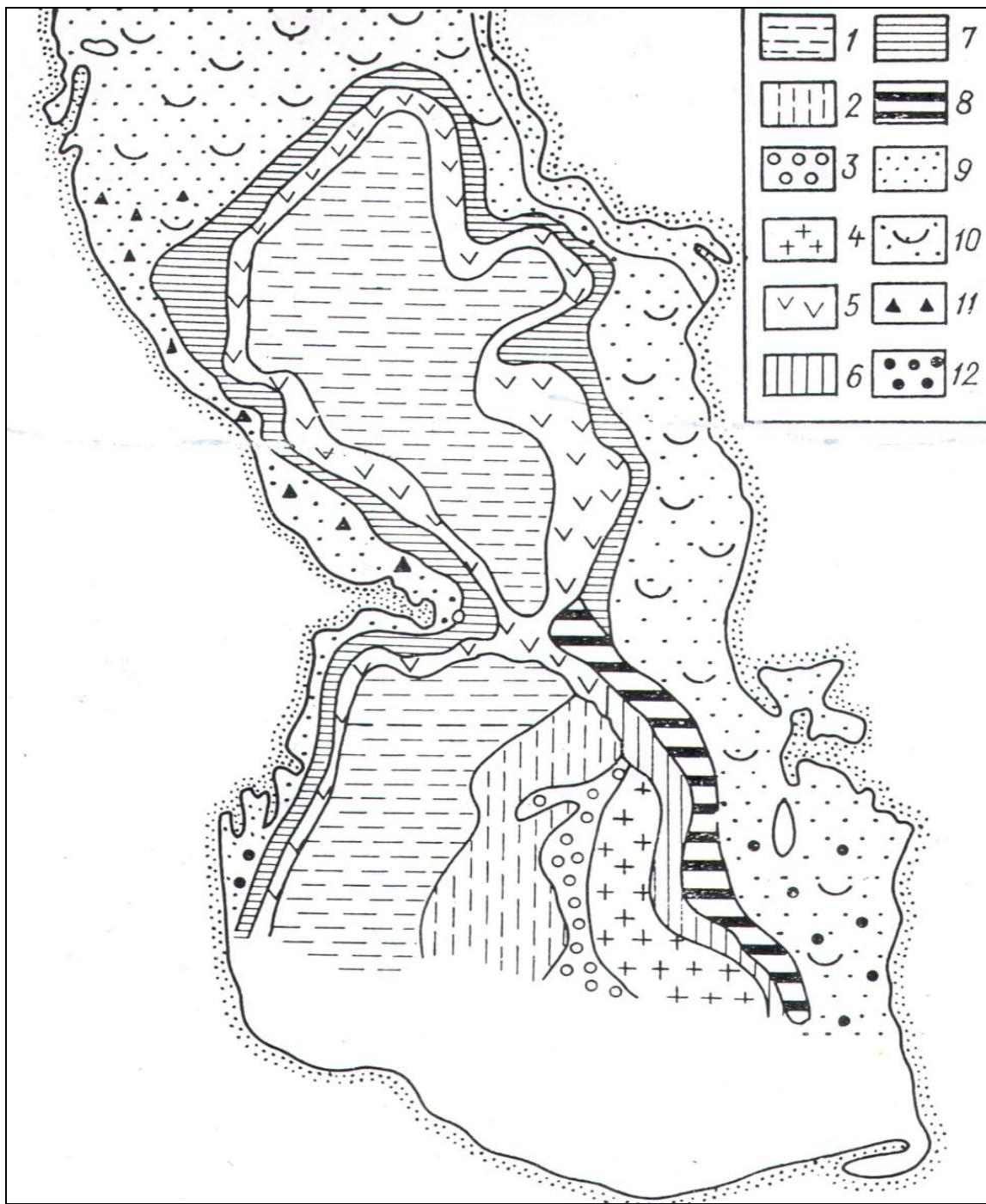


Рис. 18. Соременные осадки Каспийского моря (по В.И. Багирову, 1968г.)

Ил: 1 – слабоизвестковистый глинистый; 2 – известково-глинистый; 3 – глинисто-известковый; 4 – известковый; 5 – слабоизвестковый алеврито-глинистый; 6 – известковый алеврито-глинистый; 7 – слабоизвестковый алевритовый; 8 - известково-алевритовый; 9 – песок; 10 – песок с ракушкой; 11 – обломки известковых раковин; 12 – оолиты

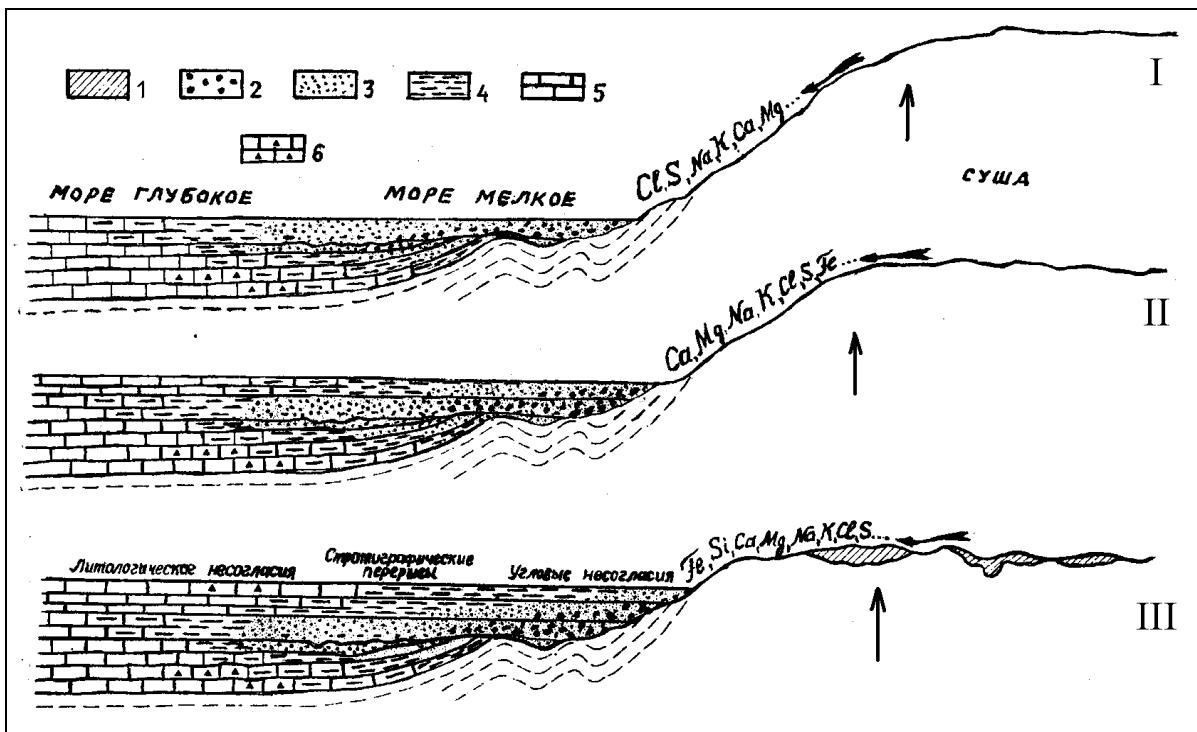


Рис.19. Схема образования осадочной серии морского типа. Палеопрофили (по В.И.Богатову, В.П.Казаринову, 1962):

Фации: 1-кора выветривания; мелководные: 2-грубо- и крупно-обломочные; 3-песчаные, алевритовые; глубоководные: 4-глинистые; 5-хемогенные (известняки, кремнистые осадки)



Рис. 20. Песчаный барьер и лагуна. Схема по Р.Унругу, 1980

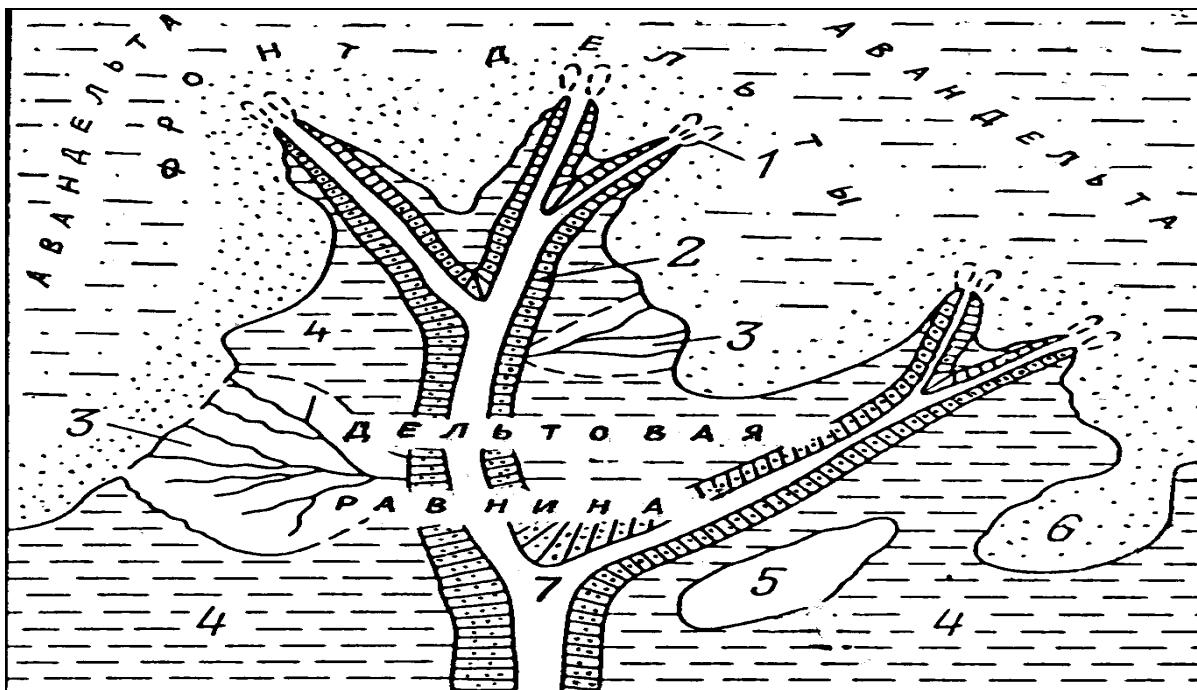


Рис. 21. Дельтова модель (по Р.Унругу, 1980). Элементы дельты:  
1-подводный вал; 2-береговой вал; 3-трещинно-оползневые глифы; 4-болота  
дельтовой равнины; 5-озеро; 6-залив; 7-русло и рукава дельты

В прибрежной зоне происходит накопление наносов и образование аккумулятивных форм рельефа различных типов (рис. 16):

1. Береговые террасы.
2. Песчаные косы, стрелки – одним концом соединенные с сушей
3. Песчаные бары, острова, пересыпи, перегораживающие устья заливов, бухт или соединяющие остров с сушей, остров с островом.
4. Лагуны, лиманы, заливы.

Рост аккумулятивных форм происходит при продолжающемся поступлении обломочного материала со стороны суши.

Морские террасы представляют собой остатки древней абразионной (или аккумулятивной) поверхности моря. Имеют форму выровненной площадки на склоне морского побережья. Образуются вследствие тектонического поднятия суши или отступления моря при понижении его уровня. Чем выше терраса, тем она древнее. Современные морские террасы образуются на низменном побережье, представляют собой невысоко поднятые аккумулятивные площадки.

Песчаные косы чаще ориентированы под углом (косо) к береговой линии, образуются на берегах с односторонним потоком наносов под влиянием господствующих направлений ветров, вызывающих волнение воды и вдольбереговое течение.

Примерами являются песчаные косы северного побережья Азовского моря. Берега моря здесь сложены рыхлыми четвертичными отложениями. Длина косы Кривой составляет 15км, косы Федотова – 45км.

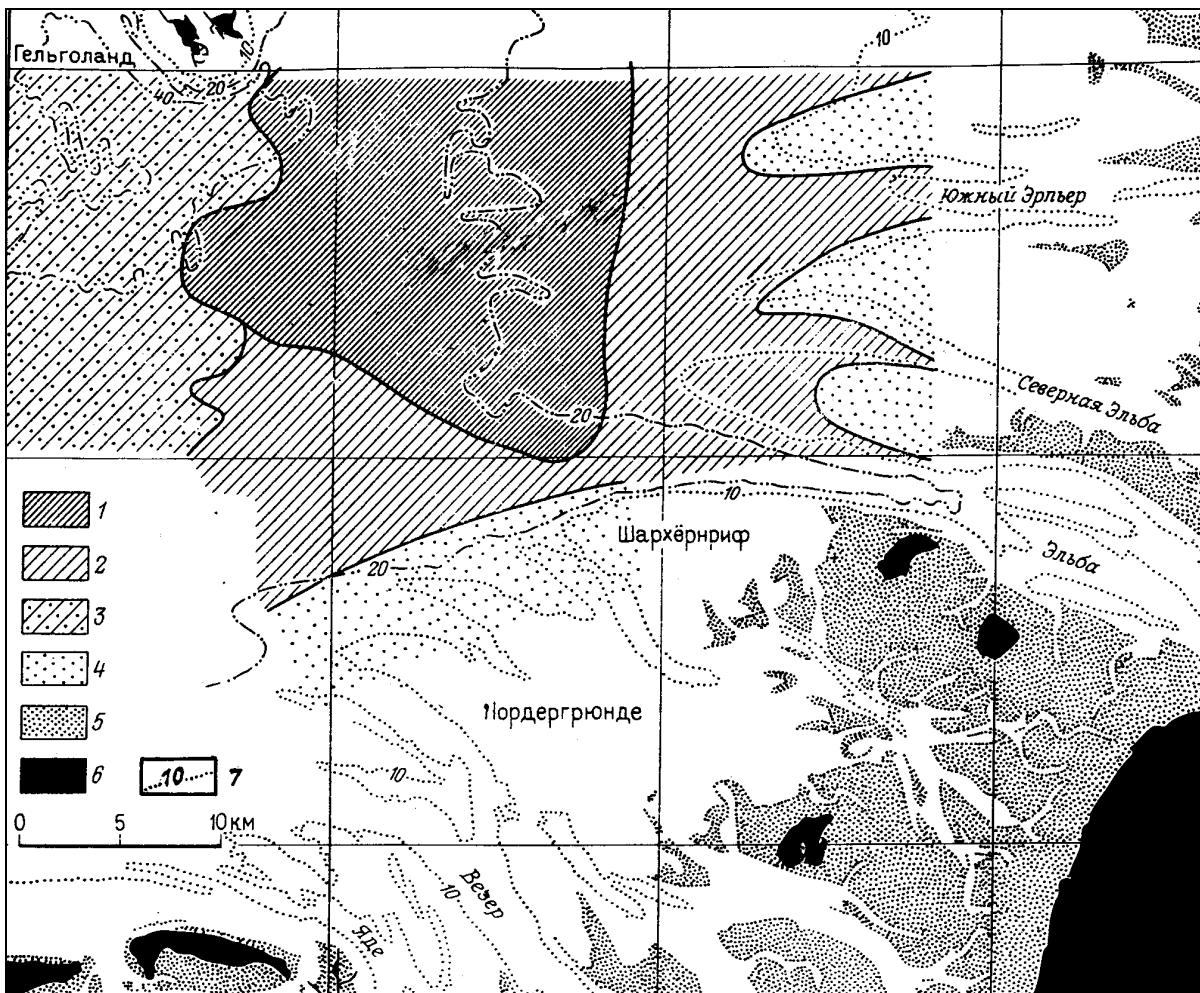


Рис. 22. Фации современного мелководного побережья Северного моря  
(по Гадоу и Рейнеку, 1969):

1-алевриты глинистые; 2-пески мелкозернистые, алевритистые; 3-мелко-  
и среднезернистые прибрежные пески; 4-мелкозернистые пески;  
5-приливно-отливная полоса; 6-суша; 7-изобаты

Бары и барьерные острова (от англ. *bar* – перегородка) образуются в результате перемещения наносов волнами со дна моря к берегу (рис.16). Часто образуются напротив устьев рек, куда река доставляет обломочный материал, а волны перемещают его обратно к берегу. Иногда барьерные острова образуются на месте банок (*bank* - мель) и отмелей, сложенных коренными породами. Многочисленные косы и баровые острова образовались вдоль берегов мелководных частей Азовского, Черного, Балтийского, Японского, Охотского морей. Они развиты вдоль берегов восточной Австралии, Северного ледовитого океана, Мексиканского залива, Тихого океана и др.

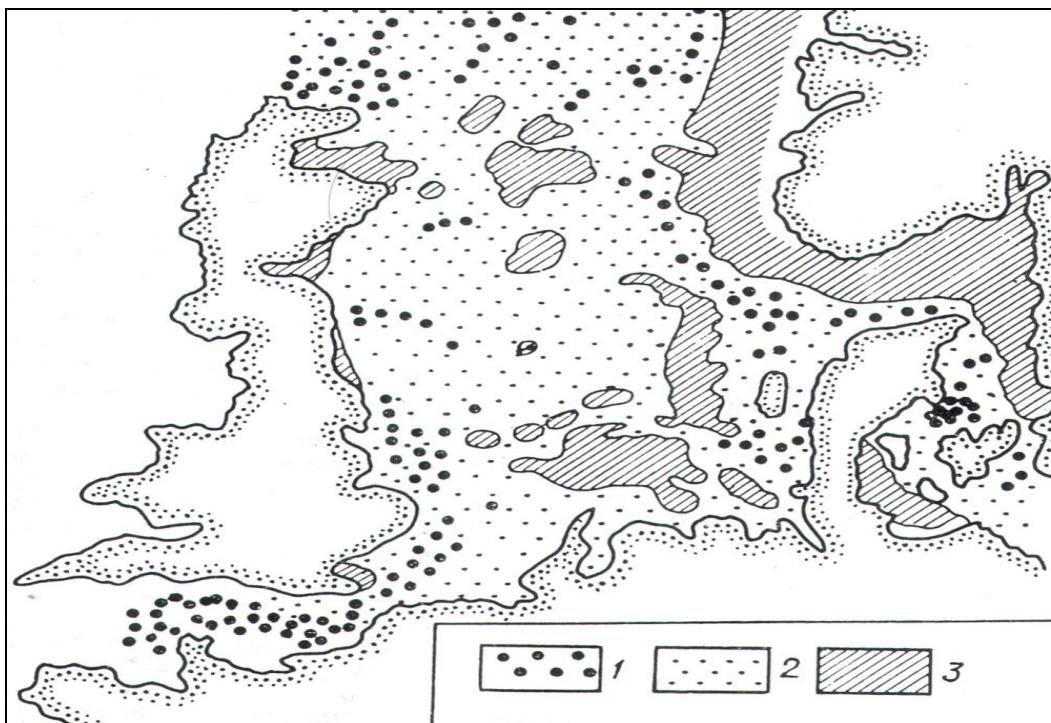


Рис.23. Современные осадки Северного моря (по Ф. Шепарду, 1969 г.)  
1 – гравий, галька, скальные породы; 2 – песок; 3 – ил.

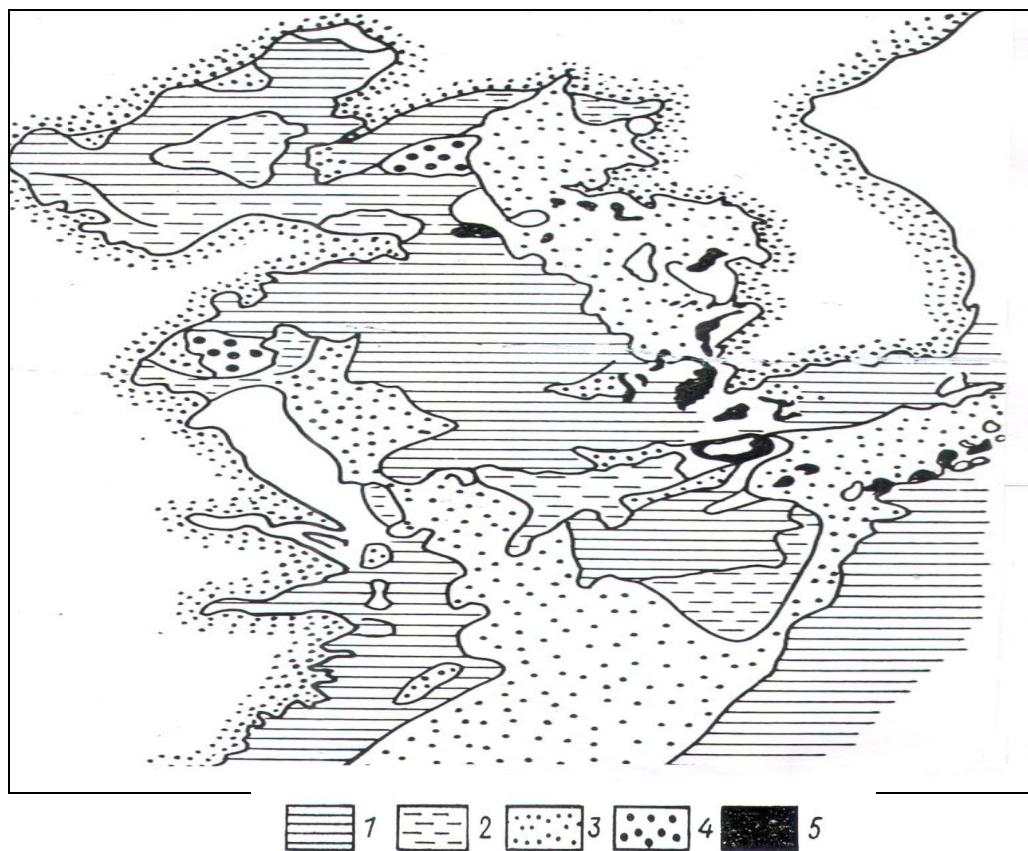


Рис.24. Современные донные осадки Восточно-Китайского и Желтого морей  
(по Ф. Шепарду, 1969 г.)  
1 – ил; 2 – илистый песок; 3 – песок; 4 – гравий; 5 – скальные породы

Различают несколько типов баров: подводный, островной, приустьевой, вдольбереговой. Бар приустьевой образуется перед устьем реки, представляет собой подводный песчаный вал на небольшой глубине. Образуется в результате падения скорости речной струи.

Островной бар образуется из подводного бара в процессе перемещения его к берегу и выхода его гребня из-под воды. Вдольбереговые бары образуют цепочки островов на некотором удалении от береговой линии, отделяют от моря мелководные заливы, лагуны.

Пересыпь – невысокий подводный песчаный вал, перегораживающий залив, соединяющий островные бары между собой и с сушей.

Пляж (от фр. *plage* – отлогий морской берег) – слабо наклоненная к морю полоса берега, сложенная песком, гравием, галечником.

Аккумулятивный берег может развиваться по разному. При ровной линии берега, обилии обломочного материала, подходе волн главным образом по нормали, образуются широкие пляжи и аккумулятивные террасы. При косых ветрах образуется вдольбереговой поток наносов. Неровные линии берега со временем выравниваются.

По уклону поверхности суши и крупности обломочного материала различаются три типа пляжей:

1. Крутого уклона, сложены галькой;
2. Среднего уклона, сложены крупно – и среднезернистым песком;
3. Малого уклона, сложены мелко – и тонкозернистым песком.

В случае очень пологого уклона заметными становятся приливно–отливные течения, образуются ватты (нем. *watter* гол. *wadder* – прибрежные отмели) – плоские низменности морского побережья, затапливаемые во время приливов.

Выше по уклону располагаются марши (нем. *marsch*) – полоса побережья, затапливаемая во время высоких приливов и больших нагонных волн. Здесь присутствует почвенный слой и растительный покров. Иногда располагается ниже уровня моря, отделяясь от него полосой дюн. Ватты и марши типичны для побережья Северного моря (Нидерланды, Германия, Дания) и Балтийского моря. На них накапливаются тонкозернистые пески, илы, ритмично чередующиеся с прослойками торфа, органических остатков. В промоинах и сточных желобах накапливаются более грубозернистые осадки.

Обломочный материал на пляж поставляется в основном речными потоками и волнами со дна моря. Вблизи горной суши в осадок поставляется масса валунного и галечного материала. В экваториальной зоне осадки пляжей сложены ракушей, раковинным детритом (лат. *detritus* – перетерты), обломков кораллов, водорослей. Пески пляжей характеризуются хорошей отсортированностью и окатанностью зерен, косослоистой и волнинистой текстурой. Отдельные слои содержат примесь гравия.

