Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Уфимский государственный
нефтяной технический университет

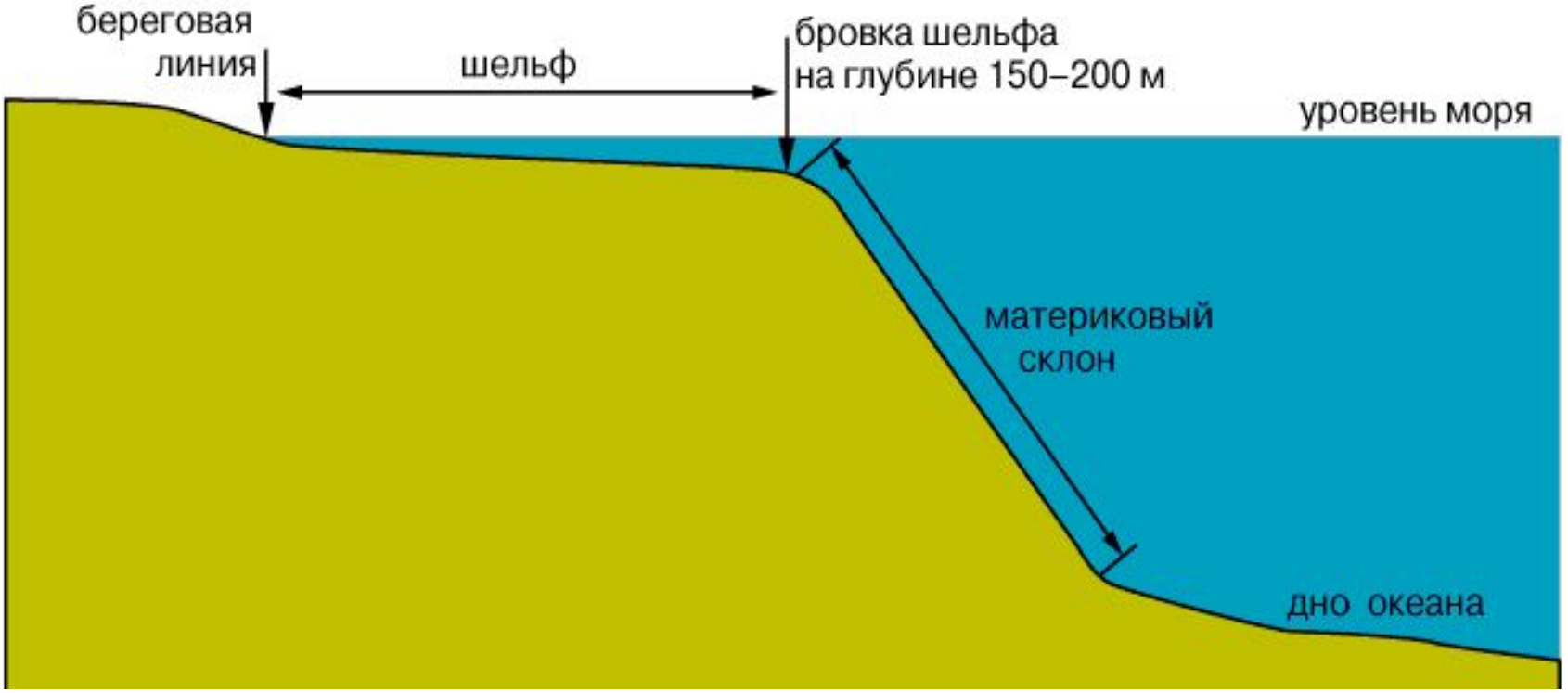
Технология строительства глубоких скважин на шельфе и на море

Рахматуллин Дамир Валерьевич к.т.н., доцент

Уфа 2016

Ше́льф (англ. *shelf* — отмель) — выровненная область подводной окраины материка, примыкающая к суше и характеризующаяся общим с ней геологическим строением.

Границами шельфа являются берег моря или океана и так называемая *бровка* (резкий перегиб поверхности морского дна — переход к материковому склону). Глубина над бровкой обычно составляет 100—200 метров (но в некоторых случаях может достигать 500—1500 м, например, в южной части Охотского моря или бровка Новозеландского материкового шельфа). Общая площадь шельфов составляет около 32 миллионов км². Наиболее обширен шельф у северной окраины Евразии, где его ширина достигает 1,5 тыс. километров, а также в Беринговом море, Гудзоновом заливе, Южно-Китайском море, у северного побережья Австралии.



Схематичное изображение морского шельфа

Ратификация Конвенции ООН(1982 г) по морскому праву странами мира

Темным выделены страны, ратифицировавшие Конвенцию (среди них Российская Федерация). Наиболее светлая закраска соответствует странам, Конвенцию не ратифицировавшим (среди них США, не спешащие добровольно ограничивать свои «национальные интересы»). «Промежуточно серые» — страны, Конвенцию вообще не подписавшие (Казахстан, Средняя Азия, Турция, Венесуэла, Перу)