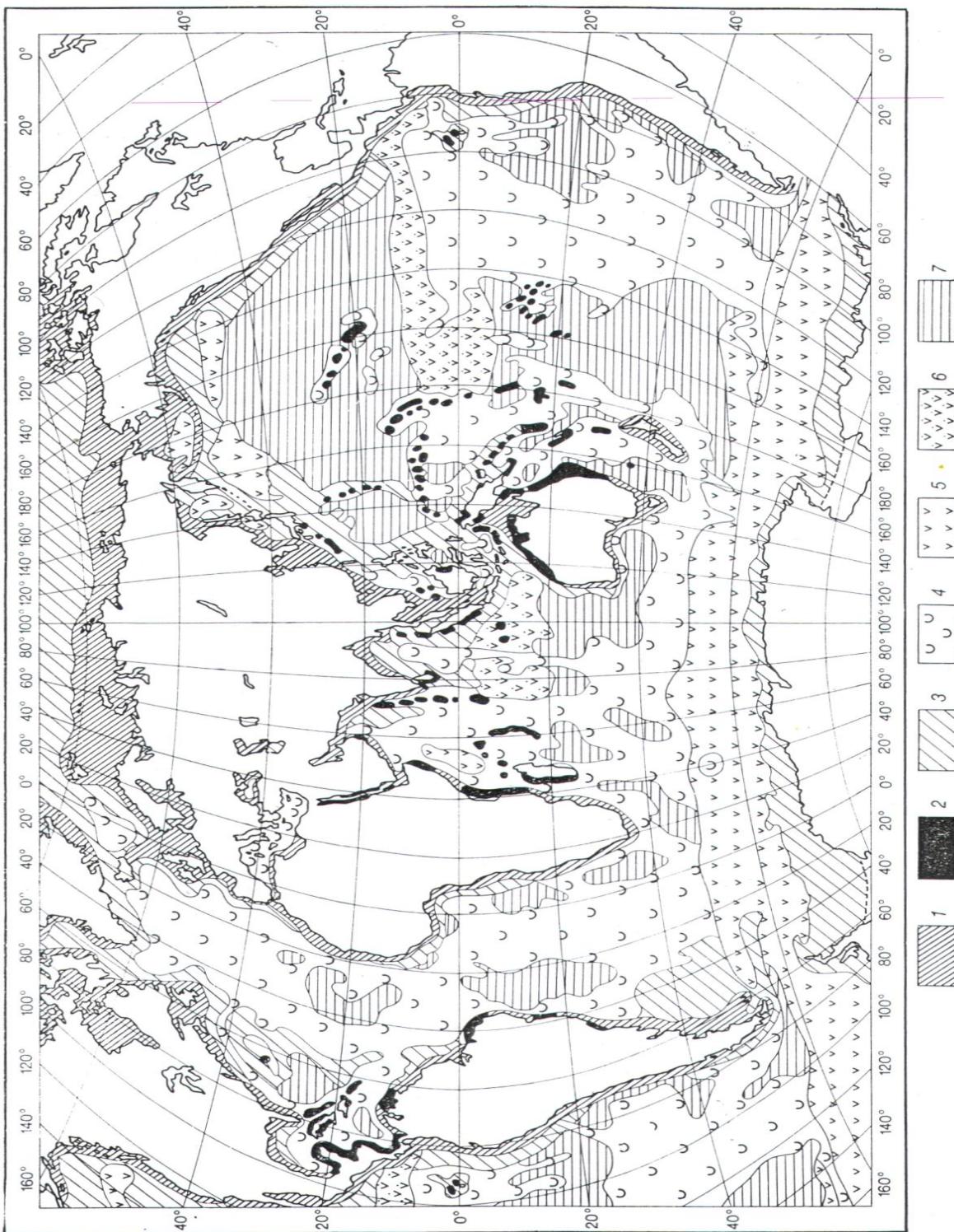


Рис. 25. Донные отложения Мирового океана  
(из книги О.К. Леонтьев «Морская геология»):

1 – прибрежные и шельфовые, главным образом терригенные отложения, 2 – коралловые отложения 3 – гемипелагические, преимущественно терригенные (в вулканических районах – также вулканогенные), а также айсберговые, 4 – фораминиферовые и другие известковые пелагические отложения, 5 – диатомовые, 6 - диатомово-радиоляриевые отложения, 7 – красная глина

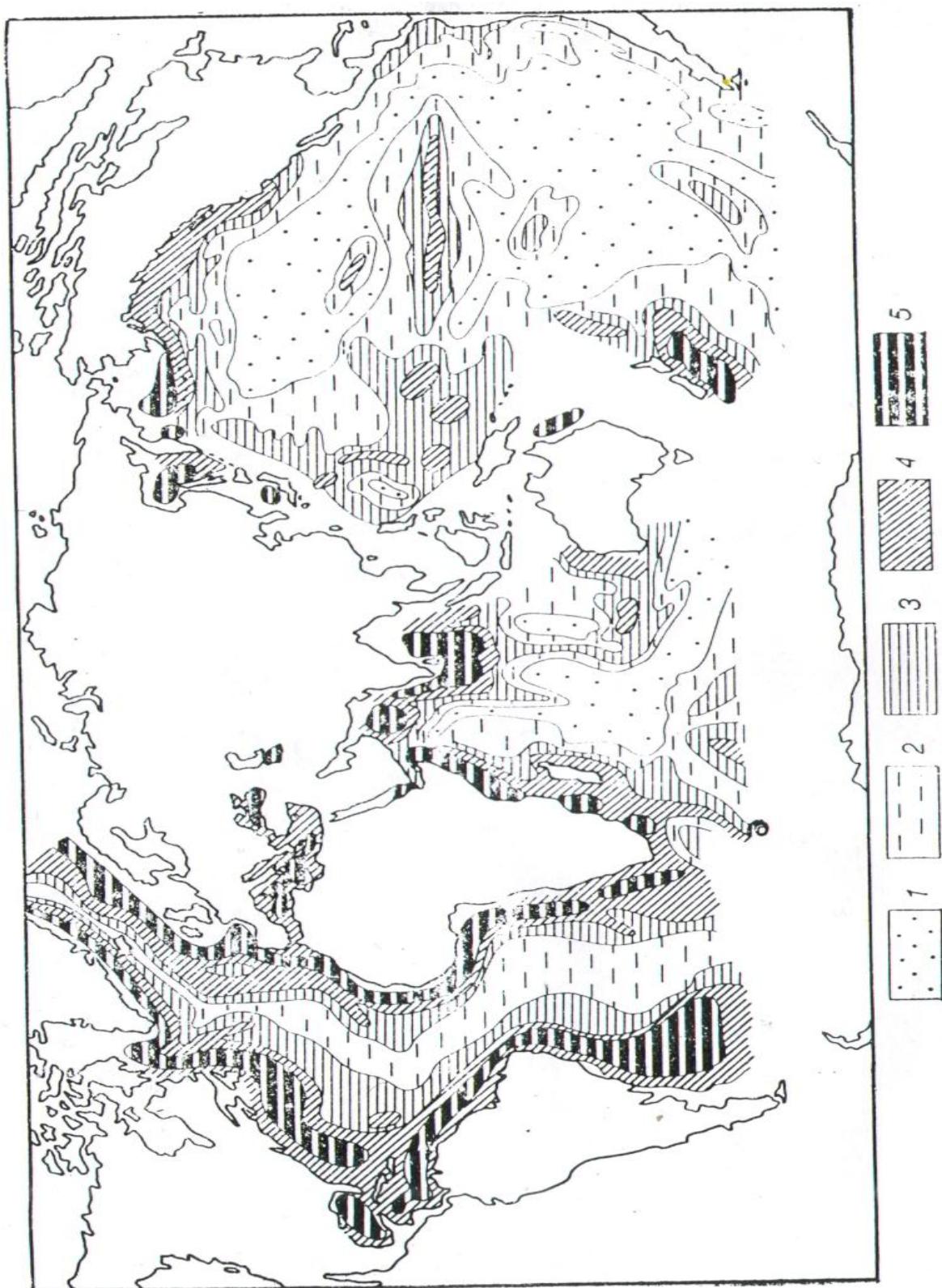


Рис. 26. Мощность (км) осадочного слоя в Мировом океане (вне шельфа)  
 (по Лисицыну, 1974), (из книги О.К.Леонтьева «Морская геология»):  
 1 – менее 0,1; 2 – от 0,1 до 0,3; 3 – от 0,3 до 0,5; 4 – от 0,5 до 1,0; 5 – более 1,0 км.

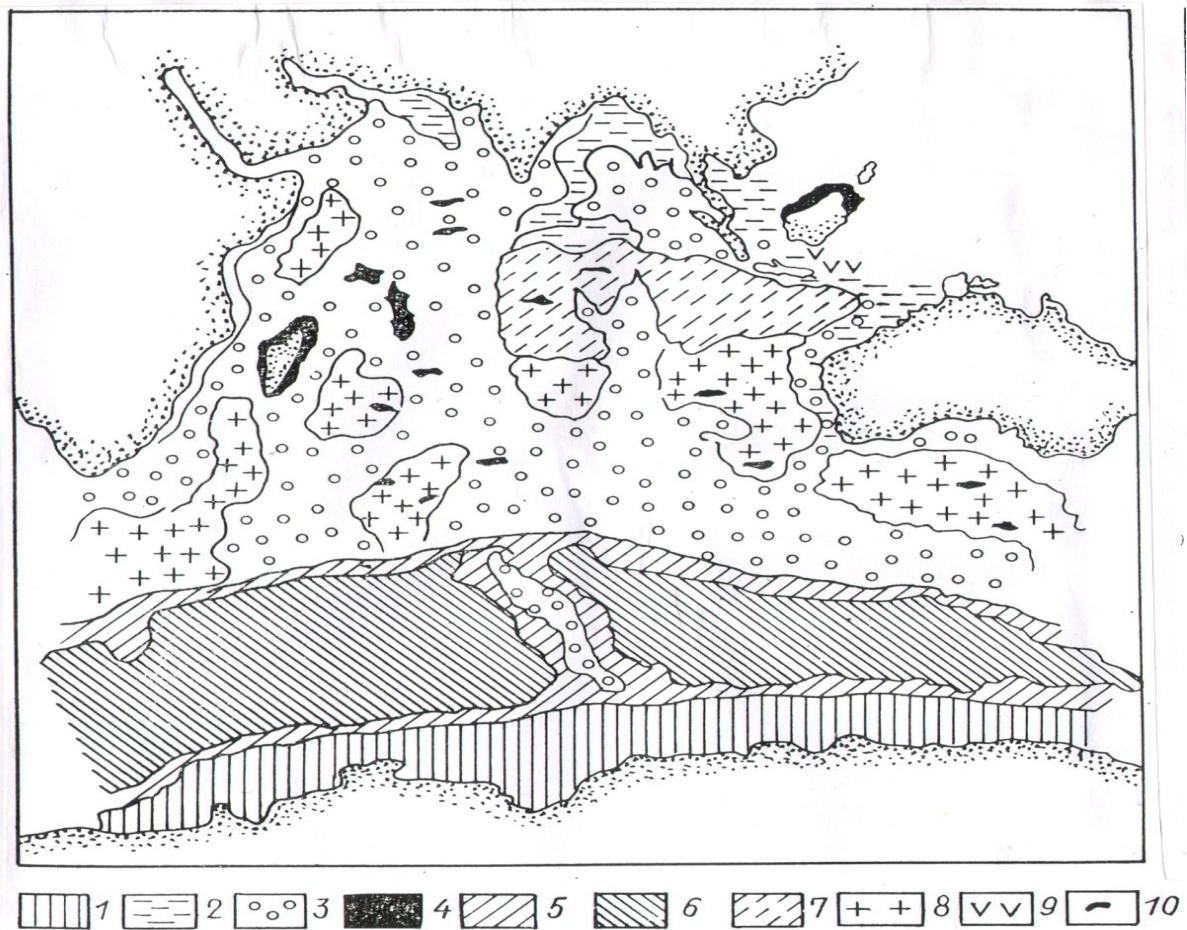


Рис. 27. Донные осадки Индийского океана (по А.П. Лисицыну, 1974 г.)

1 – обломочные и глинистые с грубым материалом айсбергового разноса; 2 – обломочные и глинистые вне айсберговой зоны; 3 – карбонатные (фораминиферовые и кокколитовые); 4 – коралло-водорослевые; 5 – диатомовые илы; 6 – сильно-диатомовые илы; 7 – радиоляриевые и диатомо-радиоляриевые илы; 8 – красная глубоководная глина; 9 – пирокластический материал; 10 – железомарганцевые конкреции

Галечниковые пляжи характеризуются большой крутизной. Слоистость грубая, неярко выраженная. При сильных штормах волны разрушают и выравнивают поверхность пляжа. Прибойный поток наиболее крупных волн перекатывается через штормовой вал. В период штиля песок пляжа развеивается ветром. В верхней высыхающей части пляжа образуется золовая зыбь, а наиболее мелкие части песка уносятся ветром за пределы пляжа.

Лагуна (от лат. *lagus* – озеро) – неглубокий водный бассейн, соединяющийся с морем узким проливом (или проливами), отделенный от моря баровыми островами (рис.20). Имеет вытянутую вдоль берега форму, аномальную соленость. В экваториальных областях жаркого климата вода из лагун испаряется, соленость воды повышается. На дне таких лагун отлагаются черные илы с резким запахом сероводорода. Они содержат кристаллики различных хемогенных образований.

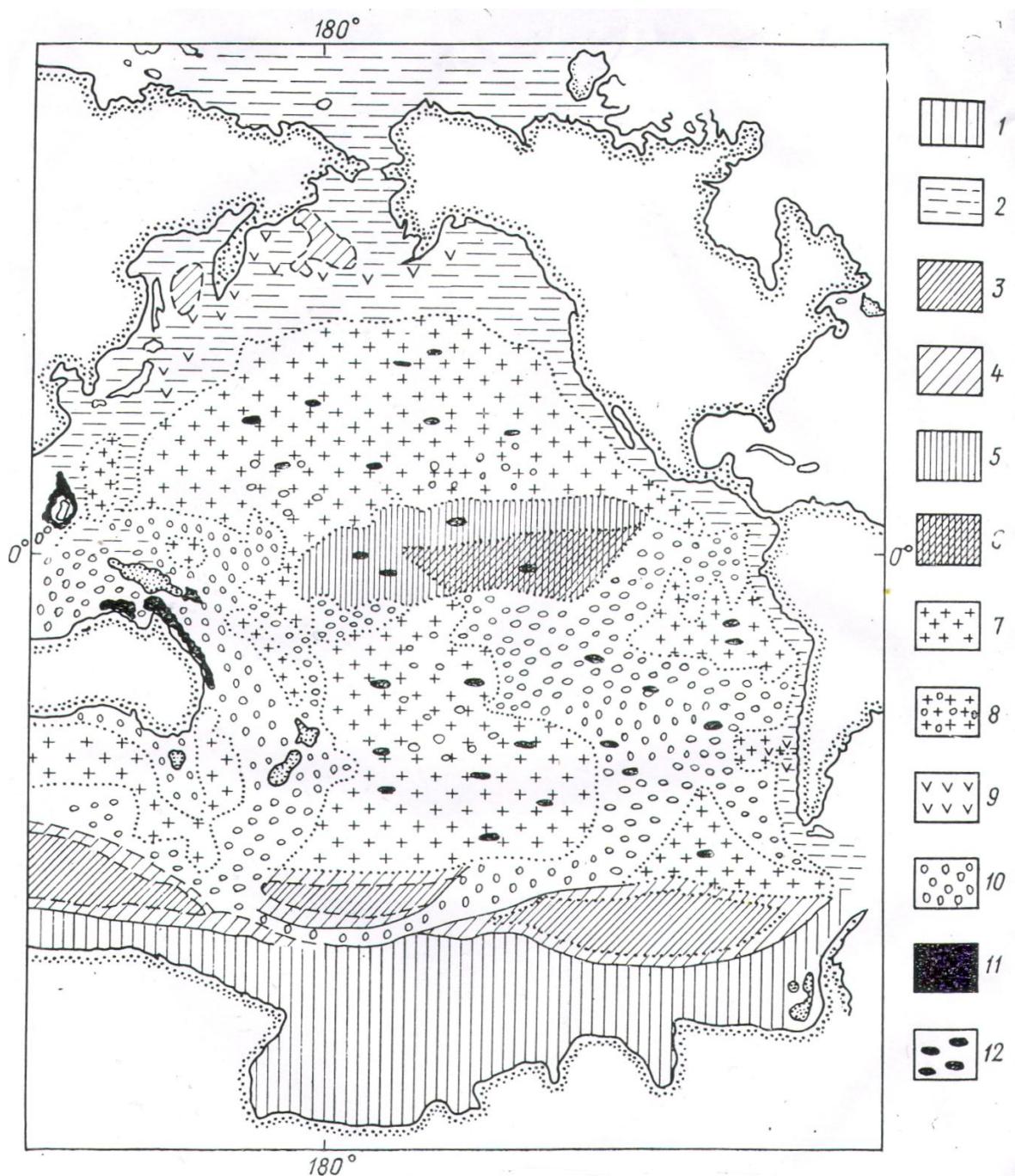


Рис.28. Распределение основных типов осадков в Тихом океане  
(по А.П. Лисицыну, 1974 г.)

1 – терригенные осадки с грубым материалом айсбергова разноса, 2 – терригенные осадки вне айсберговой зоны, 3 – сильнодиатомовые илы (более 50% аморфного кремнезема), 4 – диатомовые илы (30-50 % аморфного кремнезема), 5 – радиоляриевые и диатомо-радиоляриевые илы, 6 – радиоляриево-фораминиферовые илы, 7 – красная глубоководная глина, 8 – цеолитовая красная глубоководная глина, 9 – осадки, обогащенные пирокластическим материалом, 10 – карбонатные, фораминиферовые, кокколито-фораминиферовые, реже птероподо-фораминиферовые илы; 11 – коралло-водорослевые осадки, 12 – железо-марганцевые конкреции

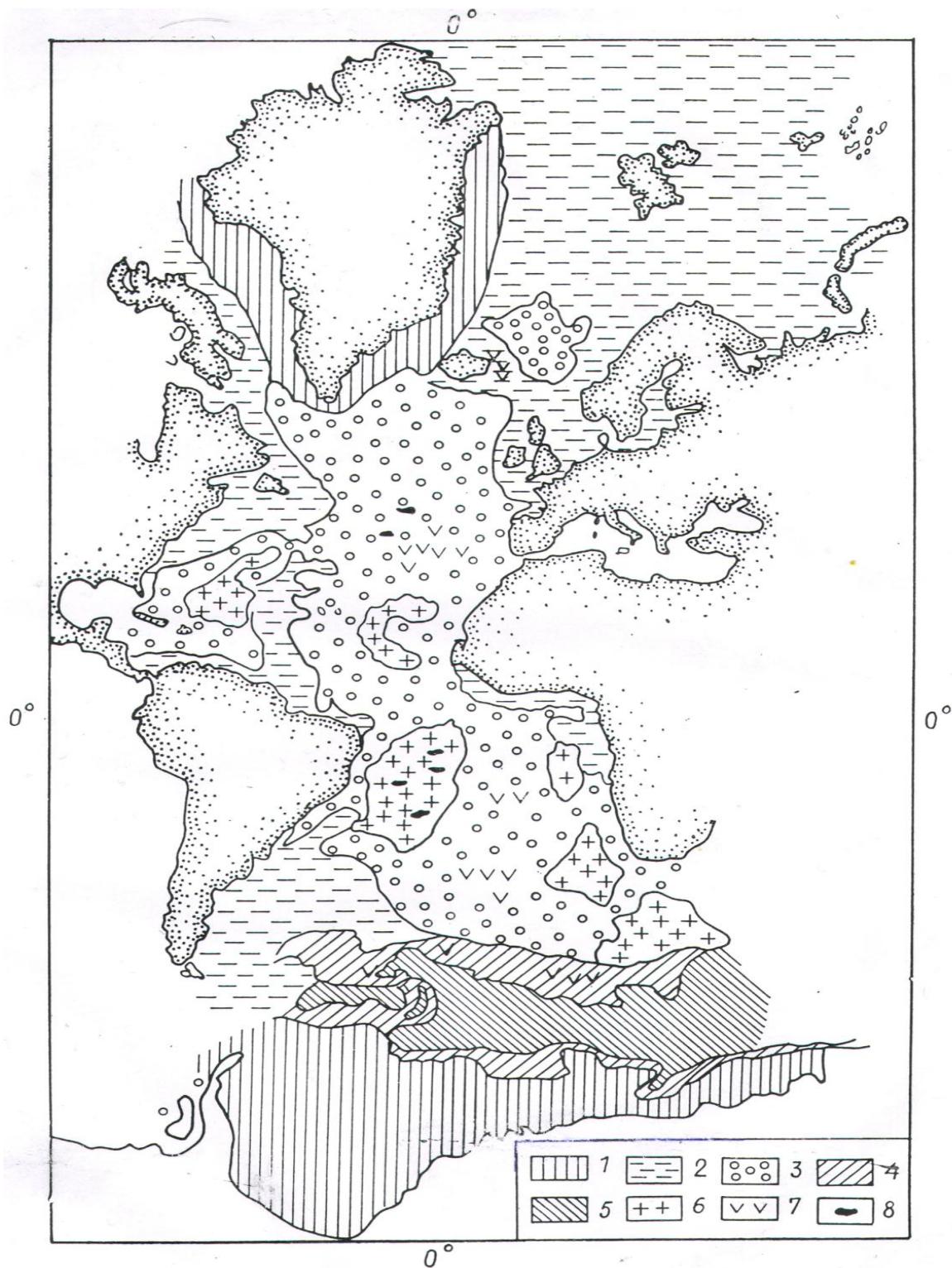


Рис. 29. Современные донные осадки Атлантического океана  
(по А.П. Лисицыну, 1974 г.)

1 – терригенные (обломочные и глинистые) с грубым материалом айсбергового разноса, 2 – терригенные вне айсберговой зоны, 3 – карбонатные (фораминиферовые, кокколито-фораминиферовые), 4 – диатомовые илы; 5 – сильнодиатомовые илы; 6 – красная глубоководная глина; 7 – пирокластический материал; 8 – железомарганцевые конкреции

В ископаемых соленосных лагунных отложениях присутствуют пласти сульфатных и хлористых солей натрия, кальция, магния: ангидриты, доломитовые известняки, доломиты, иногда магнезиты. Остатки фауны отсутствуют, либо имеют угнетенные формы. В вертикальных и горизонтальных фациальных рядах отмечается частая смена литологического состава, что объясняется переходными условиями образования от типично морских к лагунным и континентальным.

Опресненная лагуна образуется при впадении в нее реки. Такая лагуна заполняется песками, илами, иногда глинисто-карбонатными илами, обогащенными органическим веществом. В ископаемом состоянии им соответствуют песчано-глинистые отложения с маломощными прослоями мергелей и известняков.

Современные крупные лагуны распространены вдоль побережья Мексиканского залива. На Черном море лагуны образовались к северу от устья р.Дунай, на Каспийском море – вдоль восточного побережья.

Лиманы (от греч. *limen* – гавань, бухта) – вытянутые заливы с извилистыми в плане невысокими берегами. Образуются при затоплении морем долин развитых рек и балок. Лиманы, открытые в сторону моря, называются губами. Закрытые лиманы отделены от моря косой, пересыпью или с сохранением узкого пролива (гирла). В лиманах обычно накапливаются мелкозернистые пески, алевриты, глины, а нередко и органические остатки, из которых позже образуются горючие сланцы, пласти углей, углеводородные газы и масла. При малом притоке пресных вод и засушливом климате, воды лиманов сильно осолоняются, осаждаются соли или накапливаются солесодержащие лечебные грязи. В условиях жаркого климата в лиманах накапливаются окислы алюминия, железа, формируются залежи бокситов.

Залив – часть океана или моря, вдающаяся в сушу, но имеющая свободный водообмен с основным водоёром. Гидрологические и гидрохимические условия залива тождественны с условиями водоёма, частью которого он является.

Среди современных осадков Черного моря преобладают терригенные отложения. Различают следующие типы осадков.

1. Прибрежные – галечники, гравии, пески (терригенные и биогенные – раковинные), алевриты, довольно часто встречаются фация скал, камней и каменистых бенчей.
2. Отложения шельфа, состоящие из илов с раковинами мидий и фацеолин. В северо-западной части моря широко развиты пески и илистые пески с ракушкой – банки из мидий, устриц и др.
3. Глубоководные отложения – глинистые, глинисто-известковые и известковые илы. Глинисто-известковые илы состоят из чередующихся известковых и сапропелевых прослоев с зернами и конкрециями сульфидов железа.

В известковых илах преобладает фракция диаметром 2 мкм, состоящая из панцирей кокколитов. Карбонатные осадки развиты в холистатических зонах, расположенных над глубоководными котловинами моря (рис.17). В глубоководных осадках Черного моря довольно часто встречаются прослои песков с градационной слоистостью. Они обнаружены на глубинах от 700 до 2200 м в толще илистых осадков по всей акватории моря. Терригенные осадки встречаются по всей периферии морей в зоне лitorали. В теплых морях на глубинах до 15 метров распространены оолитовые пески. Широко развиты ракушечники. Они образуют обширные поля вдоль восточного берега и в северной части Каспийского моря. Против устья реки Волги располагается обширная дельта, состоящая из алевритовых илов. Мелкоалевритовые илы занимают обширные площади в глубоководной котловине и на ее склонах. Глинистые и слабоизвестковистые илы встречаются на глубинах от 400 до 1000 м, главным образом в Южной котловине (см.рис.19). скорость осадконакопления Каспийского моря достигает 60 см/1000 лет в южной глубоководной впадине и в 600 см/1000 лет вблизи устья р. Куры.

## 5.2. Современные шельфы и шельфовые отложения

Шельф (от англ. *shelf* – полка, мель) – материковая отмель, выровненная часть подводной окраины материков, примыкающая к суше. Глубина моря на краю (бровке) шельфа составляет 100 – 200 метров, но в некоторых случаях достигает 500м. От бровки шельфа начинается резкий перегиб поверхности морского дна и переход к континентальному склону. Внешняя граница шельфа не всегда четко выражена (рис. 30).

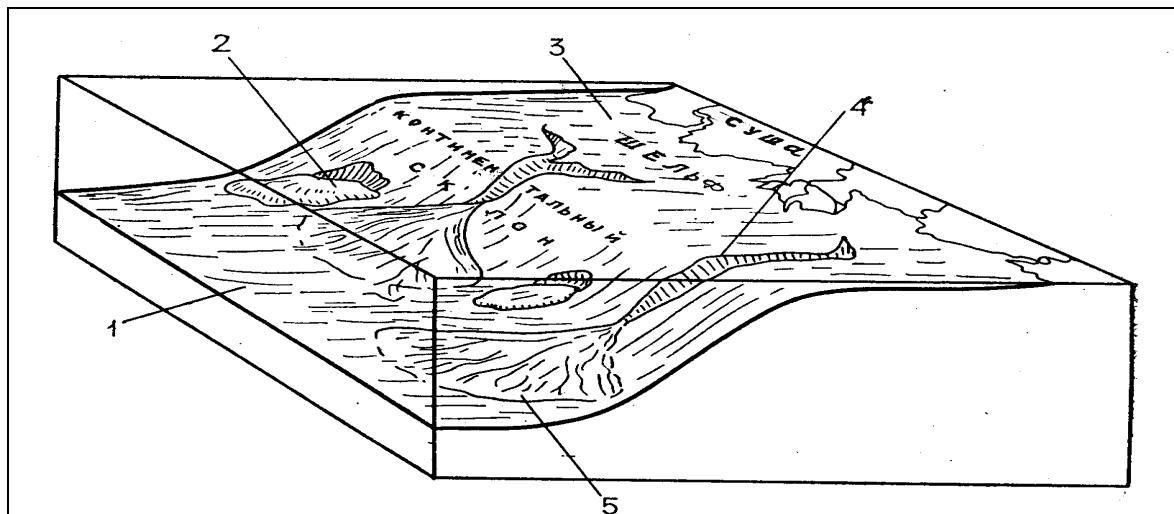


Рис. 30. Модель подводного рельефа на границе континента и океана (по Р.К.Селли, 1981):

1-абиссальная равнина-pelагические илы; 2-оползни и обрушения илов на континентальном склоне; 3-шельф-перенос осадков морскими течениями, волнами, потоками волочения; 4-подводные каньоны - перенос осадков мутевыми (турбидитовыми) потоками; 5-турбидитовый конус выноса в устье каньона

В пределах шельфа развита земная кора материкового типа с выраженными гранитным и мощным осадочным слоями.