Конвенция определила 12-мильную зону **территориальных вод** (территориальное море — ок. 22 км от берега). В этой зоне прибрежные страны имеют полную юрисдикцию. Суда и корабли (в том числе и военные) иностранных государств имеют право «мирного прохода» через эти территории.
В пределах 12 морских миль прибрежные страны обладают правом собственности на все живые и неживые ресурсы океана.
Кроме территориальных вод, Конвенция также определила «**прилежащие воды**» — до 24 морских миль от берега; в этой зоне прибрежные государства проводят свою иммиграционную, санитарную, таможенную и экологическую политику.
Для государств, полностью состоящих из островов, таких как Филиппины, Индонезия, Мальдивы и Сейшелы, Конвенция предусматривает особый статус — «**государство-архипелаг**». Расстояние территориальных и прилежащих вод, а также исключительных экономических зон для таких стран отсчитывается от самой крайней точки самого крайнего острова. Указанный принцип распространяется лишь на острова, которые сами по себе являются суверенными государствами, а не являются частью какой-либо материковой страны.
Конвенцией закреплено понятие «**исключительная экономическая зона**». Каждое прибрежное государство имеет право претендовать на исключительную экономическую зону (200 морских миль от берега), в пределах которой оно имеет право исследовать, эксплуатировать живые и неживые ресурсы. В пределах своих исключительных экономических зон государства имеют право регулировать строительные работы, а также использовать существующую в океане инфраструктуру для экономических, научных и экологических целей. Тем не менее, прибрежные страны не обладают правом собственности над самой акваторией моря или ее ресурсами в пределах исключительной экономической зоны, но все государства мира имеют право на строительство там трубопроводов и прокладку кабельных трасс.

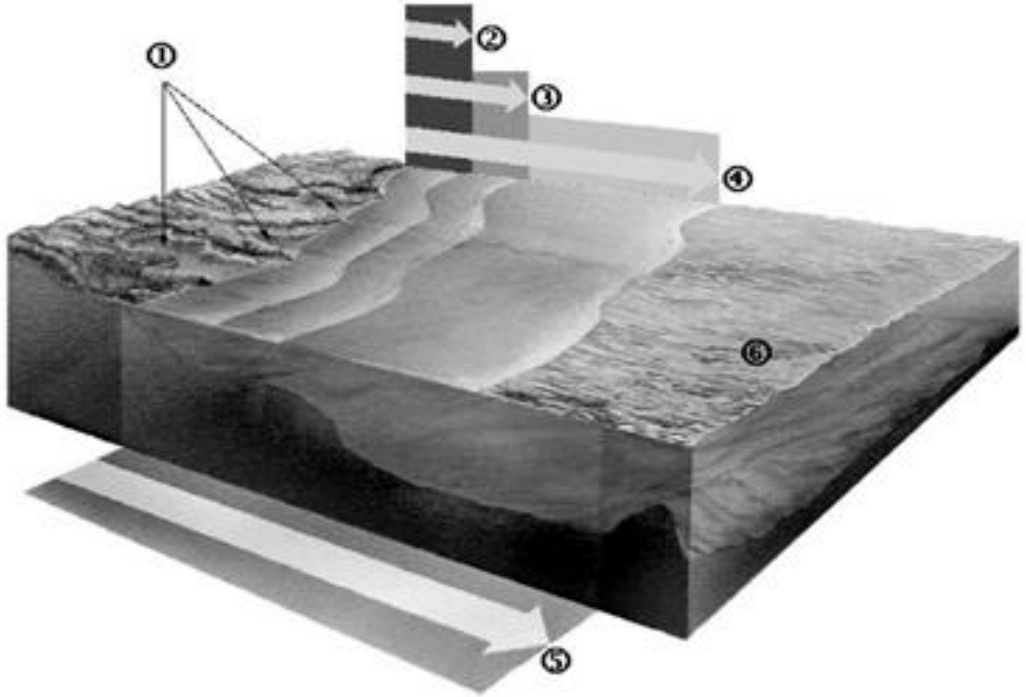


Схема деления морской акватории на зоны, согласно Конвенции 1982 г.
(масштаб не соблюден):
1 — внутренние воды;
2 — территориальные воды (до 12 морских миль от берега);
3 — прилежащие воды (до 24 миль);
4 — исключительная экономическая зона (до 200 миль);
5 — континентальный шельф (не более 350 миль или не более 100 миль от отметки глубин в 2500 м);
6 — открытое море (открытое водное пространство).

Первые 15 стран мира по площади акваторий исключительных экономических зон (ИЭЗ), включая территориальные воды (ТВ)

Страна	**Площадь ИЭС и ТВ**, тыс. км^2
США	11 351
Франция	11 035
Австралия	8 148
Россия	7 566
Канада	5 599*
Япония	4 479
Новая Зеландия	4 084
Великобритания	3 974
Бразилия	3 661
Чили	2 018
Португалия	1 727
Индия	1 642
Мадагаскар	1 225
Аргентина	1 159
Китай	877

Морское бурение- разновидность буровых работ, выполняемых на акваториях Мирового океана и внутренних морей с целью поиска, разведки и разработки нефти, газа и др. полезных ископаемых, а также инж.-геол. изысканий и науч. исследований.

По глубине скважин М. б. подразделяют на морское неглубокое бурение (до 500 м ниже уровня дна моря) для поиска твёрдых п. и, инж.-геол. и структурно-картировочных изысканий, науч. исследований и т.д. и морское глубоководное бурение преим. для поиска и освоения нефтегазовых ресурсов Мирового океана. М. б., выполняемое с целью изучения строения земной коры, может относиться к обоим видам.

М. б. осуществляется со стационарных гидротехн. сооружений и плавучих буровых установок. К стационарным гидротехн. сооружениям относятся эстакадные площадки, дамбы, искусств, грунтовые острова, сооружаемые на мелководье (глубина воды до 30 м), и стационарные платформы, устанавливаемые на больших глубинах. Самая глубоководная стационарная платформа сооружена в 1980 на м-нии Коньяк в Мексиканском заливе (глубина воды 312 м). Разработаны проекты глубоководных стационарных платформ для глубин воды 450-600 м.