Общая площадь шельфов на поверхности Земли составляет около 28 млн км<sup>2</sup>. Наиболее обширен шельф у северной окраины Евразии. Здесь он достигает ширины 1500 км.

В геологическом отношении шельф представляет собой часть континента, затопленную часть материка. Строение земной коры здесь такое же, как и на материках. Тектонические структуры областей суши продолжаются и на шельфах. Большинство шельфов покрыто песками. Уменьшение размеров зерен в песчаниках начинается от берега до глубины более 20 метров, где ослабевает воздействие на осадок волнений воды. Более глубокие (внешние) участки шельфа заполнены алевритовыми и глинистыми осадками. В морях теплых и аридных областей во внешней зоне шельфа осаждаются тонкие известковые илы химического происхождения. В песчаниках могут присутствовать раковины и обломки раковин. Ракушечный песок чаще образуется на внешнем крае шельфа и на подводных холмах. Иногда в осадок выпадают железо – и фосфорсодержащие минералы – глауконит, фосфорит, образуя микрозернистые агрегаты и конкреции.

В тектоническом отношении шельфы представляют собой современные плиты на краях континентов. По данным сейсмических исследований в их пределах выявляются тектонические структуры платформенного типа регионального и локального ранга. Толщина осадочного покрова 2–3 километра. В рельфе дна моря локальные поднятия проявлены в виде подводных возвышенностей, островов и полуостровов, отрицательные структуры – в виде ложбин, каналов и каньонов. Приподнятые, платообразные участки шельфа сложены горизонтально залегающими осадочными и вулканогенными осадками. Со стороны суши они тесно связаны с прибрежными равнинами. Шельфы различаются по размерам, глубинам, рельефу и по происхождению. По этим признакам выделяются 4 типа шельфов:

1. Стабильные шельфы – образовавшиеся при медленном погружении края континента.
2. Ортошельфы – образовавшиеся на месте платформ и срединных массивов.
3. Аккумулятивные шельфы – образуются вдоль легко размываемых берегов и вблизи устья крупных рек.
4. Шельфы ледниковых областей – образовавшиеся при погружении суши под нагрузкой ледового покрова.

Из этого перечня видно, что каждый шельф индивидуален, но имеет некоторые общие сходства с другими. Существует несколько теорий происхождения материковых шельфов. Возможно, что многие широкие шельфы образуются в результате опускания материковых окраин ниже уровня моря. Некоторые из них могли образовываться в результате запол-

нения осадками относительно глубоких котловин, причем здесь большую роль играют дельты рек. Скорость роста дельт весьма велика – до 30 м в год. Это приводит к нивелировке обширных пространств неровного рельефа, в том числе и подводного. Поднятие уровня моря на несколько метров может привести к затоплению многих прибрежных озерно–дельтовых равнин. Некоторые реки выдвинули свои дельты на всю ширину шельфа, и против них образуются широкие шельфы.

Как отмечает Ф.П.Шепард (1969), внешний край шельфа является местом, где осадконакопление ничтожно. Грубые осадки накапливаются на участках, где волновые течения были особенно сильными. Во внутренних частях шельфов преобладают алевриты и глины. На внешней части шельфа отлагаются более тонкие осадки.

Волновая абразия берегов, сложенных мягкими породами, могли привести к образованию очень мелководных шельфов. Широкие шельфы могли быть созданы там, где прибрежные аллювиальные отложения были погружены либо под влиянием тектонических движений, либо в результате повышения уровня моря. Мощные осадки, подстилающие прибрежные равнины и шельфы являются существенным доказательством погружения суши в период их формирования. Причем на шельфах погружения шло быстрее, чем процесс накопления осадков.

**Баренцевоморский шельф.** Баренцево море названо по имени голландского мореплавателя В. Баренца (1550 – 1597 гг.) одного из первых исследователей Арктических морей. Расположено в пределах шельфа. Глубина моря постепенно увеличивается в северном направлении до 400 – 600 м. Ширина шельфа составляет 1500 км. Баренцево море – окраинное море Северного ледовитого океана, расположено между Северными берегами Европы и островами Шпицберген, Земля Франца – Иосифа (открыта в 1873 г, названа по имени императора Австрии) и Новая Земля. Юго–западная часть моря не замерзает. Штормовые волны здесь достигают высоты 4 метров. Северо–восток моря почти всегда покрыт плавучими льдами. Солёность воды 32 – 35 ‰. Южная часть шельфа представляет собой полого наклоненную к северу равнину. Прилегающая к Кольскому полуострову часть шельфа представляет собой возвышенное плато с довольно расчлененным рельефом. Подводный рельеф остальной части моря представляет собой чередование пологих возвышенностей с глубинами моря 100 – 250 м и впадин с глубинами 400 – 500 м.

В тектоническом отношении Баренцевоморский шельф представляет собой плиту со сложно построенным докембрийско–палеозойским фундаментом. В центре акватории расположены возвышенности Центральная и Персия, которые представляют собой платформенные структуры типа антеклиз и разделяющей их котловины – синеклизы. К Норвегии примыкает плато Копытова – морская террасированная равнина с глуби-

нами 120 – 400 м. Севернее находится Медвежинский желоб северо–восточного простирания с глубиной до 500 м (рис. 11, 43).

Области, прилегающие к островам Шпицберген и Земля Франца – Иосифа, имеют сложный и расчлененный подводный рельеф. Возвышенность острова Медвежьего окружена абрационно–аккумулятивными террасами с грядами морен. Между островами Медвежьим и Шпицбергеном протягивается желоб Зюйдкап глубиной до 470 м. В эпоху максимального оледенения вся эта область была покрыта ледником.

Возвышенности Гусиной банки Горбовых островов (глубины 30 – 70 м) вблизи Новой Земли имеют субмеридиональное простижение и вероятно являются подводным продолжением складок Урала и Пай – Хоя.

Дно моря покрыто слоями современных осадков. В прибрежных районах и заливах на глубинах до 30 – 50 м преобладают мелко– и средне–зернистые пески. В областях сильных приливно–отливных течений пески и ракуша встречаются и на глубинах до 100 м. Ниже глубин 30 – 100 м донные осадки представлены алевритами и алевро–пелитовыми илами. На мелководье, примыкающем к Кольскому полуострову, присутствуют перемытые моренные отложения с многочисленными валунами и гальками ледникового происхождения. Валуны и гальки встречаются и на других участках шельфа.

По представлениям Н.С.Шатского (1958) и М.В.Муратова (1977), Баренцевоморская платформа является северным продолжением Восточно–Европейской платформы. На островах Шпицбергена выявлен обширный выступ докембрия с верхнепротерозойским осадочным чехлом. Часть островов Франца–Иосифа сложена горизонтально залегающими мезозойскими породами ( $T_3$ – $J_3$ ), перекрытыми вулканическими и осадочными толщами нижнего мела. На острове Виктория полого залегают известняки карбона.

На карте тектоники нефтегазоносных областей. (1989) в пределах Баренцева моря показаны:

1. Северо – Баренцовская антеклиза
2. Центрально – Баренцовский мегавал.
3. Адмиралтейский мегавал.
4. Свод Земли Франца – Иосифа
5. Печороморская моноклиналь.
6. Поднятие Персея.
7. Прогиб Седова.
8. Южно – Баренцевая впадина.
9. Северо – Баренцевая впадина.
10. Прогиб Святой Анны.

**Шельф Карского моря.** Карское море – окраинное море Северного Ледовитого океана, расположено между островами Новая Земля и архипелагом Северная Земля, с юга ограничена побережьем Ямала, Гыдана и

Таймыра. Шельф очень плоский. Преобладающая глубина составляет 30–10 м, глубокий трог прослеживается вдоль побережья Новой Земли. Максимальная глубина здесь 620 м, климат суров. Большая часть года море покрыто сплошным льдом. Штормовые ветры, выюги и метели дуют практически всю зиму, летом – частые туманы и снежные метели. Дно Карского моря подстилают многолетне-мерзлые породы толщиной более 100 м. В близи устьев рек Оби и Енисея температура воды летом поднимается до +6°C, солёность её здесь низкая – 10<sup>Г/л</sup>.

В тектоническом отношении Карское море представляет собой плиту с палеозойским фундаментом. Карская плита является северным продолжением Западно-Сибирской молодой платформы (рис. 49, 50). К востоку от Новой Земли на островах Ушакова, Визе, Уединения залегают нижнемеловые отложения платформенного типа. В южной части Карского моря мощность осадочного чехла оценивается до 4 – 5 км. По данным геофизических исследований в платформенном чехле здесь были выделены Байдарацкий прогиб, Южно-Карский вал, Карский свод, Приновоземельский мегапрогиб. Подводный рельеф здесь имеет форму равнины, полого наклоненной в северном направлении. Современные донные осадки Карского моря практически не изучены.

На карте тектоники (1989) в пределах Карского моря показаны:

1. Северо-Ямальский мегавал (продолжение в море)
2. Скуратовский мегавал.
3. Обручевский мегавал.
4. Таймырско-Новоземельская седловина.
5. Свод Ушакова.
6. Белоостровной прогиб.
7. Впадина Уединения.
8. Шмидтовская впадина.

**Шельф Балтийского моря.** Балтийское море представляет собой неглубокое шельфовое море с преобладающими глубинами 40 – 100 м. Максимальная глубина – 459 м.

В Балтийское море впадает большое количество рек. Соленость воды составляет 6 -11<sup>Г/л</sup>, в Финском заливе – 3-6<sup>Г/л</sup>. В придонном слое температура воды составляет 5°C. Берега низменные.

Береговая линия сильно изрезана многочисленными заливами и широкими песчаными и галечниковых пляжами, островами, барами. Вдоль северного побережья развиты скалистые острова материкового происхождения.

В тектоническом отношении Балтийское море представляет собой синеклизу – структурной элемент Балтийского щита. Северная часть дна моря сложена преимущественно докембрием, перекрытым прерывистыми покровами ледниковых и новейших морских отложений. В центральной части моря дно сложено палеозойскими (сулур – девонскими) отложения-

ми. Поверхность шельфа неровная, изобилующая подводными банками и островами, нарушена блоковой тектоникой. На картах донных осадков видно (рис.31), что крупность зерен осадков уменьшается от берега до внутренней части котловины, покрытых илом. В северной части Балтики залегают позднеледниковые глины. В западной Балтике присутствуют прослои известковых осадков. В мелководной части моря широко распространены баровые острова, состоящие из галечников и песков.

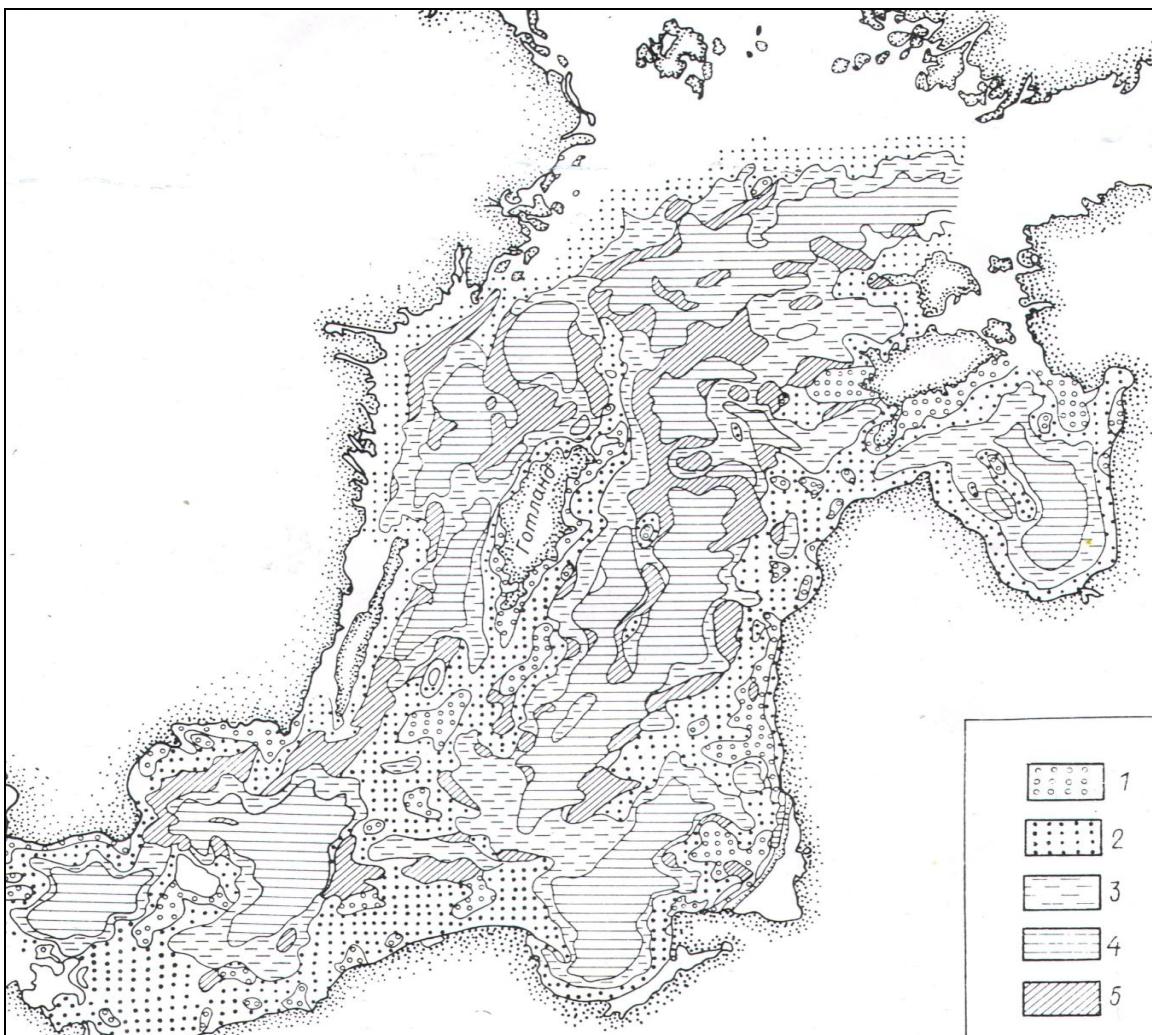


Рис. 31. Современные донные осадки Балтийского моря  
(по В.К. Гуделису, Е.М. Емельянову, 1976 г.)

1 – гравийно-галечниковые отложения; 2 – пески; 3 – алевриты; 4 – пелиты;  
5 – плейстоценовые отложения

**Шельф северо-западной части Черного моря.** Максимальная ширина шельфа здесь составляет около 200 км, максимальная глубина – 110 – 160 м. внешний край шельфа проходит по линии, идущей от юго-западной части Крыма к Добрудже. Южнее этой линии, шельф довольно быстро переходит в материковый склон (рис.17) . Основная часть шельфа ровная с отдельными банками и отмелями, главным образом против устьев

рек и с понижениями на месте погребенных речных долин. Солёность воды в приустьевых частях рек составляет  $3 - 9 \text{ г/л}$ , в открытых частях моря –  $17-18 \text{ г/л}$ , в придонном слое –  $22 \text{ г/л}$ . Ввиду пониженной солёности многие виды фауны отсутствуют.

В тектоническом отношении Черноморский шельф представляет собой опущенную, затопленную часть низменной суши. Опускание берегов этой части суши продолжается и в настоящее время.

Мощность современных морских отложений на верхней части шельфа незначительная 1-2 м (максимум 10 м). Они залегают на понтических и меотических известняках и глинах (N), в прибрежной зоне – это галечники, гравий, песок, по мере удаления от берега они сменяются мелко-зернистыми песками, алевритами, а в понижениях погребенного рельефа – алевропелитовыми илами. Широко распространены ракушечники, ракушечные банки, заселенные мидиями, устрицами и другими моллюсками.

**Шельф Северного Каспия.** Каспийское море представляет собой внутриконтинентальный замкнутый водоём шириной около 350 км, длиной 1200 км. Уровень воды здесь на 28,5 м ниже уровня Мирового океана. В море впадают крупные реки: Волга, Эмба, Урал, Тerek. Солёность воды низкая, в среднем составляет  $12,7 \text{ г/л}$ . Температура воды летом составляет  $24 - 26^{\circ}\text{C}$ , зимой на севере моря вода замерзает, толщина льда достигает 2 м. Глубина моря максимальная в Южном Каспии – 1250 м.

В тектоническом отношении (рис.10) впадина Каспийского моря образовалась на месте разнородных структур земной коры. На юге её окружают складчатые структуры Альпийско–Гималайского пояса, на севере - равнинные территории Скифской, Туранской плит и Прикаспийской синеклизы. Границы между этими разновозрастными тектоническими структурами проходят по глубинным разломам сбросового и надвигового типов. Северная часть моря входит в состав Прикаспийской синеклизы, терригенный материал сюда поступает обильно по реке Волге. Глубина моря здесь составляет 5 – 15 м. Рельеф дна моря представляет собой слабо холмистую аккумулятивную равнину с серией банок и аккумулятивных песчаных островов. Пески обычно мелкозернистые, иногда илистые, кварцевые с примесью раковинного детрита и ракушки. В Среднем Каспии глубина моря увеличивается до 790 м, здесь шельфовое море постепенно переходит в материковый склон. Граница между Средним и Южным Каспием проходит по Апшеронскому порогу, который представляет собой возвышенность с глубинами моря менее 200 м. На нем расположены острова (Два брата, Нефтяные камни и др.), ряд банок (Ливанова и др.) и грязевые вулканы. На шельфе распространены пески (рис.18), причем на западном побережье преобладают терригенные осадки, на востоке - карбонатные (ракушечные, оолитовые пески, ракушка). В заливе Кара – Богаз – Гол осаждаются сульфатные и хлоридные соли.

В Южном Каспии глубина моря увеличивается до 1026 м, земная кора здесь приобретает субокеанический характер: отсутствует гранитный слой. На обширных площадях глубоководной котловины распространены глинистые слабо известковистые илы.

### 5.3. Коралловые рифы

Рифы – подводные или мало поднимающиеся над уровнем моря скалы, препятствующие судоходству. Они широко распространены на шельфах тропических морей, известны и на островах в океане. Образуются при нормальной солености, прозрачности воды и средней температуре не ниже +20°С.

Тело рифа сложено главным образом отмершими кораллами и продуктами их разрушения. Это – массивное биогенное сооружение, покрытое растущими колониальными кораллами, известковыми водорослями, мшанками, присутствуют также моллюски, иглокожие, бентосные фораминиферы и др.

Различают несколько типов рифов: береговой, барьерный, кольцевой.

Береговой риф представляет собой прибрежную отмель, сложенную коралловым известняком, покрытую растущими кораллами. Начинается непосредственно от берега и постепенно понижается в сторону океана, ширина их несколько сотен метров.

Барьерный риф представляет собой гряду коралловых рифов, расположенную на некотором расстоянии от берега. Образуется на краю островной или материковой отмели. Примером современного барьерного рифа является риф Квинсленд у восточного побережья Австралии. Он ориентирован параллельно береговой линии, протягивается на 2500 км при ширине 150 километров. Основание рифа находится на глубине 300 – 400 м. Имеет неровную поверхность и очень крутые, часто отвесные склоны со стороны моря. Барьерные рифы развиты также на Гавайских островах и островах Океании (Самоа, Фиджи и др.). Часть моря, отгороженная барьерным рифом, называется лагуной. Она заполняется известковым песком и илом. Здесь могут присутствовать внутрилагунные рифы и острова.

Кольцевой риф – атолл (*adol* - замкнутый) – цепочка коралловых островов в виде гряды кольцевой формы с расположенной в центре лагуной. Фундаментом атоллов часто являются подводные вулканические горы. В настоящее время известно 330 атоллов и почти все они расположены в тропической зоне Тихого и Индийского океанов. Наиболее известными являются атоллы Фунафути (острова группы Элис), Эниветик, Бикини (группа Маршалловых островов в Тихом океане).

Атоллы образуются в результате жизнедеятельности колониальных кораллов, известковых водорослей, мшанок. Встречаются только в тропи-

ческих морях. Они поднимаются над водой на несколько метров. Внешний склон крутой ( $45\text{--}60^\circ$ ). Размеры атоллов в поперечнике составляют от сотен метров до десятков километров. Часто атоллы не являются сплошными, а представляют собой плоскую мель с цепочкой возвышающихся над ней серповидных в плане островов.

На атоллах, также как и на рифах, наблюдаются три группы фаций:

1. Фации биогермов – коралло – водорослевых построек;
2. Фации коралло–водорослевых, валунно–галечниковых и песчаных осадков со стороны океанов;
3. Лагунные фации – известковые пески, алевриты, илы биогенно–хемогенного происхождения.

Со стороны океанов атоллы состоят из продуктов разрушения рифов: коралло–водорослевых валунов, щебня, брекчии, гравия, песков. Лагуны атоллов имеют небольшую глубину (до 20-30м, реже 70 – 90м.). В них часто растут кораллы, образуя островки столовых и островерхих рифов (рифовые бугры). Дно лагун покрыто известковым илом и песком биогенного происхождения. На мелководье живут моллюски, морские ежи, морские звезды, бентосные фораминиферы, зеленые водоросли.

Бурением скважины на атолле Эниветок были вскрыты четвертичные, миоценовые и эоценовые известняки, а на глубине 1260м. – базальты. На атолле Бикини буровая скважина прошла 780 метров по рифовым известнякам миоценового или олигоценового возраста.

#### **5.4. Строение и осадки континентальных склонов**

Континентальный (материковый) склон представляет собой крупнейший элемент подводного рельефа Земли в зоне перехода от материка к океану (рис.30). Верхняя его граница совпадает с краем шельфа, нижняя граница (подножье) образована перегибом дна к ложу океана на глубинах 2000 – 3000 м и более. Средний уклон континентального склона небольшой: в Тихом океане он составляет  $5^\circ 20'$ , в Атлантическом –  $3^\circ 05'$ , в Индийском –  $2^\circ 55'$ . Как правило, континентальный склон не представляет собой ровную наклонную площадку, на ней встречаются террасы, уступы. Встречаются и крутые склоны ( $10\text{--}25^\circ$ ), особенно в зонах разломов, сбросов и других тектонических нарушений.

Строение земной коры в пределах материкового склона имеет переходный характер от континентального к океаническому типу. По данным сейсмических исследований гранитный слой постепенно выклинивается в сторону океана, мощность земной коры сокращается до 20 км и менее.

По особенностям строения различаются четыре типа континентальных склонов (Логвиненко, 1980):

1. Пологие, широкие с небольшим уклоном и ровной поверхностью.

2. Пологие, широкие, осложненные холмами, впадинами возвышенностями.

3. Крутые, узкие с углами наклона до  $20\text{--}30^\circ$ , а иногда до  $45^\circ$ . Имеют прямоугольные формы, рассечены подводными каньонами.

4. Крутые узкие, с большими углами наклона, с террасами, уступами, гребнями, впадинами, подводными каньонами и долинами.

Из этого перечня видно, что континентальные склоны представляют собой области активных геологических процессов. Здесь часто происходят землетрясения, обвалы, оползни и грязевые потоки. В настоящее время известно, что такие процессы происходят практически на всех континентальных склонах. Чем круче склоны, тем интенсивнее происходят такие процессы.

На Черном море крутые, изрезанные подводными каньонами и долинами склоны развиты на побережье Кавказа. Крутые террасированные склоны образовались у побережья Крыма, пологие, спокойные с углами наклона  $1\text{--}2^\circ$  образовались в северо-западной части моря (рис.18).

В Средиземном море крутые склоны наблюдаются на Лазурном берегу, в Испании, Северной Африке, у побережья Ливана и Турции. Большой частью они изрезаны каньонами. Остальные склоны Средиземного моря пологие, широкие.

Вдоль Японских островов континентальный (островной) склон до глубины 2000м пологий ( $2\text{--}3^\circ$ ), ниже становится крутым и переходит в склон глубоководного желоба. У берегов Камчатки со стороны Берингово моря континентальный склон крутой (до  $20\text{--}25^\circ$ ). Такой же крутой склон у берегов Камчатки и Курильских островов со стороны Тихого океана. Здесь склон переходит в глубоководный (6000м) желоб.

Материковые (континентальные) склоны покрыты осадками различного типа, преимущественно это – алеврито-глинистые и глинистые илы. По данным Ф.Шепарда (1969) такие осадки покрывают 60% поверхности материковых склонов, пески – 25%, ракушечники и биогенные илы – 10%.

Биогенные илы отлагаются на склонах, куда терригенный материал со стороны суши поступает в ограниченном количестве. В теплых водах – это карбонатные (фораминиферовые, коралловые) осадки, в холодных водах – кремнистые (кремнево-губковые, диатомовые) осадки. Встречаются также хемогенные (глауконитовые) или вулканогенные осадки.

Глауконитовые пески и алевриты встречаются вдоль побережья Северной и Южной Америки со стороны Тихого океана, у Австралии и у Японских островов. Широко развиты также диатомово-глинистые и диатомово-радиоляриево-глинистые илы. На склонах происходят постоянные гравитационные движения (оползания) осадков, причем их характер и интенсивность зависят от крутизны склона.

На крутых и расчлененных склонах осадки залегают прерывисто, отличаются малыми мощностями, резкой фациальной изменчивостью. На пологих материковых склонах, особенно у подножья, осадки более однородные, имеют большие мощности. Фауна здесь скудная, в основном представлена дентритоедами.

У основания склона образуются подводные конусы выноса, аккумулятивные шлейфы, наклонные равнины, наложенные на ложе океана (рис.30).

Подводные каньоны – широко распространены на шельфах и материковых склонах многих морей и океанов.