На шельфах арктич. морей (напр., м. Бофорта) для бурения поисково-разведочных скважин сооружают также искусств, ледовые острова двух типов: плавучие и опирающиеся на дно. Ледовые острова строят путём налива или набрызгивания мор. воды на естеств. лёд.

По технологии заканчивания скважин различают М. б. с надводным или подводным расположением устья скважины. Бурение с надводным расположением устья ведут со стационарных гидротехн. сооружений и с самоподъёмных буровых установок. Технология бурения, заканчивания и испытания мор. скважин с надводным расположением устья аналогична подобным работам на суше.

Бурение мор. скважин с подводным расположением устья производится с буровых судов, полупогружных и самоподъёмных буровых установок, а также с плавучих искусств, ледовых островов. Самоподъёмные платформы с консольным расположением вышечного блока могут бурить скважины как с подводным, так и с надводным расположением устья, причём в последнем варианте устье располагается на отд. стационарной платформе.

Искусственный остров — стационарное гидротехническое сооружение на открытой водной акватории (в морях, озёрах, реках), построенное из донных и береговых грунтов, естественного и искусственного льда, обломков скал, камня и т.п. Искусственные острова создаются человеком, а не природой. Искусственные острова не обладают статусом островов и не имеют территориального моря, исключительной экономической зоны и континентального шельфа.

Также искусственные острова могут образовываться из частей суши после строительства каналов.

Международный аэропорт Кансай
(Япония)

Искусственные острова Дубая, проектный обзорный вид

Типичный остров-буровая платформа Northstar

Нефтяные Камни — это уникальное морское месторождение, явившееся выдающимся событием в развитии нефтяного дела СССР. Нефтяные Камни в тот период являлись крупнейшим в мире морским нефтяным месторождением, как по мощности залежи, так и по объему добываемой нефти. Нефтяные Камни по сей день являются уникальным городом на сваях. За короткий срок в открытом море, на расстоянии до 50 километров от берега были созданы крупные морские промыслы, оснащенные первоклассной по тем временам отечественной техникой. Нефтяные Камни считаются столицей Каспийского шельфа. Масштабные геологические исследования района Н. К. были проведены в 1945—1948 гг. Строительство поселка началось в 1958 г. Были построены 2 электростанции мощностью 250 кВт, котельная, нефтесборочный пункт, очистные установки, 16 двухэтажных домов, больница, баня и т. д. К 1960 году было построено здание Бакинского нефтяного техникума. В 1966—1975 гг. здесь уже был хлебозавод, лимонадный цех, два 5-этажных общежития и один 9-этажный жилой корпус. Был разбит парк с деревьями. В 1976—1986 гг. было завершено строительство нефтесборных пунктов, трех 5-этажных общежитий, столовой, больницы, 2 газомазутных компрессорных станций, биологической установки питьевой воды, 2 подводных нефтепровода диаметром 350 мм до терминала Дюбенды. По эстакадам осуществляется автомобильное движение. Между Нефтяными Камнями и портом Баку поддерживается регулярное пароходное и вертолетное сообщения.

Панорама «Нефтяные камни»

Нефтяные Камни числится в списке Книги рекордов Гиннеса, как старейшая морская нефтяная платформа.

- Морские буровые установки представляют собой сложные инженерные сооружения различного архитектурно-конструктивного типа. Условия их эксплуатации предъявляют к ним специфические требования, удовлетворение которых внесло ряд принципиальных изменений в сложившуюся традиционную практику проектирования и строительства судов. В последние годы в отечественном судостроении накоплен определенный опыт создания морских буровых установок. В то же время освоение новых нефтегазовых месторождений, научно-технический прогресс в области разведки и добычи нефти и газа, все возрастающие требования различных классификационных обществ к проектированию, строительству и эксплуатации буровых установок выдвигают новые, часто весьма сложные задачи.

  Конструкции платформ могут значительно различаться в зависимости от глубины, на которой находится цель бурения, а также от характеристик месторождения. Все морские буровые установки обладают определенной автономностью, которая обеспечивается генераторами энергии и опреснителями воды, установленными на ней.

Вместе с тем для пополнения запасов установки используются обслуживающие суда поддержки, выполняющие функцию снабжения. Также возможны вспомогательные функции - буксировка платформы к точке бурения, резервное место для спасения людей, противопожарные меры. При всем этом используются чрезвычайные суда поддержки, которые привлекаются при аварийных ситуациях, а также в случае вынужденных спасательных операций.

Морские буровые установки оснащаются необходимым оборудованием для транспортировки добытых ресурсов на берег либо с помощью трубопровода, либо плавающего нефтехранилища или грузового танкера. Необходимые для обеспечения процесса нефтегазовой добычи технологические элементы, включают в себя: сепараторы (распределители), производственные коллекторы, гликолевые дегидраторы для осушения природного газа, насосы предназначенные для нагнетания воды в пласт, газовые компрессоры, измерители экспорта нефти/газа и мощные насосы основной линии добычи.

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Уфимский государственный
нефтяной технический университет

Су́дно — плавучее сооружение, предназначенное для транспортных, промысловых, военных, научных, спортивных и других целей. Определение включает в себя как самоходные, так и несамоходные плавучие сооружения.

В соответствии с определением, к судам относятся не только корабли, катера, яхты и несамоходные баржи, но и байдарки, плоты, надувные лодки,водные велосипеды и доски для сёрфинга, ***а также плавучие буровые установки,*** экранопланы, экранолёты, гидросамолёты и любые другие инженерные сооружения, имеющие водонепроницаемый корпус и могущие находиться или перемещаться с определённой целью по воде, под водой или над водой (но опираясь на водную поверхность — суда на воздушной подушке, экранопланы, экранолёты).