Это – подводные долины с V-образным поперечным профилем, часто скалистые, с разветвленными желобами, прирусловыми валами и конусами выноса обломочного материала. Образование каньонов происходит в основном на крутых склонах и при наличии мощного источника наносов.

В Черном море каньоны известны давно. Вблизи мыса Пицунды выявлены 11 каньонов и желобов, они поглощают потоки наносов и способствуют размыванию берега. В Закавказье подводные каньоны образовались напротив устьев рек. Каньоны опускаются к подножью материкового склона и заканчиваются конусами выноса на глубинах 1000 – 1500 м. Многочисленные подводные каньоны известны на побережьях дальневосточных морей: Японского, Берингова и др.

Наиболее изученными являются каньоны Северной Америки как со стороны Тихого, так и со стороны Атлантического океана. Хорошо изучены каньоны и в Средиземном море (Лазурный берег, Корсика), на Гавайских островах. Большинство их начинается на малых глубинах (15 – 20 м). Конусы выноса находятся на глубинах 1000 – 2000 м, протяженность их достигает 200 – 300 км. Дно каньонов плоское, затоплено алевритистыми глинами, грубозернистыми песками, турбидитами, гравием.

В плане каньоны имеют извилистые формы. На их стенках иногда обнажаются коренные породы (граниты, кварциты и др.) Многие каньоны имеют разветвленные формы. После сильных штормов в каньонах происходят оползни и перемещение песков под действием силы тяжести.

Существуют две гипотезы образования подводных каньонов:

I. Гипотеза мутьевых (селевых) потоков, согласно которой каньоны вырабатываются грязевыми (мутевыми) потоками, возникающими вблизи берега на подводном склоне, часто в устьях рек. Потоки двигаются вниз по склону под действием силы тяжести и прорывают каньоны.

II. Гипотеза об образовании каньонов за счет затопления речных долин при повышении уровня мирового океана.

Подводные конусы выноса образуются у подножья склона, где начинается плоская равнина, здесь суспензионный поток теряет скорость и

силу, твердые частицы оседают на дно. Образуются осадочные тела, имеющие форму прислоненного к склону полуконуса, или шлейфа, поверхность которого рассечена сетью подводных долин и прирусловых валов. Они состоят из плохо отсортированных терригенных осадков с признаками деятельности подводных оползней (оползневые микроскладчатые и турбидитовые текстуры, градационная слоистость), содержат остатки переотложенной фауны, окрашены в восстановительные серые илы синеватые цвета (синие глины).

## 6. ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

Минеральные богатства современных морей и океанов ещё плохо изучены, но уже имеющиеся факты свидетельствуют о том, что на дне морей и океанов хранятся огромные запасы полезных ископаемых как в современных осадках, так и в коренных породах (рис.32).

### 6.1. Россипные месторождения современных пляжей

Россыпи (rossipnye песчано–галечные наносы) представляют собой продукт разрушения коренных месторождений, коренных пород, содержащих полезное ископаемое. По виду полезного ископаемого различаются россыпи:

1. Золотоносные, платиноносные;
2. Алмазоносные;
3. Россипи драгоценных камней;
4. Оловоносные;
5. Циркононосные;
6. Титановых минералов.

Морские россыпи протягиваются вдоль побережья. По положению относительно береговой линии различаются россыпи террасовые, береговые и подводные. Наибольшее промышленное значение имеют террасовые россыпи. В Южной Африке из отложений морских террас добываются алмазы, на Аляске и в Австралии – золото.

Береговые россыпи. Песчаные отложения пляжей, барьерных островов и баров, содержащие примесь редких минералов известны на побережьях всех континентов (рис.32).

Ильменит – циркон – рутиловые россыпи восточного побережья Австралии прослеживаются на протяжении более 1000км. Россыпи приурочены к современному пляжу и дюнам, продолжаются и на подводном склоне. Здесь скальные берега, состоящие из осадочных, вулканогенных и магматических пород девон–каменноугольного и пермо–триасового воз-

растя размываются, сортируются в зоне прибоя, обогащаются кварцем и тяжелыми минералами (магнетит, ильменит и др.). Слои, обогащенные рудными минералами, имеют толщину от 0,2 до 1,2 м и протяженность от нескольких сотен метров до 1 – 1,5 км. Рудные минералы в россыпи – представлены ильменитом ( $FeTiO_2$ ) – 40%, рутилом ( $TiO_2$ ) – 30%. В меньшем количестве присутствуют циркон. ( $Zr, Hg, Th, U, Ca, Na \cdot (Si, Al, P, S)(O, OH)_4$  – 20% и монацит ( $Se, La PO_4$  с примесью  $ThO_2, SiO_2, CaO, V_2O_5$ .

Рутил – циркон – ильменитовые россыпи Бенгальского побережья Индостана. Вдоль побережья Бенгальского залива государства Бангладеш на протяжении 180км в современных песках пляжа обнаружены титано–цирконовые россыпи. Пески пляжа кварцевые, тонкозернистые. Главными минералами россыпи являются: амфиболы – 29%, ильменит – 17%, гранат – 16%, эпидот -11%. В штормовых валах содержание магнетита достигает 64%, монацита – 2,5%. В песках дюн концентрация тяжелых минералов меньше, но участками наблюдается повышенное содержание магнетита, ильменита, циркона и граната. Общее содержание рудных минералов в песках составляет от первых килограммов до 300кг/т.

Вдоль побережья Шри-Ланки и Индии россыпи содержать циркон, ильменит, магнетит, рутил и драгоценные камни (рубин, сапфир). Содержание ильменита достигает 70-80%, рутила – 6 – 10%, циркона - 8%, магнетита – 2-3%. Источниками тяжелых минералов здесь являются кристаллические породы Индостанской платформы.

Титано–циркониевые и монацитовые россыпи Атлантического побережья Бразилии протягиваются на протяжении более 1500км. Концентрации рудных минералов приурочены к пескам современных и древних пляжей и к дюнным пескам, имеющим довольно широкое распространение. Источником тяжёлых минералов явились древние кристаллические породы Южно–Американской платформы.

Титано–цирконовые россыпи северного побережья Азовского моря. Встречаются в песках современного пляжа, аккумулятивных террас и кос, дюн. Пески кварцевые, полевошпат – кварцевые, мелкозернистые. Тяжелые минералы представлены ильменитом, эпидотом, цирконом, рутилом. Наиболее мощные слои рудного концентрата встречаются в штормовом валу и в верхней части пляжа. Источниками рудных минералов здесь явились кристаллические породы докембрийского массива и песчаные породы верхнего плиоцена ( $N_2^2$ ).

В Северной Америке россыпи ильменита и рутила известны на пляжах восточного побережья (полуостров Флорида, Северная Каролина, Квебек), в Калифорнии и др. Россыпи золота и магнетита выявлены на побережье Аляски, хромита, золота, платины – в юго–западном Орегоне. На побережье Японского моря известны золотоносные россыпи, в Новой Зе-

ландии – россыпи минералов радиоактивных и редких химических элементов.

Вдоль побережья юго–западной Африки вблизи устьев рек Оранжевая и Конго известны алмазоносные россыпи.

На побережье Восточной Балтики в песках пляжа встречаются россыпи янтаря.

На побережье Охотского, Чукотского и Южно – Китайского морей наблюдаются россыпи кассiterита ( $SnO_2$ ) – оловянного камня.

Подводные россыпи встречаются значительно реже, чем береговые. Здесь обломочный материал представлен фракцией алевритовой размерности (0,1 – 0,01 мм). По составу это те же минералы тяжелой фракции: магнитит, ильменит, рутил, циркон. Россыпи такого типа выявлены в восточной части Балтийского моря на глубинах 10–25м.

## 6.2. Фосфоритовые отложения

Содержание фосфора в морской воде незначительное - до 200 мг/м<sup>3</sup> на глубинах 500 – 1500м. В ряде районов Мирового океана распространены фосфоритные конкреции. Обычно это коричневые или черные твердые стяжения шаровидной формы диаметром до 5 – 10 см. Конкреции без примесей имеют радиально-лучистое строение. Образуются из растворов, насыщенных фосфатами – солями ортофосфорной кислоты  $H_3PO_4$ . Фосфориты – это горные породы, состоящие более чем на 50% из аморфных или микрокристаллических фосфатов кальция из группы апатита (( $Ca_5PO_4)_3 \cdot OH, F, CL$ ). Содержание  $P_2O_5$  в них составляет 5 - 35%.

Конкреции фосфоритов чаще встречаются на шельфе, реже на материковом склоне и на склонах подводных гор (рис.33). Они известны у берегов Новой Зеландии, на шельфах Чили и Перу, у берегов Калифорнийского полуострова, на шельфах Юго–Западной Африки, на Атлантическом побережье Северной Америки и др. Конкреции и стяжения состоят из оолитов с ядрами раковин фораминифер, зерен глауконита, обломочных минералов. В них бывают зацементированы обломки осадочных, вулканогенных и других пород. Изучение фауны, заключенной в фосфоритовых конкрециях, показало, что она средне- и позднемиоценовая, реже поздне-плиоцен-плейстоценовая (Калифорния, поднятие Чатам). У берегов Калифорнии фосфориты распространены на шельфе и материковом склоне, залегают на глубинах от 30 до 330м. Представлены зернами песчаной размernости, конкрециями и стяжениями со средним размером 5 см в диаметре, линзами и плитами толщиной до 20 см. Залегают в кварцево–слюдистых и глауконитовых песках, реже в илах. В виде примеси присутствуют: органический углерод, пирит, кальцит, панцири диатомовых водорослей. Толщина фосфорит–содержащих слоёв здесь достигает 1,25 м.

Современные аутигенные фосфориты встречаются в алевропелитовых и пелитовых диатомовых илах. Такие илы содержат органический углерод в количестве до 15 – 20%. Фосфоритизации подвергаются линзы или комки диатомитового ила. Панцири диатомей замещаются фосфатным минералом, а позже (на стадии диагенеза) образуются плотные желваки и зерна фосфорита. Источником фосфора является органическое вещество фитопланктона. Встречаются на глубинах от 100 до 1200м.

На островах Тихого океана выявлены ограниченные по площади, но богатые по запасам месторождения метасоматических фосфоритов, образовавшихся за счёт замещения кальцита фосфорсодержащими минералами.

В промышленности фосфориты используются главным образом для производства фосфорных удобрений (фосфоритной муки). Основные запасы фосфоритного сырья находятся в Марокко, США, России, Казахстане, Украине, Австрии, Перу.

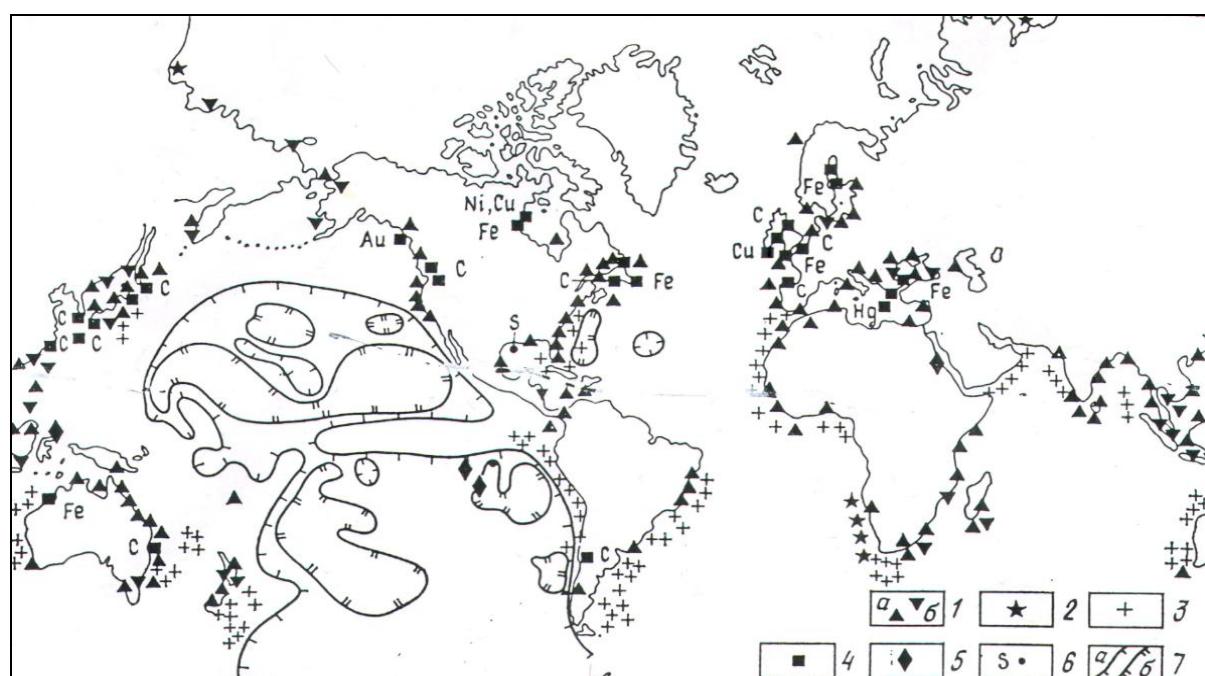


Рис. 32. Схема распространения важнейших скоплений твердых полезных ископаемых в Мировом океане ((по Е.А. Величко, Ю.Я. Кузнецову, Л.Э. Левину и др. (из книги В.П. Гаврилова, 1983 г.))

1 – прибрежно-морские россыпи (а – пляжные, б – подводные, в том числе затопленные аллювиальные); 2 – россыпи алмазов; 3 – фосфориты; 4 – разработка под водой с помощью шахт: С – каменного угля, Fe – железных руд, Cu-Ni – медно-никелевых руд, Au – золота, Hg – ртути; 5 – проявления гидротермально-осадочных руд в рифтовых зонах и вулканических областях; 6 – разработка месторождений серы; 7 – контуры площадей дна, на которых распространены железомарганцевые конкреции (а – массовые распространения, б – высокие концентрации – более 20% площади дна покрыто конкрециями)

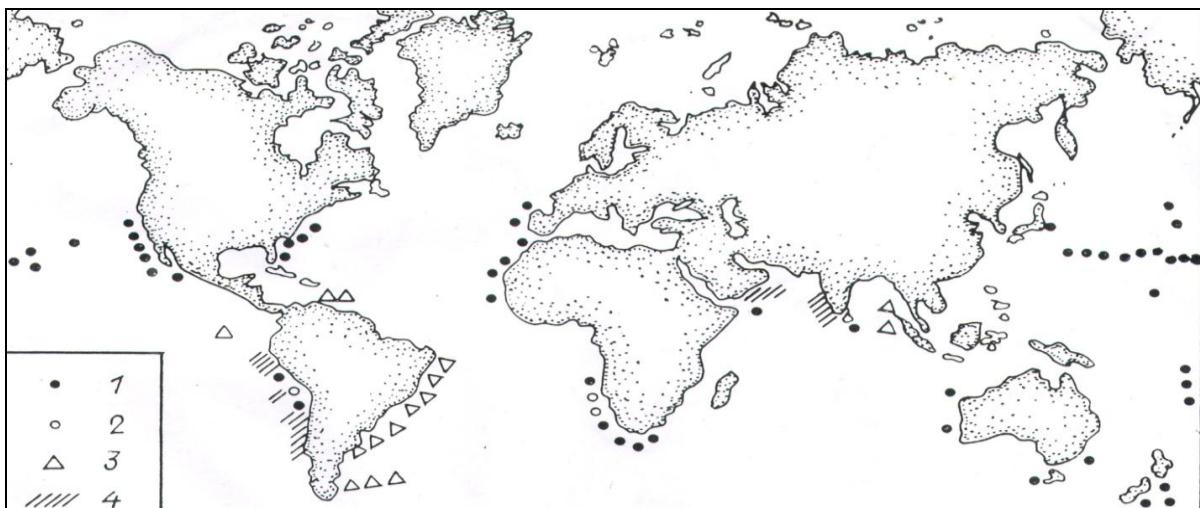


Рис. 33. Распространение фосфоритов в донных осадках Мирового океана (по Г.Н. Батурину, П.Л. Безрукову, 1971 г.) из книги В.П. Гаврилова, 1983 г.).

Фосфориты: 1 – древние, 2 – современные, 3 – неизвестного возраста,  
4 – предполагаемые области их распространения

### 6.3. Железо-марганцевые конкреции

Основными породообразующими минералами в них являются гетит –  $FeOOH$  – продукт выветривания железо-содержащих минералов, гидрогетит –  $FeOOH \cdot nH_2O$  – водный окисел железа (бурый железняк), псиломелан –  $mMnO \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$  – гидроокисел марганца, и глинистые минералы. В виде примеси присутствуют опал, барит, рутил, анатаз, цеолиты. Основная область их распространения приурочена к глубоководному ложу океана. Они присутствуют на разных глубинах и в различных типах осадков: в красной глубоководной глине на глубинах от 3,5 до 6,5 км, в фораминиферовых илах, алевритах и песках. Реже в радиоляриевых, диатомово-терригенных и других глубоководных илах. Железо–марганцевые конкреции встречаются в мелководных морях и заливах (Балтийское море, Рижский залив и др.) Конкреции весьма разнообразны по форме и размеру, они всегда имеют твердое ядро из обломков пород, органических остатков, окружены концентрическими оболочками, состоящими из окислов и гидроокислов железа и марганца. Образование конкреций начинается еще на стадии седиментогенеза, когда из раствора образуются и осаждаются коллоидные частицы. Во время диагенеза продолжается рост конкреций. Скорость нарастания конкреций зависит от интенсивности поступления хемогенного материала. Размеры конкреций от долей миллиметров до 1 – 2 мм и более. Концентрация конкреций достигает 70%. Высокие концентрации железо-марганцевых конкреций были установлены в осадках южной части Тихого океана от 5° до 55° южной широты и в северной части – от 5° до 35° северной широты. Содержание марганца в конкрециях достигает 42%, железа – 21%. В микроколичествах (<1%) присутствуют никель, кобальт,

медь, бор, фосфор, калий, скандий, титан, ванадий, хром, цинк и другие химические элементы. Запасы железо–марганцевых конкреций на дне Тихого океана по данным Дж. Меро оцениваются в 1656 млрд.т. В США и Японии разработаны проекты для эксплуатации этих залежей на выгодной основе.

#### 6.4. Глауконитовые отложения

Глауконит представляет собой минерал зеленоватого цвета, сложный водный силикат железа и калия- $(K_1Ca_1Na)\cdot(Al_1 Fe^{+3},Fe^{+2},Mg)_2\cdot(OH)_2\cdot(Al,Si_2O_{10})$ . Образуется путем выпадения из коллоидных растворов на границе между окислительной и восстановительной средами, в виде микроконкреций, заполнений пустот в остатках организмов. Встречается главным образом в морских осадках: известняках, песчаниках, алевролитах. Глауконитовые пески и алевриты широко распространены на шельфах и континентальных склонах (рис. 34) современных морей и океанов – на глубинах 200 – 300 м, иногда и более (до 1500 – 2000 м). Содержание глауконита в них может достигать 30 – 35% и более. Здесь он встречается в виде зерен размерами до 2,5 мм, гнезд, примазок и цементирующего материала. В результате пески и илы приобретают зеленоватую окраску. Присутствие в составе глауконита двухвалентного железа ( $Fe^{+2}$ ) указывает на восстановительные условия его образования.

Глауконит содержит несколько процентов окиси калия, в промышленности применяется для уменьшения жесткости воды, удобрения почв, изготовления зеленой краски.



Рис. 34. Распространение глауконита в донных осадках Мирового океана.  
Глауконит: 1 – обломочный, 2 – аутигенный, 3 – невыясненного генезиса

## **6.5. Другие минеральные образования в современных морских осадках**

Во впадинах Красного моря на глубинах около 2,2 км установлены железисто-глинистые придонные илы темно – коричневого цвета мощностью до 6м. Железистый минерал в них представлен гетитом ( $FeOOH$ ). Здесь же присутствуют сульфидные осадки, состоящие из пирита, халькопирита, сфалерита и других минералов, мощностью до 1м. Выявлены прослои мanganита ( $MnOOH$ ) мощностью несколько сантиметров. Общая мощность рудоносных осадков достигает 10м. Запасы руд оцениваются в 50 млн.т.

Образование их объясняется подтоком ювенильных (эндогенных) растворов из недр Земли.

Рудоносные гидротермально–осадочные образования, подобные тем, которые лежат на дне Красного моря, встречаются в рифтовых долинах срединно–океанических хребтов и в зонах крупных разломов на дне морей и океанов.

Баритовые конкреции встречаются в донных осадках морей и океанов вблизи Шри-Ланки, Индонезии и Ю.Калифорнии на глубинах 300 - 1200 м. Минерал барит ( $BaSO_4$ ) отличается высокой плотностью ( $4,7\text{ г}/\text{см}^3$ ), применяется в качестве утяжелителя глинистых растворов при бурении нефтяных скважин. Иногда барий замещается стронцием. Конкреции барита с примесью материала донных осадков представляют собой аутигенные стяжения неправильной формы весом до 5кг. Концентрация барита в осадках иногда достигает 1%. В промышленности используются для получения бария и в производстве красок.

Цеолиты – водные алюмосиликаты щелочных и щелочноземельных металлов -  $(Ca, Na, K)(Si, Al)O_4 \cdot nH_2O$ . Аутигенные цеолиты широко распространены в глубоководных осадках, в красной глубоководной глине. В промышленности используются как сорбенты с высокой избирательной адсорбцией.

Соляные месторождения образуются в прибрежных заливах, лагунах теплых морей, где происходит выпаривание воды и осаждение растворенных химических соединений. Растворимость солей зависит также и от температуры воды: при нагревании растворимость солей возрастает. Зимой, когда температура воды снижается, часть растворенной соли выпадает в осадок в виде мельчайших кристалликов.

В заливе Кара–Богаз–Гол (Каспийское море, Туркмения) ежегодно на дно оседает огромное количество минеральных солей разного состава: мираболит –  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ , глауберит –  $CaN_2(SO_4)_2$ , поваренная соль –  $NaCl$ , гипс –  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ , астраханит –  $Na_2Mg(SO_4)_2$ , бишофит –  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , эпсомит –  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ , гипс –  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ . Здесь организована промышленная добыча мираболита – сульфата натрия, который используется в стекольной, целлюлозной, мыловаренной промышленности, в цветной металлургии, в медицине и ветеринарии.

Из морской воды извлекаются бром, магний, пресная вода, из морских водорослей – йод. Проводились опыты по извлечению золота из морской воды. Они показали, что это экономически не выгодно.

Крупные промыслы по добыче поваренной соли из морской воды построены в США вблизи г. Сан-Франциско, где ежегодно получают более 1 млн.т. поваренной соли. В широких масштабах соль добывается в Азовском море, в заливе Сиваш и в некоторых приморских озерах и лагунах Крыма.

Песок и гравий – представляют собой строительный материал, широко применяемый при сооружении домов, промышленных зданий и дорог различных типов. В городах, расположенных на морском побережье, для строительных целей используются пески пляжей и акваторий.

В районе г. Сан-Франциско они добываются со дна залива, в Одессе – со дна Черного моря, в Санкт-Петербурге – со дна Финского залива. Кварцевые пески применяются для изготовления стекла, формовочные пески – в литейном производстве.

## **6.6. Полезные ископаемые коренных пород морей и океанов**

### *Каменный уголь*

Месторождения каменных углей под водами морей известны в Англии, Шотландии, Японии у берегов Канады (Ванкувер), Чили, Австралии (Сидней). В Англии на полуострове Уэльс и Корнуэлл по обе стороны Бристольского залива распространены отложения с пластами углей. Шахты были пройдены вблизи берега. Подземная добыча углей производится в штолнях, которые продолжаются и под водами.

В Южной Японии на острове Кусю и на мелких островах вблизи бухты Нагасаки разрабатываются каменные угли юрского возраста. Стволы шахт были пройдены на островах, а штолни протянулись под дном Восточно-Китайского моря.

Пласты каменных углей продолжаются под водами Черного моря на шельфах Турции. Месторождения каменных углей выявлены и разрабатываются на островах Шпицбергена (Норвегия).

### *Железные руды*

На побережье Северной Америки под дном Атлантического океана и на острове Нью-Фаундленд разрабатываются пласты железных руд докембрийского возраста. Месторождение разрабатывается с 1895 года с помощью наклонных шахт. Шахтный ствол расположен на острове Белл, и от него отходят штреки под дном океана.

Магнетитовые железные руды под дном Финского залива выявлены вблизи острова Стур-Юссаре. Штреки проложены под дном залива на расстояние 2,5 км.

## *Природные битумы*

Жильные проявления битумов совместно с кварцем, халцедоном, опалом, кальцитом, выявленные на островах Земли Франца-Иосифа в Баренцевом море. Наиболее богато битумы проявлены в порах и трещинах зон брекчирования долеритов, долерито-базальтов триас-юрского возраста острова Вильчика.

## **6.7. Морские нефтяные и газовые месторождения**

Подводные окраины материков давно привлекали внимание нефтяников. Еще в 1930–х годах велось морское бурение скважин на нефть в Азербайджане (в Бакинском заливе Каспийского моря), в Венесуэле (в Маракаибском заливе), в США (у побережья Мексиканского залива). Постепенно бурение все дальше уходило от берега. Результаты бурения показали, что шельфовые моря перспективны для поисков месторождений нефти и газа (рис.35, 36). В настоящее время глубина моря, где ведется бурение на нефть, достигает 300 – 500 м. Нефтяные и газовые месторождения выявлены в Мексиканском, Маракаибском, Персидском, Гвинейском, Суэцком заливах, на шельфах Северного, Средиземного, Баренцевого, Карского морей, Юго-Восточной Азии, Австралии, Дальнего Востока.

В настоящее время добычу нефти и газа на шельфах морей осуществляют свыше 30 стран мира. Треть добываемой ныне мировой нефти извлекается из морских скважин. Это стало возможным благодаря широкому развертыванию морских геофизических исследований и глубокого поискового бурения скважин. Результаты анализа фактического материала, накопленного в результате этих работ излагались в работах М.К.Калинко (1969), В.Е.Хайна и др. (1971), Б.А.Соколова и др. (1973). Б.А.Соколов выделил три группы морских нефтегазоносных бассейнов:

1. Периокеанические бассейны. Представляют собой узкие прогибы, выполненные мощными толщами кайнозойских отложений, залегающих на коре океанического и материкового типов. Примерами являются бассейны Карибского моря, западной части Тихого океана.