В **Морском праве** под морским судном понимается самоходное или несамоходное плавучее сооружение, то есть искусственно созданный человеком объект, предназначенный для постоянного пребывания в море в плавучем состоянии. Для признания того или иного сооружения судном не имеет значения, снабжено ли оно собственным двигателем, находится ли на нём экипаж, перемещается оно или находится преимущественно в стационарном плавучем состоянии (например, плавучий док, дебаркадер). Такое же определение, кроме моря, распространяется и на внутренние водоёмы и реки.

Буксир тянет несамоходную баржу
(два судна)

Термин «*корабль*» в отношении плавсредств в русском языке имеет три значения:

1)крупное морское судно;

2) военное судно;

3)трёхмачтовое парусное судно с полным парусным вооружением.

Зачастую под кораблём понимают второе значение — «*исключительно военное судно, то есть судно в составе ВМФ, несущее военно-морской флаг*», ошибочно считая неправильным использование термин «*корабль*» в отношении гражданских судов. Тем не менее, в соответствии с первым значением термина, его применение в отношении невоенных (гражданских) судов совершенно допустимо, однако следует понимать, что понятие «*судно*» шире, чем синоним «*корабль*» — так, и надувная лодка, и плавучий причал являются судами, но кораблём назвать что-либо из них некорректно. Поэтому ряд терминов и произведений, использующих в названии термин «*корабль*» — «теория корабля», «история корабля», «мореходные качества корабля» и другие — закономерно относятся и к невоенным судам.

По способу передвижения судно может быть:
-самоходным;
-несамоходным — буксируемым, сплавляемым, дрейфующим.
Суда, не требующие для движения опору о твёрдую поверхность (дно, берег), называют **свободноплавающими**. В отличие от свободноплавающих, некоторым судам для самостоятельного движения требуется контакт с дном или берегом — плот, движимый шестом, канатный паром, коноводное судно, кабестан, туер, водоход Кулибина.

По типу движителя

Движитель — устройство, преобразующее энергию двигателя или внешнего источника (в частности, ветра) в полезную тягу, обеспечивающую поступательное движение судна.

Движители в первую очередь следует разделить на:
-использующие внешнюю энергию, а именно энергию ветра (ветродвижители);
-использующие внутреннюю энергию — энергию двигателя или мускульной силы.
Существуют суда с различными движителями — парусно-моторные, парусно-гребные и т. п.

По положению относительно поверхности воды суда делятся на:
-водоизмещающие;
-с динамическими принципами поддержания.

Суда с динамическими принципами поддержания (СДПП) — суда, вес которых при определённой скорости уравновешивается гидродинамическими и/или аэродинамическими силами.

К СДПП относятся:
глиссеры;
суда на подводных крыльях (СПК);
суда на воздушной подушке (СВП);
экранопланы (суда на динамической воздушной подушке);
суда на воздушной каверне.

Водоизмещающее судно — термин теории корабля, обозначающий судно (корабль), для которого все, или бóльшая часть сил поддержания создаётся за счёт выталкивания воды (так называемых Архимедовых сил).

Введён в противоположнсть неводоизмещающему судну, или судну с динамическим принципом поддержания, для которого большая часть сил поддержания — это динамические силы, возникающие на ходу.

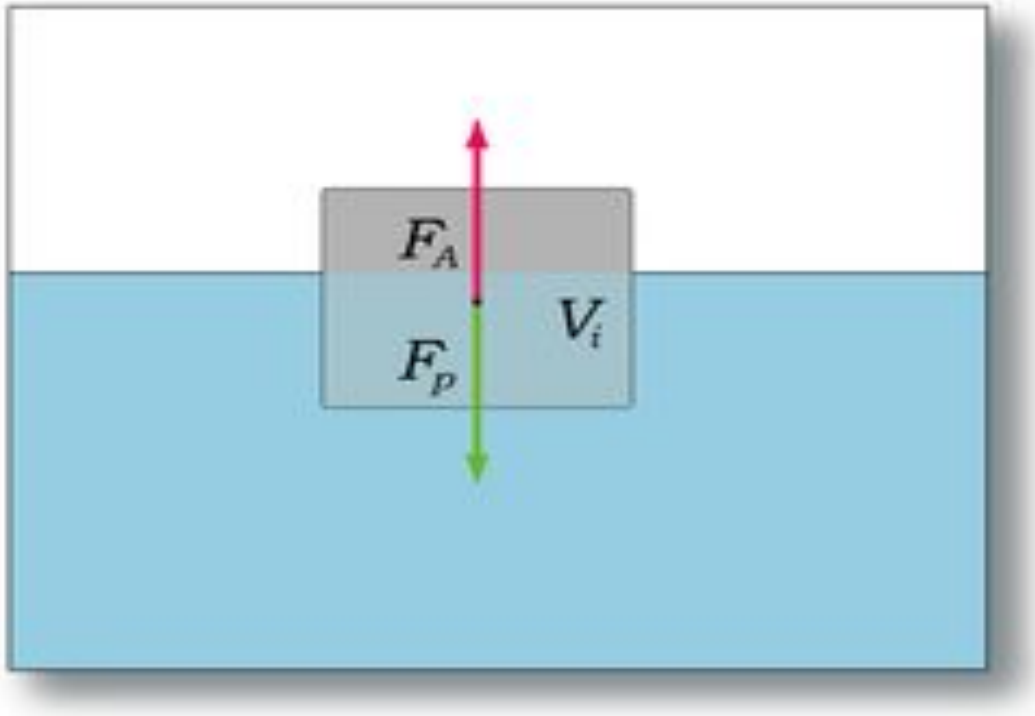


Схема сил тяжести и сил поддержания, действующих на частично погруженное тело (судно)

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**Уфимский государственный
нефтяной технический университет**

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**Уфимский государственный
нефтяной технический университет**

Ватерлиния, нанесенная на корпус корабля (черным)

Ватерли́ния (нидерл. *waterlinie*) — линия соприкосновения спокойной поверхности воды с корпусом плавающего судна. Также — в теории корабля элемент теоретического чертежа: сечение корпуса горизонтальной плоскостью.

Конструктивная ватерлиния (КВЛ) — ватерлиния, принятая за основу построения теоретического чертежа и соответствующая полученному предварительным расчётом *полному* водоизмещению судна и *нормальному* водоизмещению кораблю.
Грузовая ватерлиния (ГВЛ) — ватерлиния, при плавании судна с полным грузом.
У морских транспортных судов КВЛ и ГВЛ, как правило, совпадают;
расчётная ватерлиния — ватерлиния, соответствующая осадке судна, для которой определяются его расчетные характеристики.
Действующая ватерлиния — текущая, при данной нагрузке и условиях;
Теоретические ватерлинии — набор сечений через равные расстояния, формирующий один из видов теоретического чертежа: план.
Действующая ватерлиния определяется формой судна, его средней плотностью, а также степенью волнения воды в данном бассейне. Площадь ватерлинии используется для вычисления коэффициента полноты корпуса. Форма площади ватерлинии, точнее ее момент инерции, является фактором, определяющим устойчивость формы. Очевидно, в зависимости от условий нагрузки, крена и дифферента форма площади ватерлинии, а с ней и устойчивость, могут меняться.
Длина по ватерлинии служит характерным линейным размером в определении числа Фруда для водоизмещающих судов, и соответственно, их теоретической скорости

Водоизмещение судна — количество воды, вытесненной подводной частью корпуса корабля (судна). Масса этого количества воды равна весу всего корабля, независимо от его размера, материала и формы.

Различают *объёмное* и *массовое* водоизмещение. По состоянию нагрузки корабля различают *стандартное*, *нормальное*, *полное*, *наибольшее*, *порожнее* водоизмещение.

Объёмное водоизмещение водоизмещение, равное объёму подводной части корабля (судна) до ватерлинии.**Массовое водоизмещение** водоизмещение, равное массе корабля (судна).

Стандартное водоизмещение (standard displacement)водоизмещение полностью укомплектованного корабля (судна) с экипажем, но без запасов топлива, смазочных материалов и питьевой воды в цистернах.

Нормальное водоизмещение (normal displacement)водоизмещение, равное стандартному водоизмещению плюс половинный запас топлива, смазочных материалов и питьевой воды в цистернах.

Полное водоизмещение (loaded displacement, full load displacement, designated displacement)водоизмещение, равное стандартному водоизмещению плюс полные запасы топлива, смазочных материалов, питьевой воды в цистернах, груза.

Наибольшее водоизмещение водоизмещение, равное стандартному водоизмещению плюс максимальные запасы топлива, смазочных материалов, питьевой воды в цистернах, грузов.

Водоизмещение порожнем (light displacement) водоизмещение порожнего корабля (судна), то есть корабля (судна) без экипажа, топлива, запасов и т. д.

Подводное водоизмещение водоизмещение подводной лодки (батискафа) и иных подводных судов в подводном положении. Превышает надводное водоизмещение на массу воды, принимаемой при погружении в цистерны главного балласта.

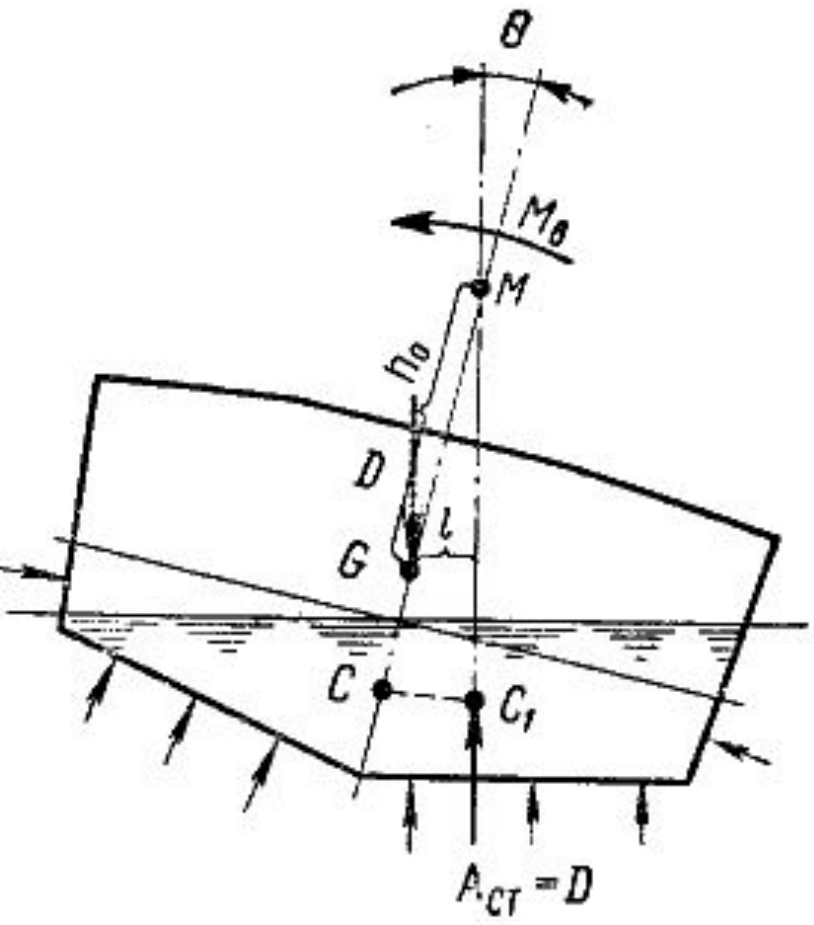
Надводное водоизмещение водоизмещение подводной лодки (батискафа) и иных подводных судов в положении на поверхности воды до погружения либо после всплытия.