2. Периконтинентальные бассейны, представляющие собой подводные окраины континентов. Они сложены отложениями палеозоя, мезозоя и кайнозоя, залегающими на коре материкового типа. Они развиты в восточной части Тихого океана, вдоль побережья Атлантического, Индийского и Северного ледовитого океанов.

III. Эпигеосинклинальные бассейны внутренних морей, выполненные мезозойскими и кайнозойскими отложениями. Развиты в Средиземноморской области.

Ниже приводится краткая характеристика геологического строения и нефтегазоносности некоторых нефтегазоносных бассейнов мира, территориально расположенных в акватории морей (рис. 35, 36).



Рис. 35. Схема расположения основных нефтегазоносных и потенциально нефтегазоносных бассейнов (провинций) в Мировом океане. По Л.Э. Левину, с добавлениями и изменениями (из книги В.П. Гаврилова, 1983г.)

1 – контуры наиболее значительных морских нефтегазоносных бассейнов: I – Северо-Аляскинский, II – дельты р. Макензи – моря Бофорта, III – Свердрупский, IV – Норвежский, V – Североморской, VI – Юго-Западной

Европы, VII – Лабрадорский, VIII – мексиканский, IX – Карибский, X – Западно-Средиземноморский, XI – Восточно-Средиземноморский, XII – Адриатический, XIII – Южно-Каспийский, XIV – Гвинейский, XV – Амазонский, XVI – Реконкаво-Кампус, XVII – Красного моря, XVIII – Персидского залива, XIX – Бомбейский, XX – Бенгальский, XXI – Западно-Австралийский, XXII – Явано-Суматринский, XXIII – Южно-Китайский, XXIV – Восточно-Калимантанский, XXV – Папуа, XXVI – Ново-Зеландский, XXVII – Гипсленд, XXVIII – Южно-Аляскинский, XXIX – Южно-Калифорнийский, XXX – Гуаякиль-Прогрессо;

2 – некоторые крупные месторождения углеводородов в акваториях или в приакваториальной зоне: 1 – Прадхо-Бей, 2 – Копаноар, 3 – Хибертия, 4 – Тромсё, 5 – Статьфиорд, 6 – Бренд, 7 – Экофикс, 8 – Аренке, 9 – Кантарел, 10 – Боливар, 11 – 28 апреля, 12 – Эль-Морган, 13 – Лулу-Эсфандияр, 14 – Сафания-Хавджи, 15 – Бери, 16 – Манифа, 17 – Закум, 18 – Бомбей-Хай, 19 – Минас, 20 – Эмирод

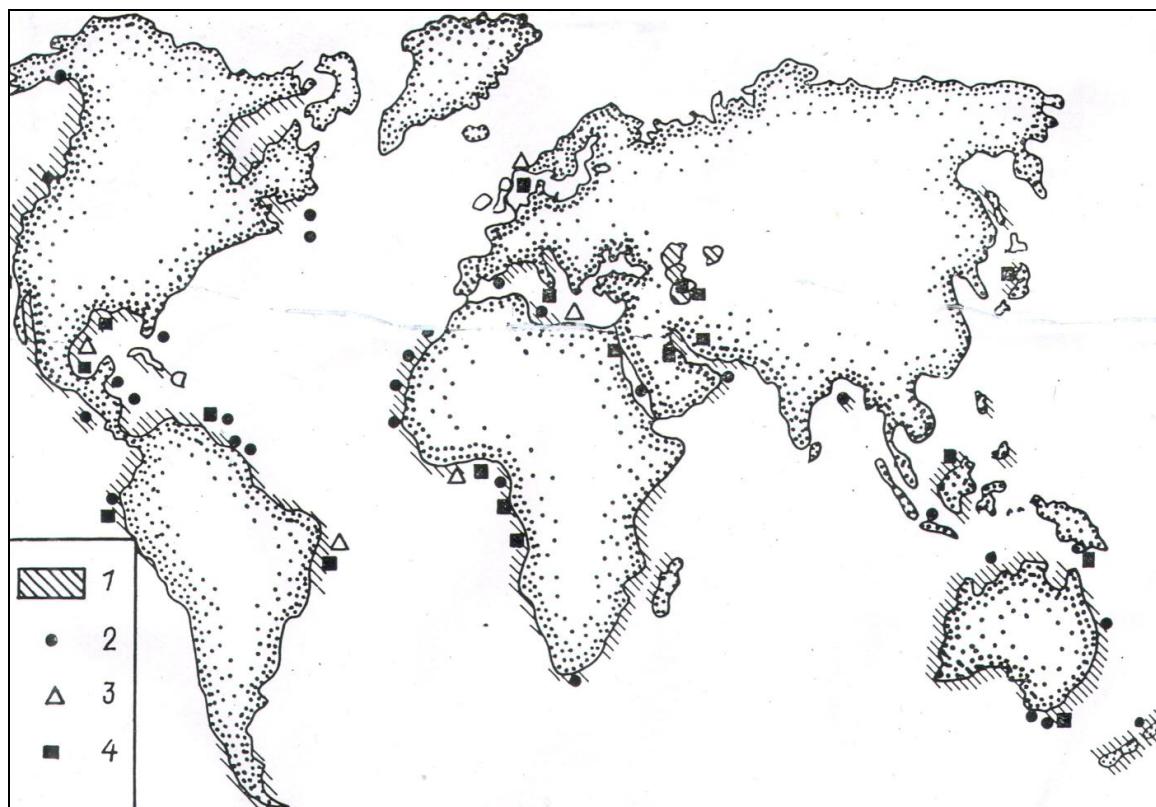


Рис. 36. Нефтегазоносность морских акваторий (по М.К. Калинко, 1969 г.)  
(из книги Логвиненко, «Морская геология», 1980 г.)

Акватории: 1 – геофизических исследований, 2 – глубокого поискового бурения,  
3 – обнаружения нефти и газа, 4 – добычи нефти и газа

Бассейн Персидского залива (рис. 41). Акватория Персидского залива простирется в длину 926 км, в ширину 320 км, занимает площадь 299 тыс км<sup>2</sup>. Глубина моря вдоль побережья не превышает 9-15 м., а во внутренней части – 40-100м.

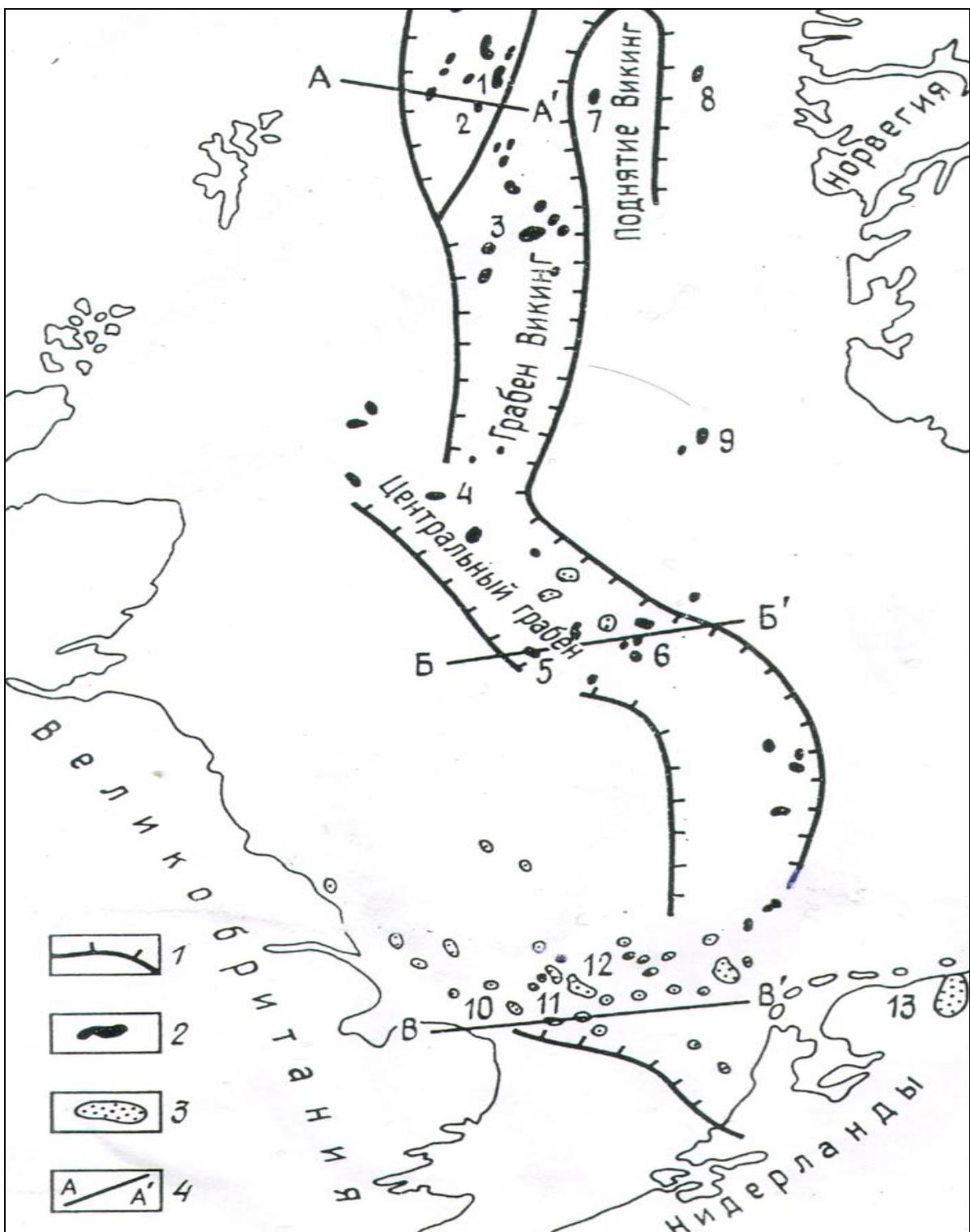


Рис. 37. Месторождения нефти и газа Северного моря. По М.К. Калинко,  
с упрощениями (из книги В.П. Гаврилова, 1983г.)

1 – региональные разломы, ограничивающие грабен-рифты; 2 – газонетяные  
и нефтяные месторождения, 3 – месторождения газа: 1 – Статьфиорд, 2 – Бренд,  
3 – Фригг, 4 – Фортиз, 5 – Оук, 6 – Экофиск, 7 – Озеберг, 8 – Тролл, 9 – Беатрис,  
10 – Хьюитт, 11 – Леман, 12 – Индифатигейбл, 13 – Гронинген, 4 – линии  
профилей

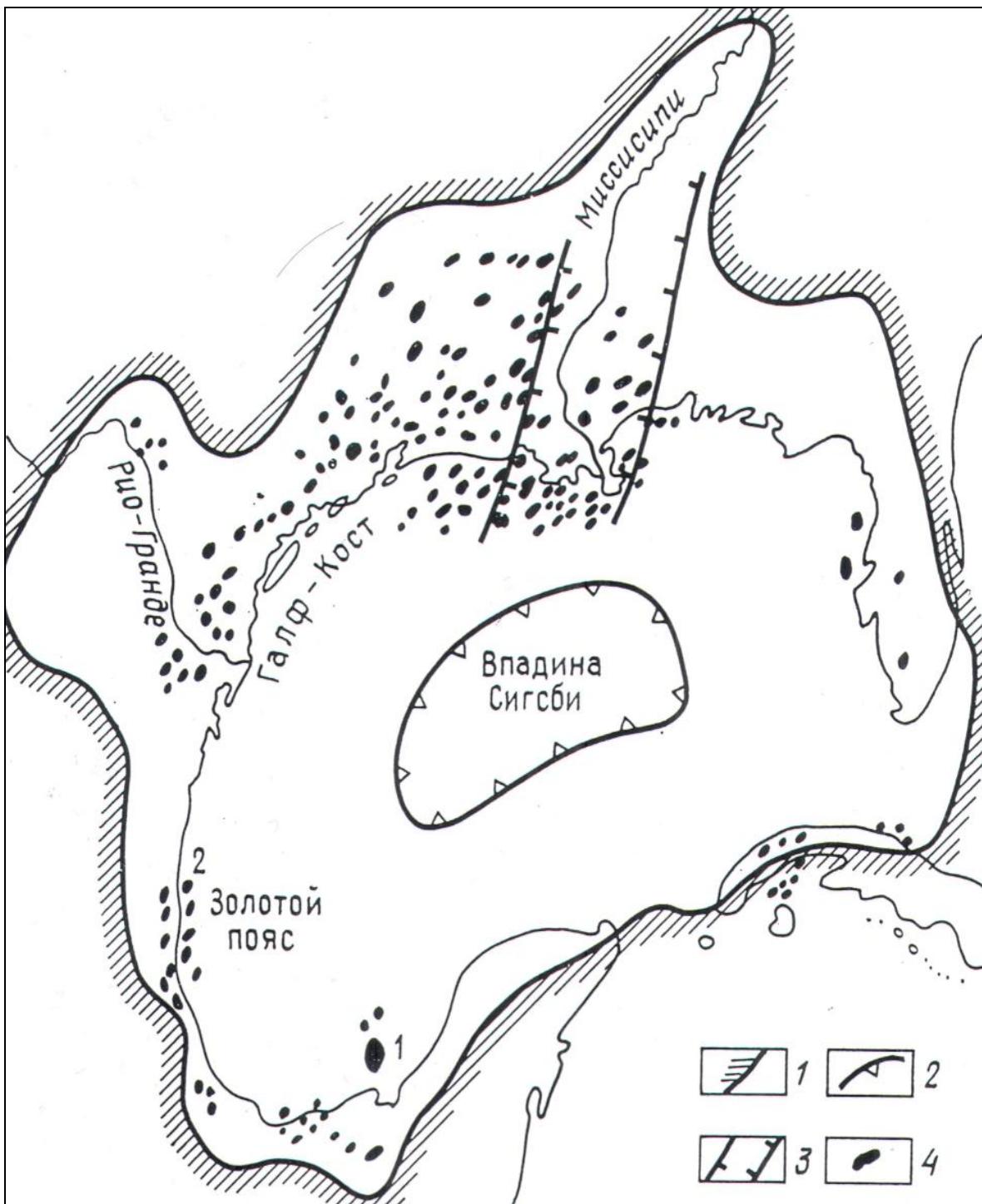


Рис. 38. Схема размещения основных месторождений углеводородов  
Мексиканского нефтегазоносного бассейна /провинции/  
(из книги В.П. Гаврилова, 1983г.)

Границы: 1 – бассейна, 2 – безгранитной впадины Сигсби, 3 – погребенного  
Миссисипского рифта, 4 – месторождения нефти и газа: 1 – Кантарел, 2 - Аренке

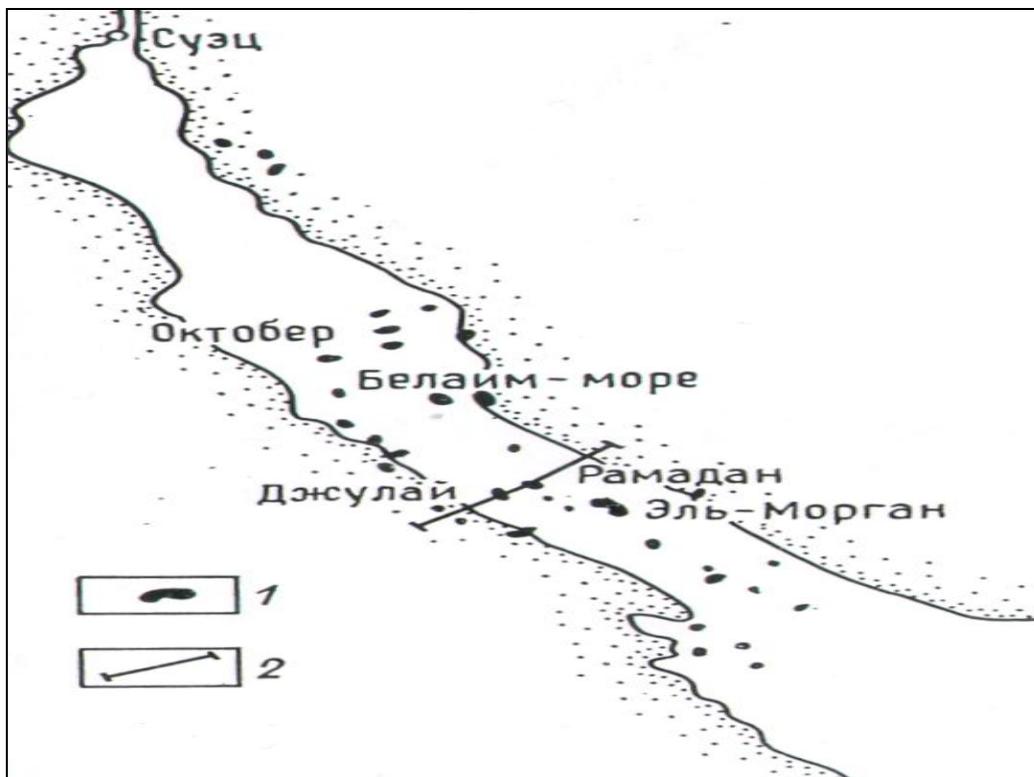


Рис. 39. Месторождения нефти Суэцкого залива  
(из книги В.П. Гаврилова, 1983г.):  
1 – месторождения нефти, 2 - линия профиля (см. рис. 41)

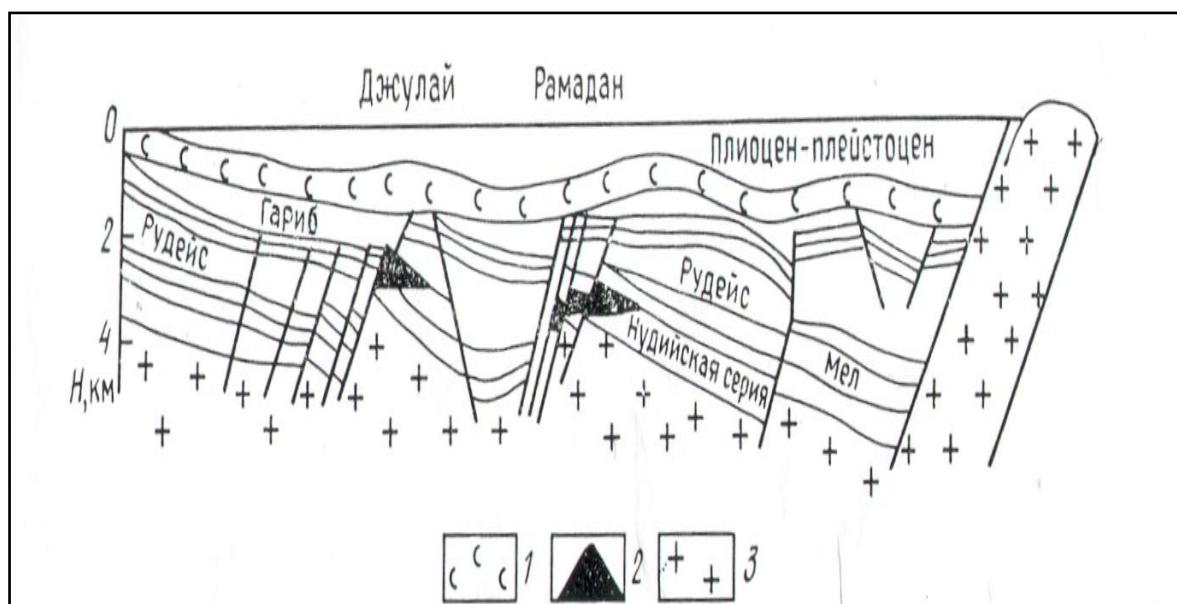


Рис. 40. Поперечный геологический профиль через Суэцкий рифт.  
По А. Перродону (из книги В.П. Гаврилова, 1983г.)  
1 – соль, 2 – залежи нефти, 3 – породы фундамента

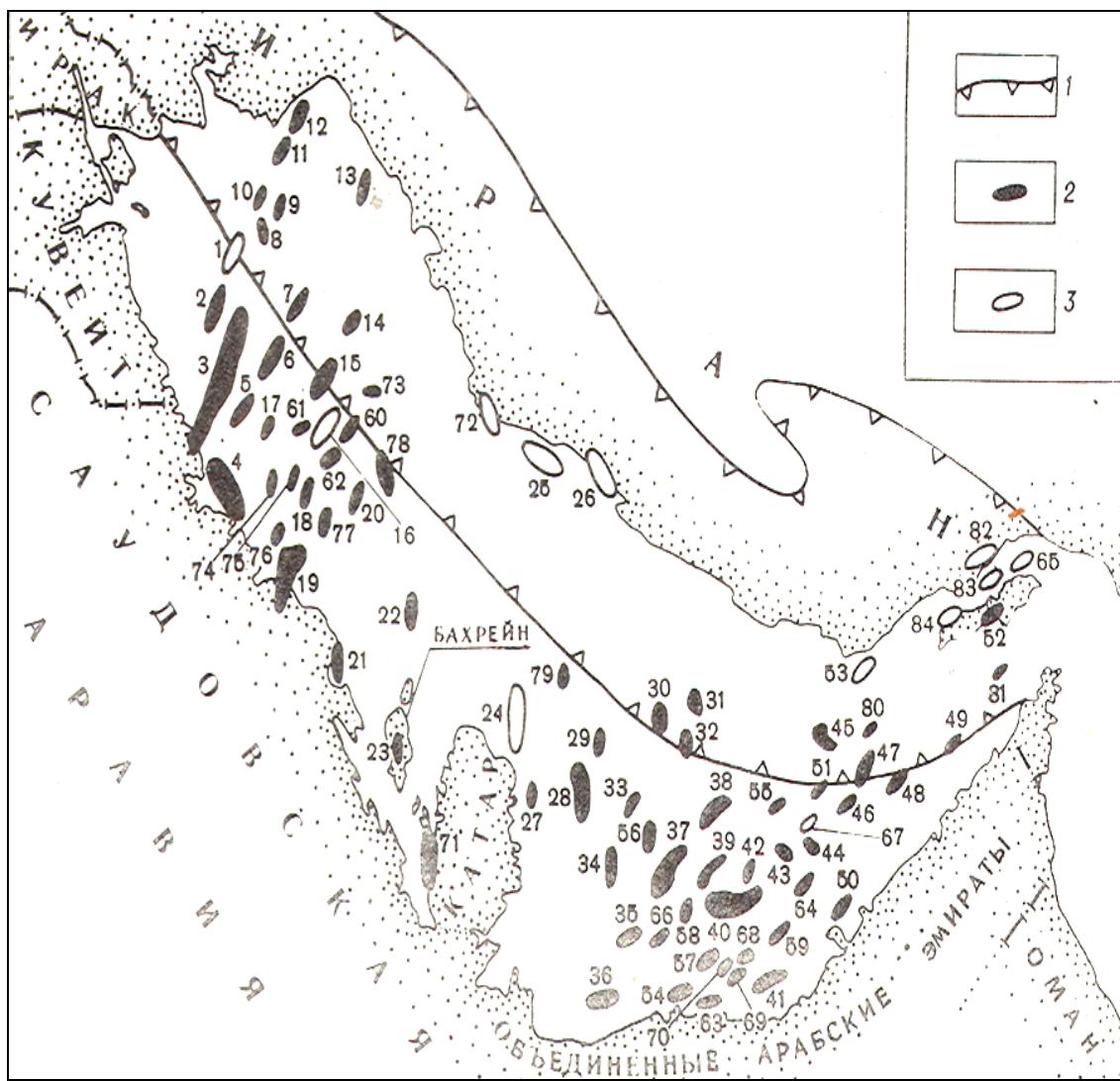


Рис. 41. Месторождения нефти и газа Персидского залива  
(по А.А. Геодекяну и А. Забанбарку, 1985 г.).

1 - границы Месопотамского краевого прогиба;  
2,3 - месторождения: 2 - нефти, 3 - газа

1 – Дорра; 2 – Хаут; 3 – Хафьи-Сафания; 4 – Манифа; 5 – Зулуф; 6 – Лулу;  
7 – Эсфандиар; 8 – Сириус; 9 – Ардешир; 10 – Новруз; 11 – Бахрегансар; 12 –  
Хендижан; 13 – Дариус; 14 – ВВ-1; 15 – Ферейдун-Марждан; 16 – Хурайри;  
17 – Махара; 18 – Каран; 19 – Бери; 20 – Яна; 21 – Катиф; 22 – Абу-Сафах;  
23 – Авали; 24 – Норт-Дом; 25 – Парс; 26 – Кангтан; 27 – Хаддат-Шибет; 28 –  
Идд-Эль-Шарги; 29 – Майдан-Мазан; 30 – Ростам; 31 – Ракш; 32 – Сассан; 33 –  
Булл-Ханине; 34 – Эль-Бундук; 35 – Бу-Тина; 36 – Далма; 37 – Умм-Шаиф; 38 –  
Абу-Аль-Бухус; 39 – Рас-Бут; 40 – Закум; 41 – Мубаррас; 42 – Массадж; 43 –  
Наср; 44 – Мандус; 45 – Сирри; 46 – Фатех; 47 – Рашид; 48 – Фаез; 49 – Мубарек;  
50 – Аддалх; 51 – Фатех юго-западный; 52 – Кешм; 53 – Структура W; 54 –  
Зуббайя; 55 – Tay; 56 – Арзанах; 57 – Гаша; 58 – Белбазем; 59 – Сатах; 60 – Хасба;  
61 – Рибиан; 62 – Кебкеб; 63 – Джарнайн; 64 – Умм-Эль-Далх; 65 – Бандар-  
Аббас; 66 – Аппер-Уазум; 67 – Балбасим; 68-70 – без названия; 71 – Дукхан; 72 –  
Менд; 73 – Лавах; 74 – Сарап; 75 – Джелада; 76 – Курьян; 77 – Джана; 78 –  
Джурайял; 79 – Бахгат; 80 – Флах; 81 – Хеньян; 82-84 – без названия

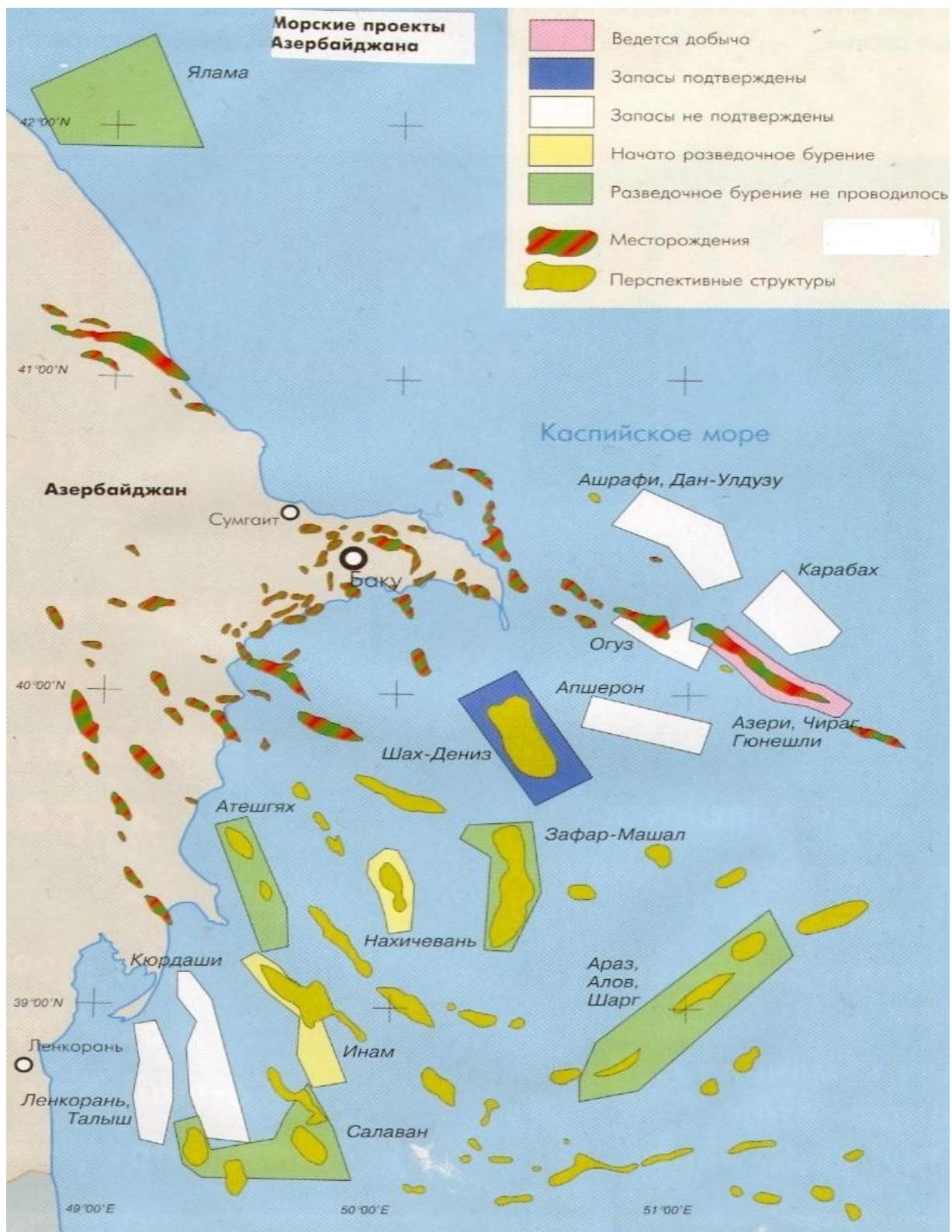


Рис. 42. Морские проекты Азербайджана, (2001 г.)

Поисковые работы здесь ведутся с 1950-х годов. К 1983 году в заливе было открыто 83 нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений. В 1982 году на месторождениях залива было добыто 270 млн т нефти. В сутки здесь добывается нефть в объеме 700-750 тыс. т.

В тектоническом отношении бассейн Персидского залива представляет собой: на севере – южный борт Месопотамского краевого прогиба, на юге часть Аравийской плиты. В строении платформенного чехла участвуют палеозой, мезозой и кайнозой общей мощностью 12 – 14 км в краевом прогибе и 5 – 8 км на Аравийской плите. Допермские отложения скважинами не вскрыты. Складчатые структуры относятся к платформенному типу. Углы падения крыльев складок не превышают 5 - 10° на краевом прогибе и 1-2° на Аравийской плите. Складчатые структуры краевого прогиба образовались в неогене. На Аравийской плите расположена обширная синеклиза, открывающаяся в сторону Персидского залива. Структуры здесь овальной, округлой формы, пологие, группируются в брахиантиклинали субмеридиального простирания.

Основные запасы газа приурочены к пермским отложениям – 10,8 трлн м<sup>3</sup>. Запасы нефти распределены по всему разрезу (млрд т): пермо-триас – 6,9, юра – 9,6, нижний мел – 8,5, верхний мел – 0,8, кайнозой – 0,14. Всего – 26 млрд т. К категории сверхгигантских относятся 10 месторождений: Лулу-Эсфандиар (4-5 млрд т), Сафания (3,2 млрд т), Каптан (5 трлн м<sup>3</sup>), Парс (2,8 трлн м<sup>3</sup>) и др.

Коллекторские породы в основном представлены известняками и доломитами трещиноватого и кавернозного типов. В них локализовано 85% запасов нефти и 100% запасов газа. 15% запасов нефти приурочены к терригенным породам-пескам, песчаникам.

Бассейн Суэцкого залива (рис. 39, 40). Представляет собой крупнейший прогиб грабенного типа с системой ступенчатых сбросов. Осадочный чехол мощностью свыше 4 км сложен палеозойскими, мезозойскими и кайнозойскими отложениями.

Нефтегазоносными являются песчаники и известняки палеозоя (карбон), мезозоя и миоцена. Запасы нефти бассейна оцениваются в 250 млн. т. Ловушками являются антиклинальные складки и выступы фундамента, осложненные разломами. Всего в Суэцком бассейне выявлено свыше 20 месторождений нефти и газа. Половина из них находится в пределах акватории залива. Первое морское месторождение (Балаим) здесь было выявлено в 1961 году. В 2003 году в Египте было добыто нефти в объеме 37,5 млн т.

Южно-Каспийский бассейн (рис. 10, 42). Расположен в пределах акватории Южного Каспия и на прилегающей суше – во впадинах бассейна Нижней куры (Азербайджан) и Западной Туркмении. Бассейн выполнен мощной толщей (8–10 км) мезозойских и палеоген – неоген – четвертичных отложений. Залежи приурочены к антиклинальным структурам, осложненными дизъюнктивными нарушениями. Нефтегазоносными являются отложения всего разреза, включая четвертичные отложения. Нефтегазоносные структуры Бакинского района продолжаются в акватории Каспийского моря. Первые скважины в акватории моря здесь были пробурены

в 1925 году в бухте Ильича. Позже буровые вышки на стальных основаниях далеко продвинулись в море. Эти сооружения здесь получили название «Нефтяные камни». Акватория шельфовой зоны Каспийского моря протягивается вдоль берегов Азербайджана на 50 – 60 км при ширине до 25 км и глубине моря до 200 м. Здесь выявлены и разрабатываются свыше 10 морских нефтяных месторождений. В 2003 году в Азербайджане было добыто нефти в объёме 15,2 млн т.

#### Североморский нефтегазоносный бассейн (рис. 37)

Площадь Северного моря  $60000 \text{ км}^2$ , длина 1000 км, ширина 600 км. Море относительно мелководное, глубина на большей части не превышает 90 м, на севере – 200 м.

В тектоническом отношении Северное море представляет собой сложно построенную синеклизу. Фундамент докембрийский на севере, палеозойский на юге. Осадочный чехол начинается пермскими терригенными, вверху соленосными отложениями, триас представлен красноцветными глинами и песчаниками с прослойями солей. Юра нижняя и средняя терригенная, верхняя – битуминозная глинистая, на юге – известняки, эвапориты. Мел нижний – песчаники, глины, верхний - писчий мел на юге, глины – на севере. Кайнозой представлен терригенными песчано-глинистыми отложениями. Ловушки антиклинального типа, осложнены соляной тектоникой и дизьюктиками.

Первый фонтан газа в Северном море был получен в 1965 году в Британском секторе. К 2010 году в акватории моря было выявлено более 400 нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений. В Британском секторе открыто свыше 130 нефтяных месторождений, из них разрабатываются 25 месторождений. В Норвежском секторе выявлено свыше 30 месторождений, в том числе 18 нефтяных, 5 газоконденсатных, 5 газовых, 2 газонефтяных.

В Нидерландском секторе Северного моря открыто 18, Датском секторе – 10, Германском – 10 месторождений нефти и газа.

В пермских отложениях газовые залежи выявлены в Англо-Германском бассейне, покрышкой служат соляные отложения верхней перми. В триасовых отложениях залежи встречаются редко. Основные нефтеносные горизонты приурочены к терригенным отложениям средней юры. Верхнемеловые карбонатные породы и палеогеновые песчаники нефтегазоносны в Норвежском бассейне.

В Восточно-Шотландской нефтегазоносной области Северного моря в 1971-73 годах была выявлена группа нефтяных месторождений Брент. Месторождение Брент было открыто в 1971 году, приурочено к антиклинальной структуре  $20 \times 8 \text{ км}^2$ . Нефтеносные юрские песчаники, залегающие на глубинах 3 – 3,5 км. Запасы нефти составляют 350 млн.тонн. Нефть марки «БРЕНТ» легкая, плотностью  $0,83 \text{ г/см}^3$ , малосернистая, газовый

фактор составляет  $300 \text{ м}^3/\text{м}^3$ . Бурение одной скважины в Северном море в среднем обходится в 30 млн. долларов.

К 1970 году было открыто 11 газовых и одно нефтегазовое месторождение. Дебиты нефти достигали 52 тонны в сутки, газа – 2,5 млн.  $\text{м}^3/\text{сутки}$ . К 1990 году здесь было открыто 100 нефтяных и около 80 газовых месторождений. Суммарные извлекаемые запасы углеводородов оцениваются в 7,5 млрд. т, из которых более 4 млрд. т приходится на долю нефти. Основная часть запасов (90% нефти и 34% газа) тяготеет к Центрально-Североморской рифтовой системе, состоящей из нескольких грабенов (Центральный грабен, Экофикс, Фортис, Викинг, Северо-Нидерландский). Месторождения углеводородов в пределах Центрально-Североморской рифтовой системы распределены неравномерно. Выделяют четыре участка с повышенной концентрацией нефти и газа: северную и центральную части грабена Викинг, грабены Фортис и Экофикс (Центральный).

Плотность запасов северной части грабена Викинг 230 тыс. т/км<sup>2</sup>. Здесь сосредоточены крупнейшие нефтяные месторождения – Статьфиорд, Статвик, Брент, Ниниан, Слейпнер. Залежи нефти находятся на глубине 3 км в песчаниках ранне-среднеюрского возраста.

В 2003 году в Северном море Великобританией было добыто нефти в объёме 104,8 млн. т, Норвегией – 151,8 млн. т, Данией – 18,4 млн. т. В Норвежском море поисковое бурение было начато в 1970–х годах. На границе с Северным морем при глубине воды 340 м было открыто газовое месторождение. Позже газовые месторождения были выявлены в северных районах бассейна. Притоки газа были получены из триасовых и юрских песчаников с глубины 2,5 км.

#### Шельфы Северной и Южной Аляски

В тектоническом отношении Северо-Аляскинский нефтегазоносный бассейн расположен в пределах окраины древней Гиперборейской платформы. Половина бассейна находится на суше, вторая половина – на шельфах Чукотского моря и Моря Бофорта.

На Северной Аляске на суше и в пределах шельфа выявлены более 30 месторождений нефти и газа. Основные залежи находятся в каменноугольных известняках на глубинах 2650 – 3190 м и песчаниках триаса на глубинах 2000 – 2650 м. В бассейне дельты реки Макензи и моря Бофорта выявлено свыше 25 месторождений нефти и газа. Продуктивными здесь являются песчаники мела и палеогена.

На юге Аляски и на шельфе Берингова моря промышленная нефтепродуктность установлена в заливе Кука. Всего здесь выявлено свыше 15 месторождений нефти и газа общими запасами свыше 1,2 млрд. тонн условного топлива. Продуктивными являются песчаники палеоценена и эоцена. Северо-западная часть Берингово моря плоская, мелководная, юго-западная и западная впадины – глубокие с поднятиями Ширшова и Бауэрса. Структуры суши Анадырского и Чукотского полуостровов продолжают

ются и в акваториях моря и далее – на Аляске. На американской стороне находятся бассейны Нортон, Бетл, выполненные отложениями верхнего мела и кайнозоя.

## **6.8. Нефть и газ Российских шельфов**

Всего на Российском шельфе к 2010 году было выявлено 43 месторождения нефти и газа, из них 33 было открыто до 1999 года. Добыча ведется на 7 месторождениях: в Балтийском, Каспийском, Азовском, Печерском, Охотском морях. Ниже дается краткая их характеристика по книге Н.П. Запивалова «Нефтегазоносность акваторий мира» (2009г) и публикациям в журнале «Нефть России» за 2009 – 2010 годы.

Шельф Балтийского моря. В 1983г здесь было открыто Кравцовское месторождение. Оно находится в 22 километрах от берега. Запасы нефти месторождения составляют 21,5 млн т, извлекаемые – 9,1 млн т. Освоение его осуществлялось ОАО «Лукойл», введено в эксплуатацию в 2004 году. Объем инвестиций составил 7,7 млрд рублей. Добыча нефти осуществляется с использованием морской ледостойкой стационарной платформы Д6 по технологии «нулевого сброса, когда промышленные и бытовые отходы вывозятся на берег для утилизации. От платформы на сушу проложен подводный трубопровод протяженностью 47 км. По нему пластовая продукция (смесь нефти и попутного газа) транспортируется на нефтесборный пункт «Романово», где доводится до товарной кондиции. Подготовленная нефть перекачивается на нефтеналивной терминал «Лукойл-1» в пос. Ижевское, откуда танкерами отправляется на экспорт.

### Шельф Азовского моря

Здесь было открыто три газовых месторождения: Бейсугское, Западно-Бейсугское, Октябрьское. Добыча газа ведется на Бейсугском месторождении. В 2007 году ОАО «Роснефть» и «Лукойл» было открыто нефтяное месторождение –«Новое».

### Шельф Северного Каспия

Детальное изучение геологического строения Северного Каспия началось в середине 1970-х годов. С 1995 года работу на Российском шельфе ведет ОАО «Лукойл». Были открыты нефтегазоконденсатные месторождения: Ракушечное, Самарское, Хвалынское, имени Ю.Корчагина, имени Филановского, Центральное. В Казахстанском секторе Северного Каспия было открыто гигантское Караганское месторождение, на Азербайджанском шельфе – нефтяные месторождения Азери, Чирак, Генюшли с суммарными запасами нефти 700 млн т и газоконденсатное месторождение Шах Дениз (рис.42).

Первая морская платформа для бурения скважин в Каспийском море была построена в г.Астрахани в 1999 году ОАО «Лукойл». Эта платформа весом 5 тысяч может работать при глубинах моря от 5 до 50 м.

Месторождение имени Ю.Корчагина (рис.6) было открыто в 2000 году, введено в разработку в 2009 году, находится в 180 км от г.Астрахани и 240 км от г.Махачкала. Глубина моря в районе месторождения составляет 11-13м. Месторождение состоит из 6 залежей, находящихся на глубинах от 690 до 1860 м. Нефтегазоносными являются песчаники средней юры (батский ярус), доломиты верхней юры, песчаники нижнего мела и палеогена. Нефть добываемая на месторождении, перекачивается через Махачкалинский порт.

Хвалынское нефтегазоконденсатное месторождение было открыто в 2000 году, находится в 260 км от г.Астрахани. глубина моря в районе месторождения составляет 25-30 м. Месторождение состоит из 1 нефтяной и 4 газоконденсатных залежей. Коллекторами являются высокопористые доломитизированные известняки верхней юры (глубина 2978-2988 м) и песчаники нижнего мела (2422-2479 м).

Месторождение «170-й километр» открыто в 2000 году, находится западнее Хвалынского месторождения. Приток нефти свыше 350 т/сутки был получен с глубины 3021-3040 м из верхней юры и нижнего мела.

Ракушечное месторождение открыто в 2000 году, состоит из 3 залежей. Нефтеносными являются песчаные пласты готеривского яруса нижнего мела (глубина 1420 м) и доломиты верхней юры (глубина 1470 м), газоносны песчаники альбского яруса. Нефти легкие, малосернистые, высокопарафинистые, газы-«жирные».

Месторождение имени Филановского открыто в 2005 году, находится в 220 км от г.Астрахани. Месторождение многопластовое газоконденсатно-нефтяное.

На Дагестанском шельфе Каспийского моря бурение скважин было начато в 1947 году. В 1995 году сюда пришла компания ОАО «Роснефть». Были открыты нефтяные месторождения – Озерное, Ичхе-море и нефтегазоконденсатное Димитровское. На Центральном поднятии, находящемся в центральной части севера Каспийского моря, ОАО «Лукойл» пробурил поисковую скважину, получен приток нефти и газоконденсата. Запасы месторождения оценены в 170 млн т условного топлива. На границе Дагестана и Азербайджана выявлено Ялама-Самурское месторождение.

В соответствии с принятыми соглашениями 2002 года 2002 года месторождения Курмангазы, Хвалынское, Центральное, находящиеся на линии разграничения между Россией и Казахстаном, будут разрабатываться совместно.

#### Шельф Баренцева моря

Промышленное освоение шельфов Арктических морей связано с рядом трудностей к числу которых относится: неблагоприятные географо-экономические условия, слабая развитость инфраструктуры, дороговизна и высокая капиталоемкость проектов. Строительство одной скважины в Арктике обходится в 75-100 млн долларов.

Работы по планомерному изучению геологического строения Баренцева моря были начаты в 1970-х годах, продолжаются и в настоящее время. За 30 лет на шельфах Арктики было выполнено 700 тысяч километров сейсмопрофилей. На 2010-й год в акватории моря выявлено 5 месторождений: 2-газоконденсатных (Ледовое, Штокмановское) и 3 газовых. Нефтегазоносными являются терригенные отложения триас-юрского возраста, региональным флюидоупором глины верхней юры (рис. 43, 44).



Рис. 43. Шельф Баренцева моря

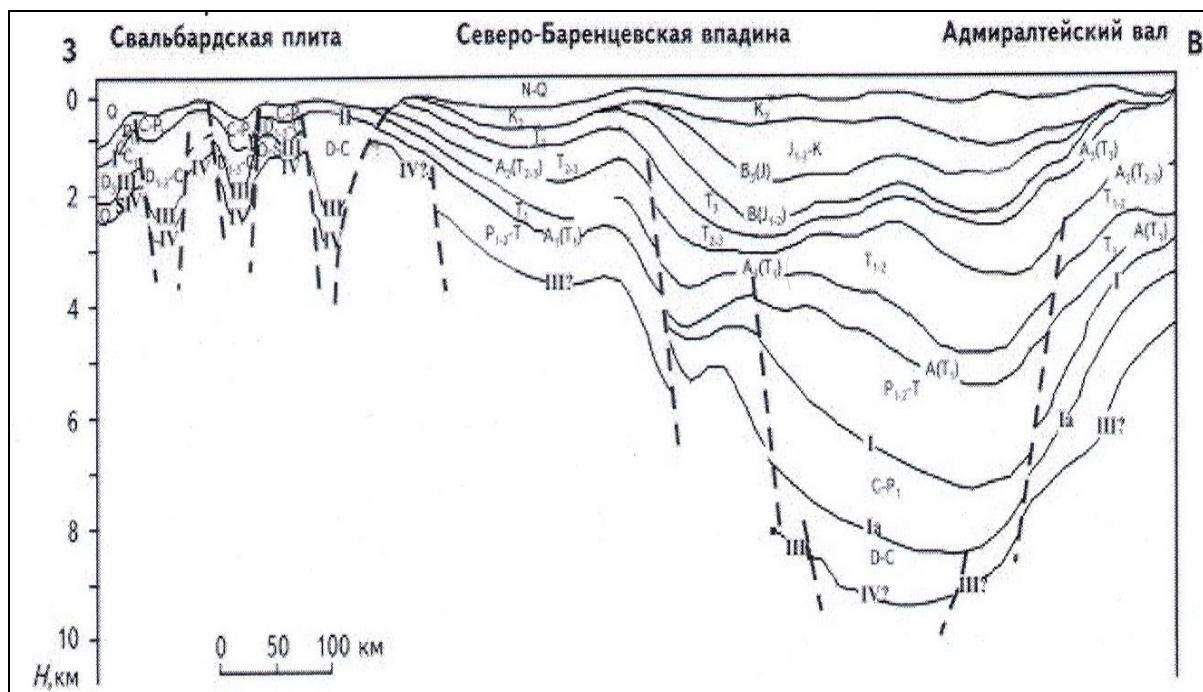


Рис. 44. Принципиальная схема геологического строения Баренцева моря

Триасовый разрез представлен чередованием песчаников, алевролитов и глин (аргиллитов). Разрез юрских и меловых отложений представлен мелководными морскими песчано-глинистыми отложениями мощностью до 1000-2000 метров. На Кольской моноклинали перспективно нефтегазоносными являются рифогенные известняки позднепермского возраста. Объектом поиска палеозойской нефти является и зона Центрально-Баренцевых поднятий: свод Федынского и расположенная южнее группа локальных поднятий.

Штокмановское месторождение было открыто в 1989 году, находится в центральной части Баренцевого моря. Расстояние до берега (поселок Териберка, на Кольском полуострове) – 550 км, до г.Мурманска – 650 км, до Новой земли – 350 км. Глубина моря в районе месторождения – 300-400 м.

Основной продуктивный стратиграфический комплекс (средняя юра) здесь находится на глубинах 2,5-3 км. Залежи газовые, газоконденсатные, пластовые, сводовые, контролируются ловушкой антиклинального типа (рис. 45). Коллекторскими породами являются песчаники, флюидоупорами – глины. Запасы газа по результатам бурения 4-х скважин оценены в 3,7 трлн м<sup>3</sup>, конденсата – 31 млн т.

Для бурения скважин на Штокмановском месторождении в г. Северодвинске начато сооружение 2-х морских крупногабаритных ледоустойчивых платформ полупогруженного типа. Буровая платформа будет представлять собой гигантское сооружение из стальных конструкций весом около 40 тыс тонн, способная работать круглогодично в неблагоприятных условиях арктического климата. Проектом предусматривается бурение

многоствольных наклонных и горизонтальных скважин с расположением их устьев на морской платформе.

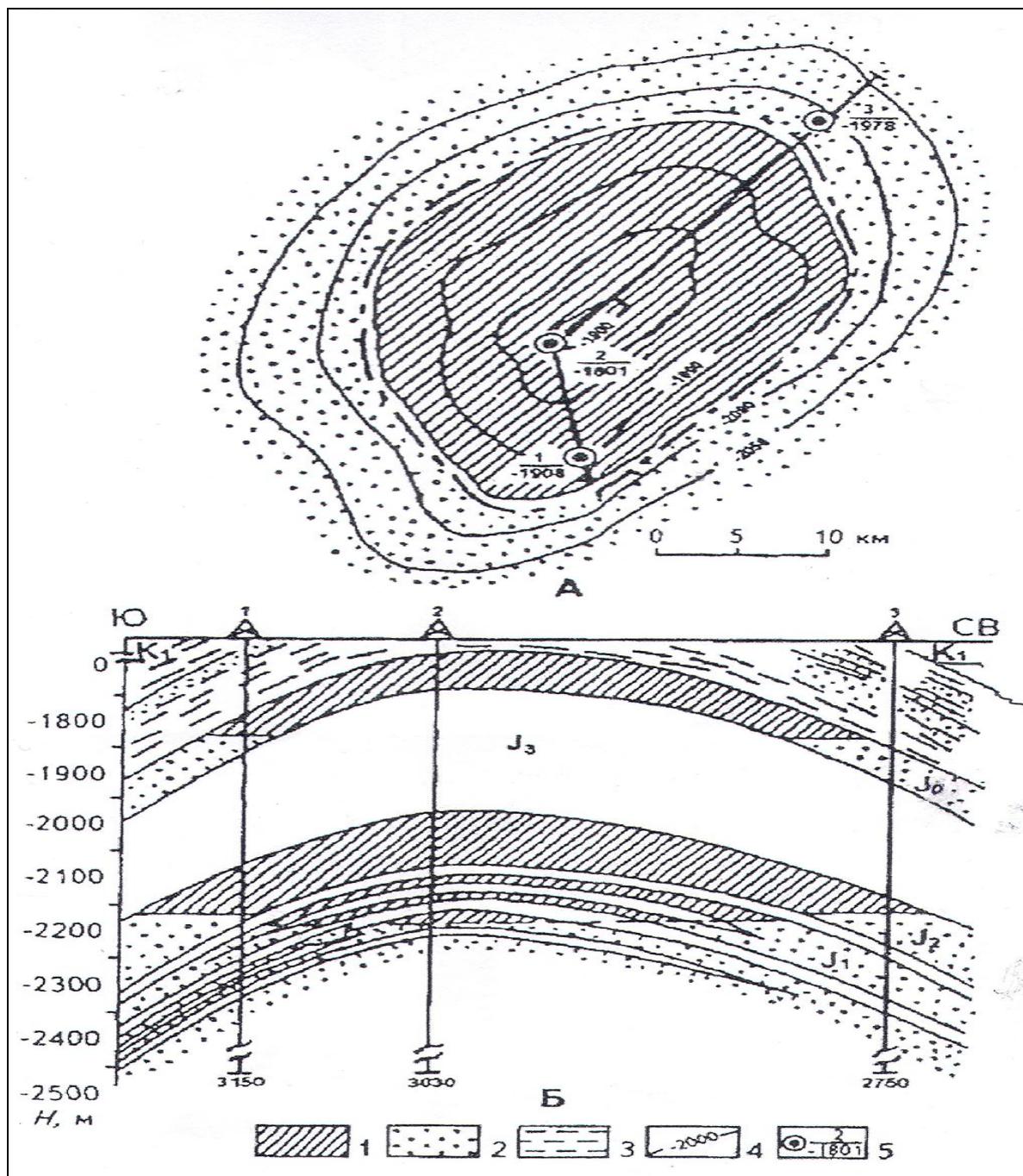


Рис. 45. Штокмановское газоконденсатное месторождение в плане (А) и разрезе (Б) (по Э.В.Шепилову и Р.Р.Мурзину, 2001)

1 – газ; 2 – песчаники; 3 – аргиллиты; 4 – изогипсы кровли продуктивных отложений (м); 5 – скважина: числитель – номер, знаменатель – глубина кровли продуктивной толщи (м)

Кроме Штокмановского месторождения в Баренцевом море были открыты Мурманское и Северо-Кильдинское газовые, Песчано-Озерское и

Тарское (на острове Колгуев) нефтяные, Ледовое и Лудловское газоконденсатные месторождения. Перспективно-нефтегазоносными являются Западно-Штокмановская, Ферсмановская, Вернадская, Лунинская, Демидовская, Федынская, Восточно-Федынская, Куренцовская и другие антиклинальные структуры, выявленные сейсмическими методами. Продуктивными здесь могут быть палеозойские, триасовые и юрско-меловые отложения.