Осто́йчивость — способность плавучего средства противостоять внешним силам, вызывающим его крен или дифферент, и возвращаться в состояние равновесия по окончании возмущающего воздействия. Равновесием считается положение с допустимыми величинами углов крена и дифферента (в частном случае, близкими к нулю). Отклоненное от него плавсредство стремится вернуться к равновесию. То есть остойчивость проявляется только тогда, когда имеется выведение из равновесия.

Остойчивость — одно из важнейших мореходных качеств плавучего средства. Применительно к судам используется уточняющая характеристика остойчивость судна.

Запасом остойчивости называется степень защищённости плавучего средства от опрокидывания.

Рефрижераторное судно Ivory Tirupati — начальная остойчивость отрицательна



Поперечная остойчивость судна характеризуется взаимным расположением центра тяжести G и центра величины(ЦВ) С. Если судно накренить па один борт на малый угол (5—10°), ЦВ переместится из точки С в точку С 1. Соответственно сила поддержания, действующая перпендикулярно к поверхности, пересечет диаметральную плоскость (ДП) в точке М.
Точка пересечения ДП судна с продолжением направления силы поддержания при крепе называется начальным метацентром М. Расстояние от точки приложения силы поддержания С до начального метацентра называется метацентрическим радиусом. Расстояние от начального метацентра М до центра тяжести G называется начальной метацентрической высотой h 0.
Начальная метацентрическая высота характеризует остойчивость при малых наклонениях судна, измеряется в метрах и является критерием начальной остойчивости судна. Как правило, начальная метацентрическая высота мотолодок и катеров считается хорошей, если она больше 0,5 *м,*для некоторых судов она допустима меньше, но не менее 0,35 *м.*

Диффере́нт — морской термин, разница осадок судна носом и кормой. Угол дифферента — угол отклонения плоскости мидель-шпангоута от вертикали.

ля определения осадки и дифферента в носовой и кормовой частях на обоих бортах наносят марки углубления в дециметрах арабскими цифрами. Нижние кромки цифр соответствуют той осадке, которую они обозначают. Если осадка кормой больше осадки носом, то судно имеет дифферент на корму и, наоборот, при осадке кормой меньше осадки носом — дифферент на нос.

Дифферент имеет знак минус (отрицательный), если дифферент на корму — то есть осадка носом меньше, чем осадка кормой.

Дифферент имеет знак плюс (положительный), если дифферент на нос — то есть осадка носом больше, чем осадка кормой.

Дифферент равен нулю, если осадки носом и кормой равны. При осадке носом, равной осадке кормой (когда дифферент равен нулю), говорят: «судно — на ровном киле».

Средняя осадка представляет собой полусумму осадок носа и кормы.

Крен (от фр. *carène* — киль, подводная часть корабля или от англ. *kren-gen* — класть судно на бок) — поворот объекта (судна, самолёта, фундамента) вокруг его продольной оси (*см. также продольная ось самолёта*).

Непотопляемостью судна называется его способность держаться на воде, сохраняя свои мореходные (навигационные) качества, несмотря на поступление воды в один или несколько отсеков корпуса судна через борт или через повреждения в обшивке корпуса. Непотопляемость обеспечивается устройствами, не пропускающими в корпус воду, в том числе водонепроницаемой палубой, фальшбортом, ветровым стеклом, ограждениями вокруг кокпитов, комингсов и другими подобными мерами. Непотопляемость в случае повреждений обеспечивается достаточным запасом плавучести, созданным за счет разделения корпуса судна водонепроницаемыми переборками на ряд обособленных отсеков или с помощью других устройств. Например, воздушных ящиков, «плавучестей» — материалов с малым удельным весом (пенопласта и т. д.).

Значительную роль при определении количества груза играют единицы массы; в международном товарообмене, помимо общепринятых, употребляются также следующие английские единицы массы:

1 длинная тонна = 20 длинных центнеров = 80 длинных квортеров = 160 стон = 2240фунтов = 1016,047 038 кг

1 фнт (фунт) - 0,454 кг

1 стон = 6,350 кг

1 длинный квортер = 12,701 кг

1 длинный центнер = 50,802 кг

Наряду с английскими единицами массы применяются американские единицы, которые совпадают с английскими. Однако при заключении фрахтовых договоров различают:

— метрическую тонну (т) = 1000 кг — при морских перевозках между немецкими, скандинавскими, голландскими, бельгийскими, французскими и другими портами, т. е. между странами, в которых принята метрическая система;

— английскую тонну — длинную тонну (long ton) = 1016 кг — при морских перевозках из Великобритании и в Великобританию (применяются, однако, и метрические тонны);

— североамериканскую тонну — короткую тонну (short ton) = 907 кг, — если речь идет о североамериканском регионе.