#### Шельф Печорского моря

На шельфе Печорского моря выявлено 6 месторождений, из них 4 – нефтяных, 1 - нефтегазоконденсатное, 1 – газоконденсатное месторождения. Наиболее крупным из них является Приразломное нефтяное месторождение. Оно находится в 50 км к северо-востоку от прибрежного поселка Ваандей, в 980 км от г.Мурманска. Глубина в районе месторождения составляет 19-20 м. месторождение было открыто в 1989 году. Были пробурены 1 – поисковая и 4- разведочных скважин, выполнена площадная сейсморазведка 3D. В тектоническом отношении месторождение представляет собой двухкупольную антиклинальную структуру северо-западного простириания размером 17 на 4,5 км. Основными продуктивными горизонтами являются каменноугольно-пермские карбонатные и терригенные верхнепермь-триасовые отложения. Глубина залегания нефтегазоносных пластов – 2600-4500 м. Нефть метан-нафтеновая вязкостью в сводовой части залежи 3,87 мПа•с, в зоне ВНК (-2500 м) – 16,7 мПа•с, содержание серы 2 - 2,34%. Месторождение введено в эксплуатацию ОАО «Газпром-нефть». С 2011 года эксплуатация месторождения осуществляется с ледостойкой стационарной буровой платформы «Приразломная», которая находится в центральной части месторождения. С платформы будут пробурены горизонтальные скважины, протяженностью 6 км. Стоимость освоения месторождений Печорского моря будет обходится в 2 раза дороже, чем на суше.

#### Шельф Карского моря

Южная часть Карского моря (от Новой земли до Таймыра) относительно хорошо изучена сейсмическими методами. Здесь были выявлены и подготовлены к бурению 10 структурных ловушек (рис. 46). Бурением скважин в 1980-х годах здесь были открыты два уникальных по запасам месторождения газа: Ленинградское и Русановское (рис. 47). Месторождения находятся в 100 км к западу от побережья Ямальского полуострова. Глубина моря в их пределах составляет 75-150 м. суммарные запасы месторождений по газу оценены в 5 трлн м<sup>3</sup>. На западном побережье Ямальского полуострова находятся Круzenштернское и Харасавейское газовые месторождения, половина которых находится на суше, половина - на море.

В акваториях Обской и Тазовских губ открыты 8 газовых месторождений, в том числе и крупные: Северо-Каменномысское, Каменномысское-море (рис. 48). Эти два месторождения определены в качестве базовых для

морской добычи газа в этом регионе. Продуктивными являются сеноманские и апт-альбтские песчано-глинистые отложения. Глубина залегания газоносных пластов составляет 1100-2200 м. Нижележащие слои мела, юры и более древнего возраста бурением не изучены.

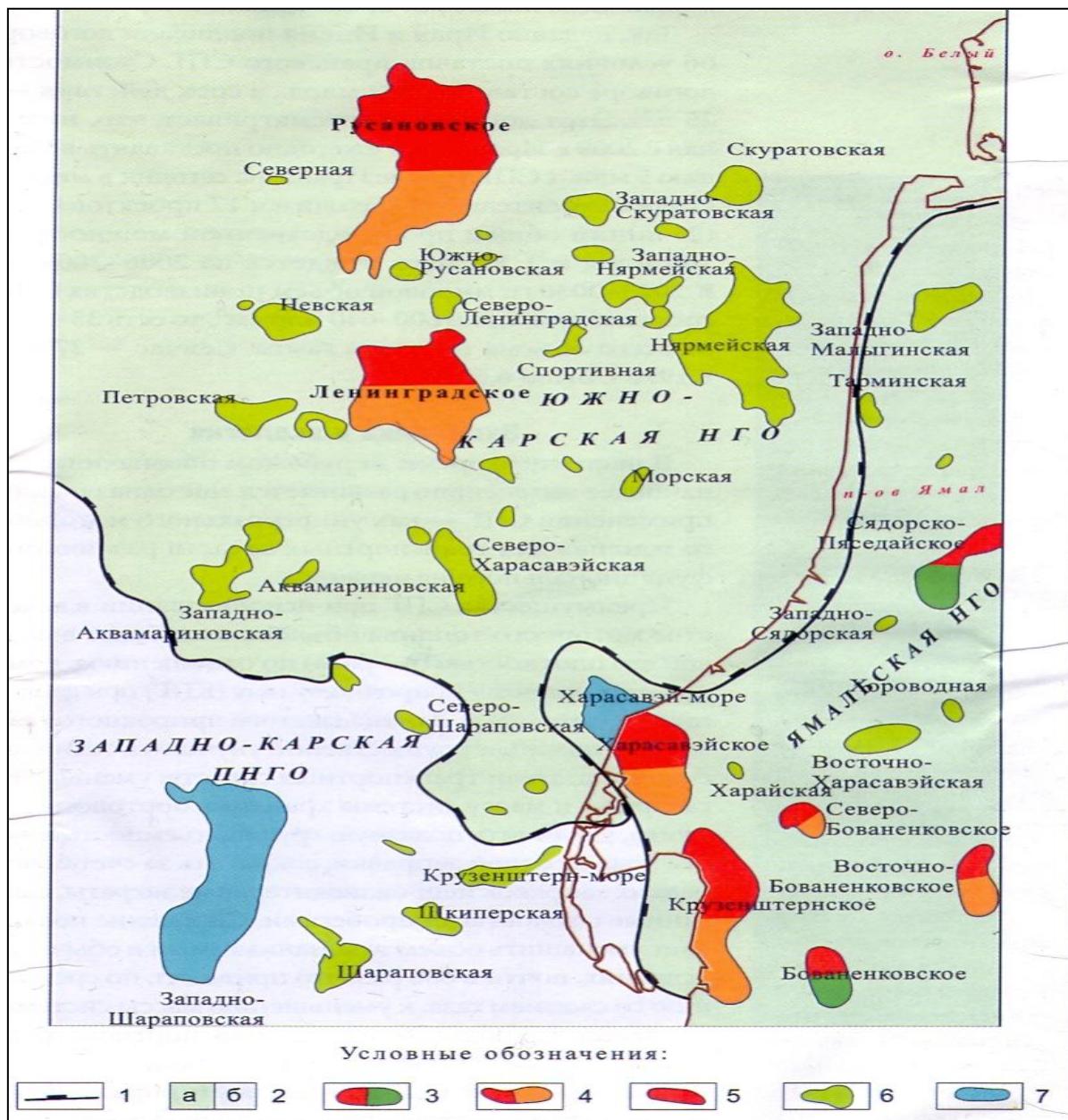


Рис. 46. Схема нефтегазогеологического районирования

Западно-Ямальского шельфа Карского моря

1 – границы нефтегазоносных (НГО) и перспективных нефтегазоносных областей; 2 – специализация акватории по стратиграфической приуроченности основных нефтегазоносных комплексов: а) – неоком-сеноман, б) – юра-неоком; 3 – нефтегазовые месторождения, 4 – газоконденсатные месторождения, 5 – газовые месторождения, 6 – выявленные структуры, 7 – структуры, подготовленные к бурению

Русановская 2										
СИСТЕМА	ГАЛЕОНОВАЯ	ГАЛЕОНОВЫЙ			ГАЛЕОНОВЫЙ	Результаты испытаний	Литологическое описание			Литологический район
ОГРН	ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ	ПОДСЛОЖНОСТЬ	СЛОЖНОСТЬ	ПОДСЛОЖНОСТЬ	СЛОЖНОСТЬ	Испытания	ПЛАСТ	Глубина, м		
Нижний	ВЕРХНИЙ									
АЛЬСАМЫЙ	СЕНОМАЧАЙСКИЙ	ТУРОН-КОНЬКИНСКИЙ	КАМЫШАЙСКИЙ	МАСТРИХТИЙСКИЙ	ДАТСКИЙ			240		
ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ	УВАТСКИЙ	КУЗНЕЦКИЙ	ИЛТАТОВСКИЙ	СЛАВГОРОДСКИЙ	ГАНЬЮНСКИЙ			360		
ТАЮЛЧИНСКАЯ	ЯРОНГСКАЯ	МАРСАЛИНСКАЯ	Н.БЕРЕЗОВСКАЯ	В.БЕРЕЗОВСКАЯ	ГАНЬЮНСКАЯ			480		
ВИКУЛОВСКИЙ	ТП16-8	ТП14-5	ТП1-3	ХМ6-10	ГК1-9			600		
	ТП19	ТП16-8	ТП14-5	ТП1-3				720		
	ТП10							840		
								960		
								1080		
								1200		
								1320		
								1440		
								1560		
								1680		
								1800		
								1920		
						A1		Qг=197,8 тыс.м³/сут Qк=0,53 м³/сут		
						A2		Qг=239,3 тыс.м³/сут Qк=1,68 м³/сут		
						A3		Qг=402,5 тыс.м³/сут Qк=1,73 м³/сут		
						A4		Qг=582,5 тыс.м³/сут Qк=5,6 м³/сут		
						A5		Qг=534 тыс.м³/сут Qк=12,21 м³/сут		
						A6		Qг=377 тыс.м³/сут Qк=6,4 м³/сут		
						A7		Qг=254,1 тыс.м³/сут Qк=4,11 м³/сут		
								2040		
								2160		
								2280		
										ЯМАТО-УРЕНГОЙСКИЙ
										ПОЛУЯМАТО-УРЕНГОЙСКИЙ
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ										
										Газоконденсатная залежь

Рис. 47. Разрез Русановского газоконденсатного месторождения

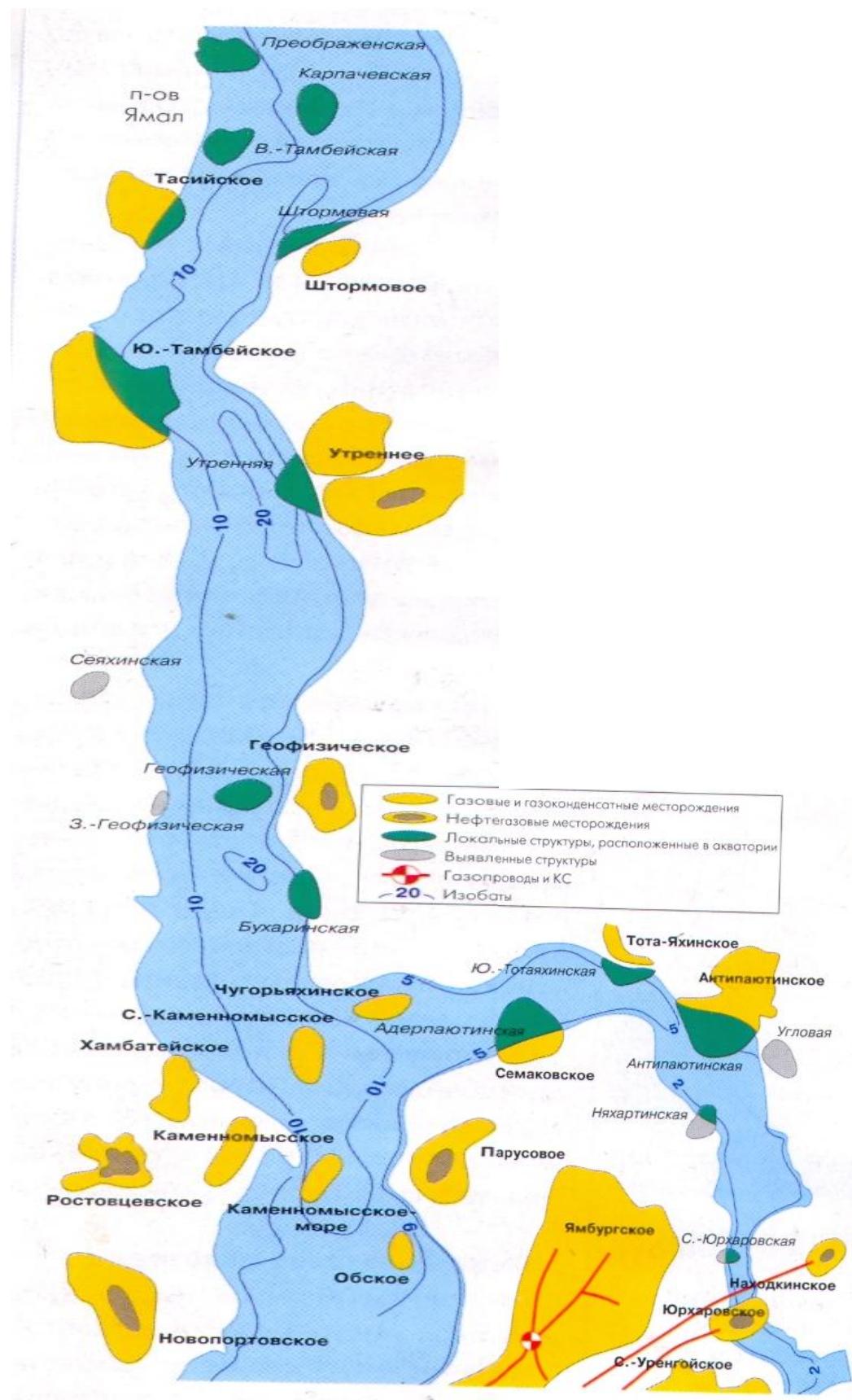


Рис. 48. Шельфы Обской и Тазовской губ

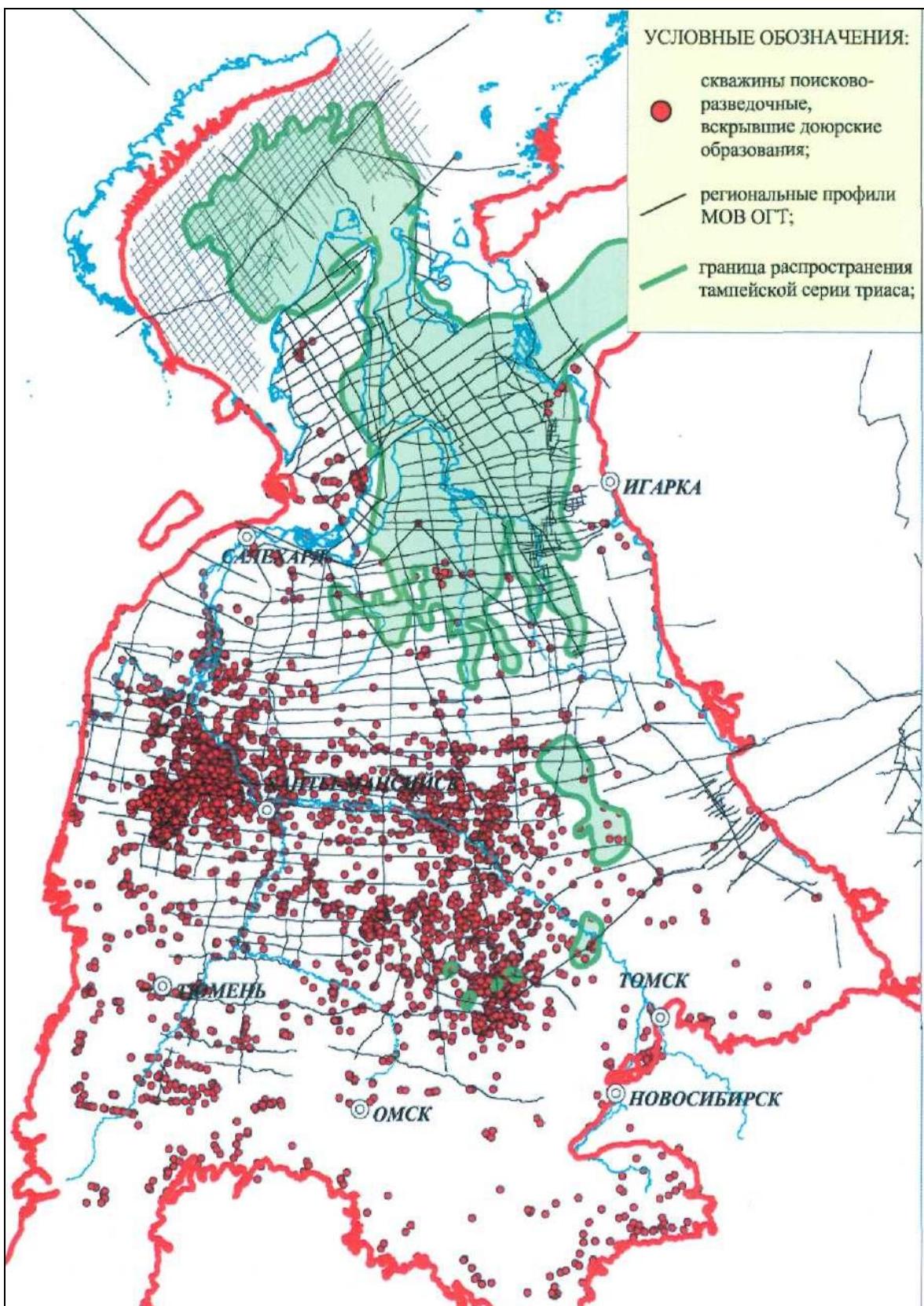


Рис. 49. Карта изученности Западно-Сибирской и Карской нефтегазоносной провинций сейсмическими методами и бурением скважин. По материалам СибНАЦ, 2009 г.

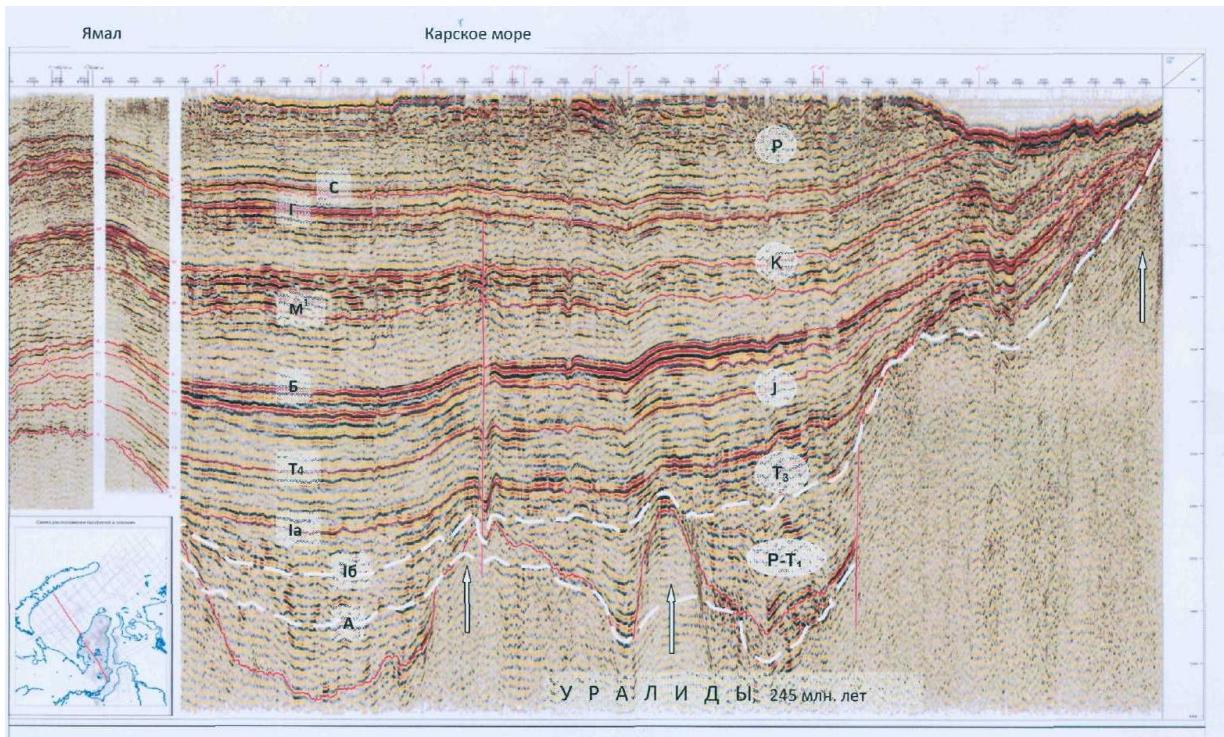


Рис. 50. Сейсмогеологический разрез по профилю ОГТ 86431. Карское море.  
По материалам СибНАЦ, 2009

Но на сейсмических профилях (рис.49, 50) хорошо видно, что осадочный разрез акватории Карского моря имеет почти полное сходство с разрезом платформенного чехла Западно-Сибирской плиты.

Мощность осадочного чехла в акватории Карского моря оценивается в 6-8 км. На Каменномысских месторождениях в Обской губе проводятся сейсморазведочные работы 3D и разведочное бурение с целью построения трехмерной модели месторождений и подготовки их к разработке. Ресурсы газа шельфа Карского моря оцениваются в 28 млрд т условного топлива.

#### Шельф Моря Лаптевых

Площадь моря Лаптевых составляет 320 тыс км<sup>2</sup>. К 2009 году здесь было выполнено 13,1 тыс км сейсмопрофилей. В разрезе выделены три осадочных комплекса: позднепротерозойский карбон-верхнепермский терригенный, юрско-меловой-терригенный. Мощность осадочного чехла достигает 10 км и более. Прогнозные ресурсы шельфа оценены в 8,7 млрд т условного топлива, из которых 70% составляет нефть.

#### Шельфы Восточно-Сибирского и Чукотского морей.

На шельфе Восточно-Сибирского и Чукотского морей выделяются 5 потенциально нефтегазоносных бассейнов: Новосибирский, Северо-Чукотский, Южно-Чукотский и др. По результатам сейсморазведочных работ мощность кайнозойского осадочного чехла здесь оценивается в 5-10 км. Перспективными на нефть и газ являются палеоген-неогеновые терригенные отложения. На юге Чукотки выявлено Западно-Озерное месторож-

дение. Газ по трубопроводу протяженностью около 100 км поступает на Анадырскую ТЭЦ.

#### Шельф Берингова моря

На шельфе Берингова моря выделяются 3 потенциально нефтегазоносных бассейна: Анадырский, Хатырский, Наваринский. Перспективно нефтегазоносными являются палеогеновые и неогеновые отложения. Мощность осадочного чехла оценивается в 7 км. К югу от г. Анадырь выявлены 4 нефтяных и газовых месторождения с общими запасами 40,5 млн т условного топлива.

#### Шельф Охотского моря

Первые морские геофизические исследования на шельфах Охотского моря были начаты в 1956 году вдоль побережья острова Сахалин на продолжении нефтеносных структур от суши в сторону моря. Была выявлена Одуптинская антиклинальная структура. В 1971 году на Одуптинской косе была пробурена наклонная скважина в сторону моря, получены притоки нефти. В 1976-1990 годах были построены плавучие буровые установки. На шельфе Сахалина было пробурено 55 поисково-разведочных скважин, открыто 5 нефтегазоконденсатных и 2 газовых месторождения с суммарными запасами по нефти 430 млн т, по газу 1,3 трлн м<sup>3</sup> (рис.7).

В 1992 году было начато крупномасштабное сотрудничество с нефтяными фирмами США и Японии по совместной разработке месторождений Сахалинского шельфа. В 1995 году были созданы проекты Сахалин 1 и Сахалин 2 с участием нефтяных компаний России, США, Японии на основе соглашений о разделе продукции (СРП). В 1998 году с берега была пробурена первая горизонтальная скважина протяженностью 5589 м под северный купол Одуптинского месторождения. Позже были пробурены 16 таких же скважин. Средние дебиты по скважинам составляют 200 тонн в сутки. Пильтун-Астахское и Лунское газовые месторождения находятся на удалении 15 км от берега. Море здесь покрыто льдом 5-6 месяцев. Добыча нефти на Пильтун Астахском месторождении была начата в 1999 году. На месторождении Чайво пробурены с берега 7 горизонтальных скважин.

Основные нефтегазоносные горизонты приурочены к палеоген-неогеновым отложениям. В разрезе выделены 7 осадочных комплексов: олигоценовый, верхнеолигоценовый, нижне-среднемиоценовый, средне-верхнемиоценовый, верхнемиоценовый, плиоценовый, плейстоценовый. 80 % ресурсов нефти и газа приурочены к неогеновым отложениям, залегают на глубинах до 3 км. Ловушки структурного, структурно-тектонического, структурно-литологического типов, природные резервуары пластового, редко массивного и линзовидного типов, коллекторские породы порового, редко порово-трещинного и трещинного типов.

Нефть Сахалина от месторождения Чайво по трубопроводу, протяженностью 225 км проложенного по дну Татарского пролива перекачива-

ется на материк (порт Де Касти). Нефть хорошего качества, легкая, мало-вязкая, малосернистая, малопарафинистая.

#### Шельф Курильских островов

Проведенные в 2003 году в зоне Средних Курил сейсморазведочные работы показали, что здесь возможно открытие крупных залежей углеводородов. Основные перспективы связаны с Средне-Курильским прогибом. На его юго-западном продолжении открыты 7 мелких месторождений нефти и газа.

Западно-Камчатский шельф. Крупнейшей тектонической структурой здесь является Западно-Камчатский синклиниорий, выполненный верхненемеловыми и палеоген-неогеновыми осадочными и вулканогенно-осадочными породами мощностью до 6,5 км. Второй крупной структурой является Охотско-Колпаковский прогиб. Залежи газа выявлены в неогеновых отложениях, газопроявления в отложениях верхнего мела и палеогена.

#### Магаданский шельф

Геологически мало изучен. Здесь были пробурены 3 поисковые скважины. Положительных результатов не было получено.

### **6.9. Нефть и газ глубоководных морей**

К 1985 году в мире было пробурено 200 тысяч поисково-разведочных и эксплуатационных скважин на нефть и газ при глубинах моря от 180 до 1340 м. Доля нефти и газа, добываемых в мире со дна морей в 1966 году составляла 11%, в 1982 году – 23%, в 1990 году – 31%.

Внимание нефтяных компаний к глубоководным участкам морей постоянно растет. Однако проблема организации добычи нефти в глубоководных морях, контроля и ремонта подводных устройств остается более сложной, чем бурение скважин. Добыча нефти в глубоководных морях (глубиной свыше 400 м) в мире в 1995 году составила 0,3%, к 2010 году – более 6%.

В начале 1980-х годов в Норвежском море в 120 км от берега при глубинах моря 850-1100 метров было открыто газоконденсатное месторождение Ормен Ланге с запасами газа 397 млрд м<sup>3</sup>, конденсата 28,5 млн т. Добытый газ по трубопроводу протяженностью 1200 км по дну моря доставляется до Великобритании.

В акватории Средиземного моря вблизи побережья Ливии компания British Petroleum планирует начать глубоководное бурение.

В Мексиканском заливе на участке шельфа Гаити норвежская компания Statiol Hydro, американская Chevron, французская Total осуществляют добычу нефти при глубине моря 3 км. Добыча производится из шести скважин с плавучей платформы. Это самая глубокая скважина в заливе, ее глубина составляет 8,4 км. Запасы месторождения оценены в 400-500 млн баррелей нефтяного эквивалента.

На побережье США в 2010 году при бурении глубоководной скважины произошел аварийный фонтан нефти со дна моря глубиной 1,5 км. После взрыва буровая платформа Deepwater Horizon загорелась и затонула, в море вылилось десятки тысяч тонн нефти. Стоимость платформы составляла 500 млн долларов.

С 1975 года в море произошло около 60 серьезных аварий на морских нефтяных платформах.

## **6.10. Газогидраты морей и океанов**

Впервые газогидратная залежь на суше была выявлена в 1964 году на Мессояхском месторождении Западной Сибири в зоне вечной мерзлоты на глубине около 600 метров. Образование газогидрата происходит при низких температурах и высоких давлениях. При таких условиях растворенные в воде молекулы газа вмерзают в кристаллы льда. При таянии льда газ выделяется в свободную фазу. На дне глубоких озер, морей и океанов, где господствуют низкие температуры и высокое давление, были выявлены скопления мерзлых осадков, содержащих газогидрат. К примеру, бурением скважин на озере Байкал, со дна был поднят керн смерзшихся песков и глин, которые при нагревании выделяют газ метан с примесью азота, углекислого газа. Технологии по извлечению газа из гидратов, залегающих на дне океанов, разрабатывались в Японии. Один кубометр метан-гидрата содержит: 164 м<sup>3</sup> метана и 0,87 м<sup>3</sup> воды. Бурением скважин и отбором проб со дна океанов был получен вывод, что газогидраты в океанах находятся в рассеянном состоянии, небольших концентрациях и не представляют собой коммерческого интереса. Такой вывод был представлен нефтяниками компании Chevron сенату США в 1998 году. Такой же вывод был сделан геологами Газпрома РФ. Но есть и другие точки зрения. Эксперименты по добыче гидратного газа на суше из зоны вечной мерзлоты проводятся на Аляске и на севере Канады.

### **Выводы:**

1. Геолого-геофизические поисковые работы, проведенные в последние десятилетия на шельфах морей Мирового океана доказали, что здесь находятся гигантские запасы нефти и газа.
2. Поиски месторождений полезных ископаемых в акваториях морей отличаются особой сложностью и требуют больших капиталовложений.
3. В 2001 году в эксплуатации находились 1203 морских месторождений нефти и газа. К началу 2002 года из них было добыто 27,5 млрд т нефти и 13,6 трлн м<sup>3</sup> газа.
4. Большинство месторождений нефти и газа приурочены к пассивным окраинам континентов. Основные ресурсы нефти локализованы в юрских и меловых отложениях, газа - в пермских отложениях.

## **Заключение**

Россия – одна из самых богатых стран мира по запасам полезных ископаемых. По добыче железных руд, меди, золота, серебра, платиноидов, вольфрама, молибдена, кобальта, никеля она входит в первую пятерку стран мира. Экспортирует вольфрам, кобальт, никель, медь, золото, серебро, платину, палладий, алмазы, апатит, калийные соли, хризотил-асбест, бор. Ввозит бокситы, титан, циркон, хромовые и марганцевые руды. Не благополучно с развитием в стране минерально-сырьевой базы свинца, цинка, олова, сурьмы, барита, флюорита, графита. Федеральным агентством России по недропользованию принята долгосрочная (20 лет) программа по изучению недр и воспроизведству минерально-сырьевой базы страны. Работы по поискам новых месторождений цветных металлов ведутся в перспективных районах Алтая, Магаданской, Иркутской областей, в Туве, Красноярском крае. Предпочтение отдается работам на золото, уран и другие виды стратегического минерального сырья.

Геолого-поисковые и разведочные работы ведутся и в Мировом океане – на железо-марганцевые, кобальт-марганцевые конкреции и глубоководные полисульфиды. Широко разворачиваются работы по освоению нефтегазовых богатств на шельфах Мирового океана. Для выполнения этих работ потребуются новые знания, новые квалифицированные кадры.

*«Российские недра», 2009, №7*

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

### ***Основная***

1. Запивалов, Н.П. Нефтегазоносность акваторий мира [Текст] / Н.П. Запивалов.-Новосибирск: НГУ, 2009. – 260с.
2. Краев, А.Г. К черному золоту шельфов [Текст] /А.Г. Краев.-Изд-во Моск.гос.горн.ун-та, 2003.-403 с.
3. Морские нефтегазовые разработки и рациональное недропользование на шельфе [Текст] / Отв. ред. акад. Матищев.-Ростов н/Дону: изд-во ЮНЦ РАН, 2009. – 500с.
4. «Нефть России», ежемесячный аналитический журнал, 2005-2010 гг.

### ***Дополнительная***

1. Гаврилов, В.П. Геологическое строение и нефтегазоносность акваторий мирового океана [Текст] /В.П. Гаврилов. - М.:МИНГ, 1983.
2. Гаврилов, В.П. Геология и минеральные ресурсы мирового океана [Текст] /: учебник для студентов геологич. спец. вузов/ В.П. Гаврилов – М.: Недра, 1990. -328 с.
3. Геодекян, А.А., Забанбарк, А. Геология и размещение нефтегазовых ресурсов в Мировом океане [Текст] /А.А. Геодекян, А.Забанбарк.- М.:Наука, 1985. -190с.
4. Леонтьев О.К. Морская геология [Текст] /О.К. Леонтьев.- М.: Высшая школа, 1982. - 344 с.
5. Логвиненко Н.В. Морская геология [Текст] /Н.В. Логвиненко. - Л.: Недра, 1980. -343с.
6. Мурмаа. Фации океанов [Текст] /Мурмаа. - М.: Недра, 1987. – 302 с.
7. Троцюк В.Я. Прогноз нефтегазоносности акваторий [Текст] / В.Я. Троцюк. - М.: Недра, 1982.- 201 с.
8. Фролов В.Т. Генетическая типизация морских отложений [Текст] / В.Т. Фролов. - М.: Недра, 1984. – 222 с.
9. Шепард Ф.П. Морская геология [Текст]: [пер. с англ.]/Ф.П. Шепард Л.: Недра, 1976. -488с.

**Перечень вопросов к зачетам**

**I - аттестация**

10. Основные нефтегазодобывающие страны мира
11. Методы изучения морей и океанов
12. Общая характеристика морей и классификация морей и океанов
13. Условия температуры и давления в морских и океанических водоемах
14. Характеристика формы подводного рельефа морей и океанов
15. Солевой состав морских и океанических вод
16. Придонные течения морских и океанических вод
17. Характеристика современного органического мира морей и океанов
18. Тектоника морей и океанов
19. Условия современного осадконакопления в прибрежной части морей
20. Условия современного осадконакопления на шельфах морей
21. Условия современного осадконакопления в глубоководных частях океанов

**II – аттестация**

1. Полезные ископаемые современных морских и океанических осадков. Общая характеристика.
2. Полезные ископаемые прибрежной части морей.
3. Полезные ископаемые шельфов морей
4. Геология и нефтегазоносность Северного моря
5. Геология и нефтегазоносность Каспийского моря
6. Геология и нефтегазоносность Черного моря.
7. Геология и нефтегазоносность Балтийского моря
8. Геология и нефтегазоносность Баренцевого моря.
9. Геология и нефтегазоносность Карского моря.
10. Геология и нефтегазоносность Охотского моря.
11. Геология и нефтегазоносность Мексиканского залива.
12. Геология и нефтегазоносность Персидского залива

**Перечень вопросов для электронного тестирования по предмету  
«Морская геология»**

1. Количество секций -4, количество вопросов – 102
2. Из трех вариантов выбрать один правильный ответ

**I. История морских исследований**

1. Испанский мореплаватель Христофор Колумб открыл Америку:
  1. в 1554году;
  2. в 1492году;
  3. в 1366году.
2. Российский мореплаватель Фадей Беллинсгаузен открыл Антарктиду:
  1. в 1803году;
  2. в 1831году;
  3. в 1820году.
3. Научно-исследовательский институт геологии Арктики (НИИГА) в СССР был создан:
  1. в 1920 году;
  2. в 1932 году;
  3. в 1949году.
4. Первые скважины на море на насыпном основании были пробурены на Баку На Каспийском море:
  1. в 1919году;
  2. в 1925году;
  3. в 1931 году.
5. Главное управление по морской добыче нефти (Главморнефть) было создано в СССР:
  1. в 1936году;
  2. в 1940году;
  3. в 1949году.
6. Первая скважина с плавучего основания была пробурена у берегов Калифорнии (США):
  1. в 1957году;
  2. в 1960году;
  3. в 1962году.
7. Первый фонтан газа на Северном море был получен в Британском секторе:
  1. в 1960году;
  2. в 1962году;
  3. в 1965году.
8. В настоящее время добычу нефти и газа на шельфах морей осуществляют:
  1. 20 стран мира;
  2. 30 стран мира;
  3. свыше 30 стран мира.
9. Объем добычи нефти на Северном море ежегодно (2010г) составляет:
  1. около 150млн т;
  2. около 250млн т;
  3. свыше 270 млн т.
10. Объем нефти, добываемой на шельфах морей, в мире составляет (2010г) от общего объема добычи:
  1. около 20%;
  2. около 30%;
  3. свыше 30%.
11. Объем добычи нефти на шельфах острова Сахалин в 2009году составил:
  1. 11млн т;
  2. 13млн т;
  3. свыше 13млн т.

## **II. Общая характеристика морей и океанов**

12. Площадь мирового океана составляет:
1. 69% Земной поверхности; 2. 70,8% Земной поверхности; 3. выше 70,8% земной поверхности.
13. Максимальная глубина Мирового океана составляет:
- 1.9123м; 2. 10882м; 3. 11022м.
14. По мере увеличения глубины океана температура воды:
1. сохраняется; 2. возрастает; 3. снижается.
15. Средняя соленость морской воды составляет:
1. 32г/л; 2. 35г/л; 3. 37г/л.
16. В морской воде преобладают соли:
1. NaCl; 2. CaSO<sub>4</sub>; 3. MgCO<sub>3</sub>
17. Шельф представляет собой мелководное море глубиной в среднем:
1. до 100м; 2. до 200м; 3. выше 200м.
18. Большинство шельфов на дне моря покрыто:
1. глинами; 2. песками и глинами; 3. известковыми илами.
19. В тектоническом отношении шельф представляет собой:
1. часть континента; 2. часть океана; 3. промежуточную часть между океаническим и континентальным блоками земной коры.
20. Мощность осадочного слоя на шельфах составляет:
1. до 10км; 2. 10-15км; 3. более 15км.
21. В тектоническом отношении океан от континента отличается отсутствием:
1. базальтовой земной коры; 2. гранитной земной коры; 3. осадочного покрова.
22. В тектоническом отношении океанические платформы (талассократоны) представляют собой:
1. вулканогенные пояса; 2. океанические валы; 3. устойчивые блоки земной коры.
23. В рельефе дна океанов океанические платформы представляют собой:
1. подводные хребты; 2. подводные плоские равнины; 3. глубоководные желоба.
24. В тектоническом отношении срединно-оceanические пояса представляют собой (отметить три правильных ответа):
1. области активных тектонических движений; 2. области землетрясений, вулканизма; 3. области стабильного развития земной коры; 4. области рифтогенеза.
25. В рельефе дна океанов срединно-оceanические пояса представляют собой:
1. подводные равнины; 2. подводные хребты линейного типа; 3. системы впадин.

26. Донные осадки океанов отличаются:
1. большими мощностями;
  2. малыми мощностями;
  3. преобладанием эфузивных пород.
27. Донные осадки океанов представлены в основном:
1. глубоководными глинами;
  2. песчаниками;
  3. вулканогенными породами.
28. Глубоководные (свыше 5-7 км) глины отличаются:
1. красными, бурьими цветами;
  2. темно-серым цветом;
  3. светло-серым цветом.
29. Рельеф дна морей и океанов в значительной мере определяется:
1. тектоническим строением земной коры в их пределах;
  2. действием морских течений;
  3. действием волновых движений.
30. Отсутствие грубообломочных осадков на океанических глубинах объясняется:
1. особенностями условий осадконакопления;
  2. далекой удаленностью от береговой линии;
  3. большой глубиной водного бассейна.
31. Бурением скважин и отбором проб установлено, что возраст отложений, залегающих на дне океана не древнее:
1. палеогена;
  2. мела;
  3. юры.
32. Бурением скважин и отбором проб было установлено, что на дне океанов слои осадочных пород лежат:
1. на гранитах;
  2. на базальтах;
  3. на перidotитах.
33. В областях теплого климата на дне океанов глубиной до 4 км накапливаются глины, обогащенные остатками планктонных организмов:
1. фораминифер;
  2. радиолярий;
  3. диатомовых водорослей.
34. В областях холодного климата на дне океанов глубиной до 4 км накапливаются глины, обогащенные остатками планктонных организмов:
1. фораминифер;
  2. радиолярий;
  3. диатомовых водорослей.
35. Органический мир морей и океанов подразделяется на три группы. По объему и массе преобладает:
1. планктон (блуждающий);
  2. нектон (плавающий);
  3. бентос (обитающий на дне).
36. Основную массу органического вещества в водах и осадках мирового океана составляют:
1. фораминиферы;
  2. радиолярии;
  3. фитопланктон (водоросли).
37. В морской воде содержатся растворенные газы: CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S и др. В придонных водах преобладает:
1. O<sub>2</sub>;
  2. CO<sub>2</sub>;
  3. H<sub>2</sub>S.
38. Источником сероводорода в основном является:
1. подводная вулканическая деятельность;
  2. разложение океанического вещества;
  3. поступление вулканической деятельности.

39. Воды морей и океанов имеют слабощелочную реакцию. Кислотно-щелочной потенциал РН составляет:

1. РН-6,5-7,0;      2. РН-7,8-8,2;      3. РН-8,5-9,0.

40. Окислительно-восстановительный потенциал ЕН морских вод зависит от содержания в них свободного кислорода, органического вещества и растворенных газов. Океанические воды в целом имеют окислительную реакцию:

1. ЕН=+50 - + 300мв;    2. ЕН=-50мв;    3. ЕН=-50-300мв.

41. Лагуна — часть моря, отгороженная от него песчаными островами. В экваториальных областях имеет:

1. пониженную соленость; 2. нормальную соленость; 3. повышенную соленость.

### **III. Геологическое строение Российских шельфов**

42. Подводный рельеф Баренцева моря представляет собой:

1. полого наклоненную к северу равнину; 2. чередование пологих возвышенностей и впадин с глубиной моря до 500м; 3. глубоководную впадину.

43. Дно моря покрыто современными осадками. При глубинах моря 30-50м среди донных осадков преобладают:

1. алевриты; 2. мелко- и среднезернистые пески; 3. алевропелитовые илы.

44. Ниже глубины 30-50м преобладают:

1. алевриты; 2. мелко- и среднезернистые пески; 3. алевропелитовые илы.

45. В тектоническом отношении Баренцево море представляет собой:

1. южный склон океанической впадины; 2. северное продолжение Восточно-Европейской платформы; 3. самостоятельную тектоническую структуру.

46. Фундамент Баренцевоморской платформы:

1. докембрийский; 2. докембрийско-нижнепалеозойский; 3. нижнепалеозойский

47. Осадочный чехол Баренцевоморской плиты сложен карбонатно-терригенными отложениями:

1. палеозойского возраста; 2. палеозойско-мезозойского возраста; 3. палеозой-мезозой-кайнозойского возраста.

48. Отличительной особенностью Карского моря является:

1. частые туманы; 2. суровый климат; 3. короткое лето.

49. Подводный рельеф Карского моря представляет собой полого наклоненную к северу равнину. Преобладающая глубина моря составляет:

1. 10-30м; 2. 30-40м; 3. 40-50м.

50. В тектоническом отношении Карское море является:
1. северным продолжением Западно-Сибирской молодой платформы;
  2. самостоятельным тектоническим элементом;
  3. частью Гиперборейской древней платформы.
51. Фундамент Карской плиты:
1. докембрийский; 2. палеозойский; 3. докембрийско-палеозойский.
52. Осадочный чехол Карской плиты сложен терригенными отложениями:
1. палеозойского возраста; 2. мезозойского возраста; 3. мезозайско-кайнозойского возраста.
53. Балтийское море в тектоническом отношении представляет собой:
1. синеклизу; 2. платформу; 3. грабен-рифт.
54. Центральная часть Балтийского моря сложена:
1. докембriем; 2. палеозайскими отложениями; 3. мезозайскими отложениями.
55. Максимальная глубина Балтийского моря составляет:
1. 470м; 2. 570м; 3. 670м.
56. В мелководной части Балтийского моря широко распространены современные отложения, состоящие из:
1. известковистых глин; 2. галечников и песков; 3. алевритистых глин.
57. По мере удаления от береговой линии вглубь моря размер зерен осадков:
1. уменьшается; 2. сохраняется; 3. увеличивается.
58. Черное море относится к категории внутренних континентальных морей. Максимальная глубина его составляет:
1. 1700м; 2. 2200м; 3. 2500м.
59. Соленость воды в открытой части Черного моря составляет:
1. 17-18г/л; 2. 18-20г/л; 3. 20-22г/л.
60. С глубиной соленость воды:
1. сохраняется; 2. уменьшается; 3. увеличивается.
61. Максимальная толщина осадочного покрова Черного моря оценивается в:
1. 15-16км; 2. 16-18км; 3. 18-20км.
62. Северный Каспий в тектоническом отношении входит в состав Прикаспийской синеклизы. Глубина моря здесь составляет:
1. 5-15м; 2. 15-20м; 3. 20-25м.
63. В среднем Каспий глубина моря увеличивается:
1. до 700м; 2. до 800м; 3. до 900м.
64. Донные осадки Северного Каспия представлены в основном:
1. глинами; 2. песками; 3. известковыми илами.
65. Рельеф дна Каспийского моря:
1. плоский, холмистый; 2. ровный, пологонаклонный;
  3. крутонаклонный.

66. Соленость воды Каспийского моря составляет:  
1. 11г/л; 2. 12г/л; 3. 23г/л.
67. Современные коралловые рифы широко распространены:  
1. на шельфах северных морей; 2. на шельфах тропических морей;  
3. на шельфах южных морей.
68. Размеры коралловых рифов по ширине и длине достигают:  
1. нескольких сотен метров; 2. десятков километров; 3. нескольких километров.
69. Возраст коралловых известняков, из которых состоят рифы:  
1. четвертичный; 2. от эоцена до четвертичного; 3. эоценовый.
70. Континентальный склон представляет собой крупнейший элемент подводного рельефа Земли в зоне перехода от материка к океану. Средний уклон континентального склона в Тихом океане составляет:  
1. 3°; 2. 5°; 3. 7°.
71. От континента в сторону океана происходит:  
1. постоянное увеличение мощности земной коры; 2. увеличение мощности осадочного покрова; 3. постепенное утонение земной коры.
72. Современные донные осадки на континентальных склонах в основном представлены:  
1. песками; 2. глинами; 3. биогенными илами.
73. В теплых водах преобладают:  
1. карбонатные (фораминиферовые) осадки; 2. кремнистые (диатомовые) осадки; 3. терригенные осадки.
74. В холодных водах преобладают:  
1. карбонатные осадки (илы); 2. кремнистые осадки (илы);  
3. терригенные осадки.
75. В подножье континентального склона образуются подводные конусы выноса терригенного материала. Конусы выноса состоят в основном:  
1. из плохо отсортированных терригенных осадков — турбидитов;  
2. из красных глубоководных глин; 3. из тонкослоистых алевритов и глин.

#### **IV. Полезные ископаемые морей и океанов**

76. Вдоль побережий многих современных морей выявлены россыпные месторождения тяжелых минералов (отметить три правильных ответа):  
1. кварца; 2. ильменита; 3. циркона; 4. гипса; 5. монацита.
77. Алмазоносные россыпи выявлены вдоль побережья:  
1. Аляски; 2. Юго-Западной Африки; 3. Новой Зеландии.

78. Золотоносные россыпи выявлены вдоль побережья (отметить два правильных ответа):  
1. Аляски; 2. Охотского моря; 3. Балтийского моря; 3. Японского моря; 4. Новой Зеландии.
79. Титано-циркониевые россыпи выявлены вдоль побережья (отметить три правильных ответа):  
1. Бенгальского залива; 2. Балтийского моря; 3. Атлантического побережья Бразилии; 4. Чукотского моря; 5. Азовского моря.
80. Фосфорит содержащие илы выявлены среди донных осадков на шельфах (отметить три правильных ответа):  
1. Чили и Перу; 2. Северного Каспия; 3. Новой Зеландии; 4. Аляски; 5. Юго-Западной Африки.
81. Высокие концентрации железо-марганцевых конкреций среди донных осадков установлены:  
1. в Балтийском море; 2. в Баренцевом море; 3. в Южной части Тихого океана.
82. В лагунах теплых морей из морской воды осаждаются различные соли. Промышленная добыча со дня моря мираболита (сульфата натрия -  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) осуществляется:  
1. в Азовском море; 2. в заливе Кара-Богаз-Гол (Южный Каспий); 3. в Балтийском море
83. Крупные промыслы по добыче поваренной соли из морской воды построены:  
1. в Испании; 2. вблизи г. Сан-Франциско (США); 3. в Прибалтике
84. Строительный материал — песок и гравий со дна моря широко используются:  
1. в Одессе; 2. в Астрахани; 3. в Сочи.
85. Пласти железных руд под дном моря разрабатываются:  
1. в Дагестане; 2. на побережье Северной Америки; 3. в Казахстане.
86. Пласти каменных углей выявлены и разрабатываются на островах:  
1. Белого моря; 2. Шпицбергена в Баренцевом море; 3. Балтийского моря.
87. Основным богатством шельфов морей являются нефть и газ. В настоящее время бурение скважин на нефть и газ осуществляется при глубинах моря:  
1. до 200м; 2. до 500м; 3. более 500м.
88. Изучение геологического строения шельфов осуществляется в основном (отметить два правильных ответа):  
1. магниторазведкой; 2. сейсморазведкой; 3. бурением скважин; 4. аэрометодами.

89. В настоящее время основной объем морской нефти извлекается со дна (отметить три правильных ответа):
1. Мексиканского залива; 2. Северного моря; 3. Средиземного моря;
  4. Персидского залива; 5. Каспийского моря
90. На Северном море к настоящему времени выявлено:
1. 400 месторождений нефти и газа; 2. свыше 400 месторождений нефти и газа; 3. свыше 500 месторождений нефти и газа.
91. В тектоническом отношении Северное море представляет собой:
1. платформу; 2. систему впадин; 3. синеклизу.
92. Большинство месторождений нефти и газа в Северном море расположены:
1. в Британском секторе; 2. в Норвежском секторе; 3. в Нидерландском секторе.
93. Основные нефтеносные горизонты месторождений Северного моря приурочены:
1. к пермским отложениям; 2. к терригенным среднеюрским отложениям; 3. к верхнемеловым отложениям.
94. Нефть месторождения Брент в Северном море (отметить два правильных ответа):
1. нормальная; 2. легкая; 3. сернистая; 4. малосернистая.
95. На месторождении Брент нефть извлекается с глубины:
1. 2-2,5км; 2. 3-3,5км; 3. 4-4,5км.
96. Бурение одной скважины в Северном море в среднем обходится в:
1. 20млн долларов; 2. 30млн долларов; 3. 35млн долларов.
97. Максимальная глубина моря Персидского залива составляет:
1. 50м; 2. 100м; 3. 120м.
98. Мощность осадочного чехла Персидского бассейна оценивается в:
1. 10км; 2. 12км; 3. свыше 12км.
99. Основные запасы нефти Персидского бассейна приурочены к:
1. пермо-триасовым отложениям; 2. юрско-меловым отложениям;
  3. кайнозойским отложениям.
100. Запасы нефти в акватории Персидского залива оцениваются в:
1. 6млрд т; 2. 8млрд т; 3. свыше 8млрд т.
101. На морских месторождениях Персидского залива ежегодно добывается нефть в объеме:
1. 200млн т; 2. 300млн т; 3. свыше 300млн т.
102. Коллекторскими породами месторождений нефти и газа Персидского залива являются в основном:
1. трещиноватые и кавернозные известняки; 2. песчаники;
  3. алевролиты и песчаники.

*Для заметок*

*Для заметок*

*Учебное издание*

**Максимов Евгений Максимович**

**МОРСКАЯ ГЕОЛОГИЯ**

*В авторской редакции*

Подписано в печать 15.08.2011. Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 8,5.  
Тираж 100 экз. Заказ № 304.

Библиотечно-издательский комплекс  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего профессионального образования  
«Тюменский государственный нефтегазовый университет».  
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.  
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.