Полная грузоподъемность (дедвейт) получается из полного водоизмещения судна за вычетом массы порожнего, готового к эксплуатации судна. Грузоподъемность судна выражается, таким образом, массой груза, которую может принять на борт порожнее готовое к эксплуатации судно до летней грузовой марки. Полезный груз судна получается путем вычитания из полной грузоподъемности (дедвейта) масс таких составляющих, как:

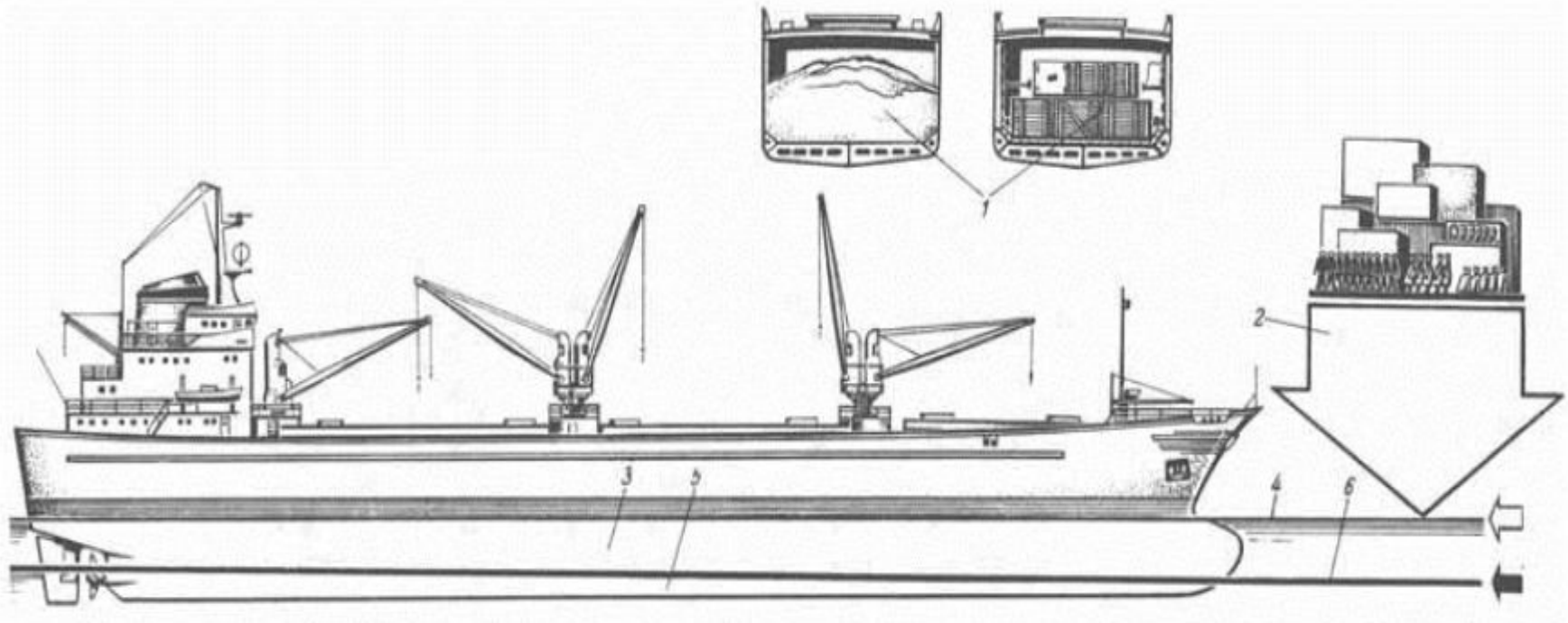
— экипаж и пассажиры с вещами или багажом;

— запасы топлива и смазочных материалов;

— провиант и пресная вода (вода для питания котлов, мытьевая и питьевая вода);

— боцманские запасы, машинные запасы и упаковочные материалы.

Таким образом, полезный груз является величиной, зависящей от массы производственных материалов (топливо и вода), т. е. от дальности плавания судна. У грузовых судов полезный груз составляет примерно 90% грузоподъемности (дедвейта).



Дедвейт и собственный вес порожнего готового к эксплуатации судна.

1 - полезный груз; 2 - дедвейт; 3 - водоизмещение дедвейда; 4 - осадка судна в полном грузу; 5 - осадка порожнего судна; 6 - водоизмещение порожнего судна.

Для измерения на море расстояний между различными пунктами и пути, проходимого кораблем, принята величина, называемая ***морской милей***.

Морская миля - средняя длина дуги одной минуты земного меридиана.

Длина дуги одной минуты земного меридиана $1' = 1852{,}23 - 9{,}34 \cos 2\varphi$,

где φ - широта места судна в градусах.

Длина морской мили, принятая в России, - 1852,00 метра. Приблизительно 6080 футов.

Если принять форму Земли за шар, то длина окружности по меридиану равна будет 40 000 000 метров.

Отсюда:

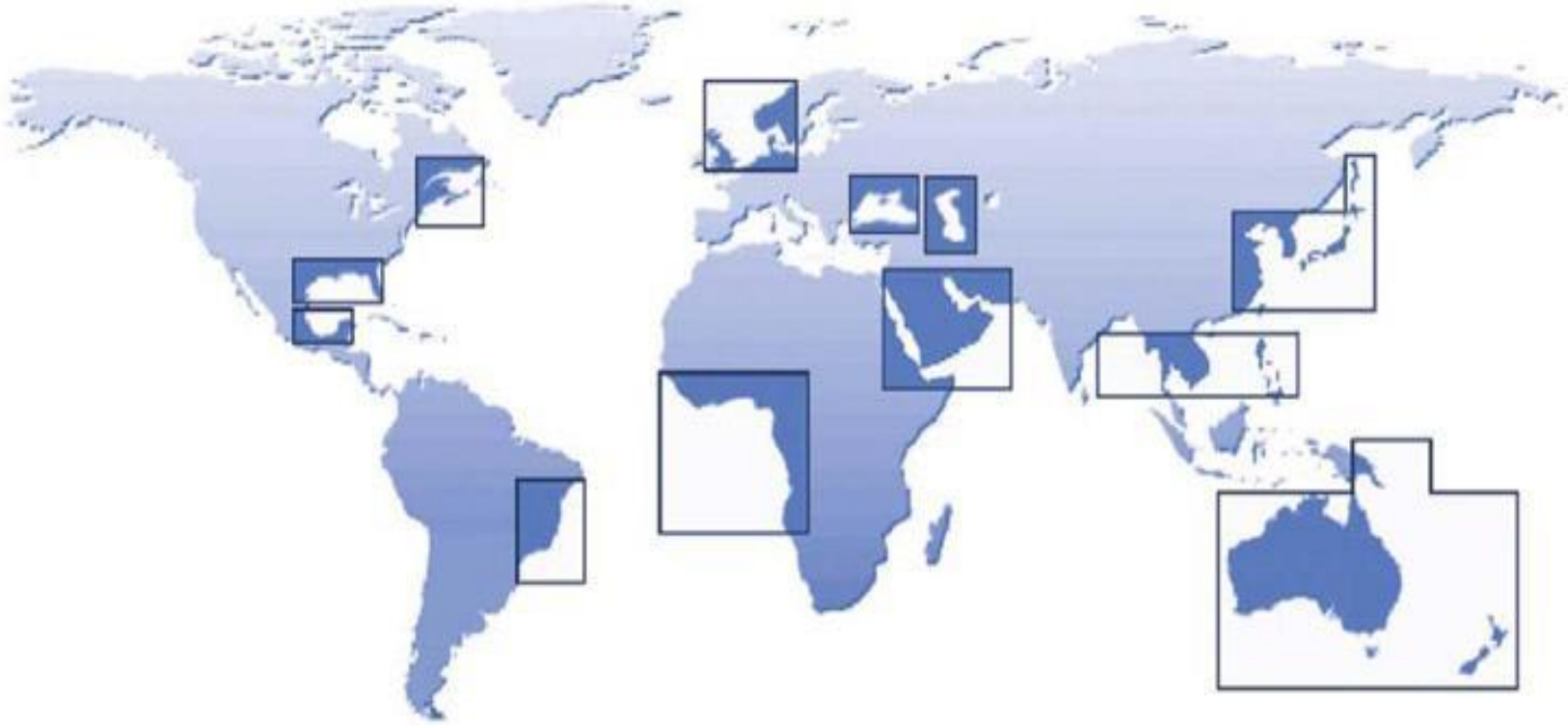
40 000 000 м : 360° = 40 000 000 : 360*60' = 40 000 000 : 21 600' = 1851, 85 м в 1'.

Кабельтов - одна десятая часть морской мили, округленно равен 185 метрам. 1 миля = 10 кбт.

Узел - одна морская миля в час (1,852 км/час) или 0,514 м/с (метров в секунду).

Узел - это линейная скорость, составляющая 1 морскую милю в 1 час. Термин "узел" появился в эпоху парусного мореплавания, когда скорость хода судна измеряли с помощью так называемого секторного лага - деревянного щитка секторообразной формы, выпускаемого с кормы судна в воду на лаглине (плетеном тросике).

Районы эксплуатации морских буровых установок



В море добывают:

- 25 % нефти
- 32 % газа

Геологические запасы:

- нефти 280 млрд. тонн
- газа 140 трлн. $м^3$

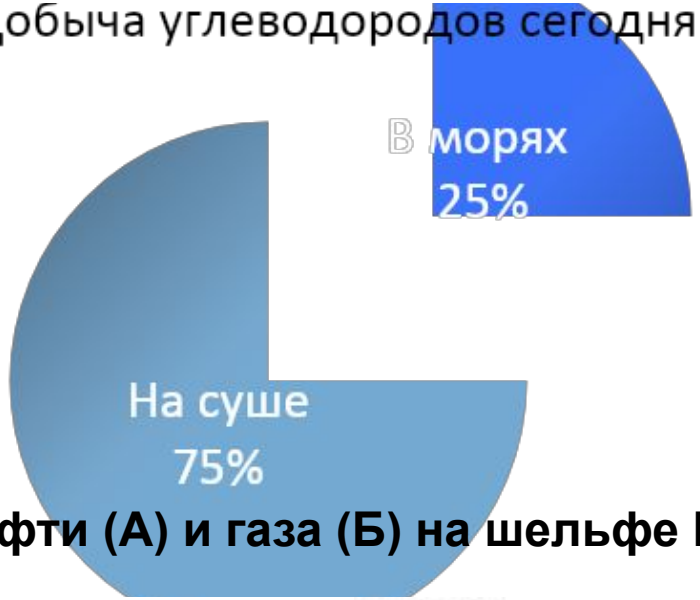
Площадь Российского шельфа:

- 6,2 млн. $км^2$ (4 млн. $км^2$ перспективные)

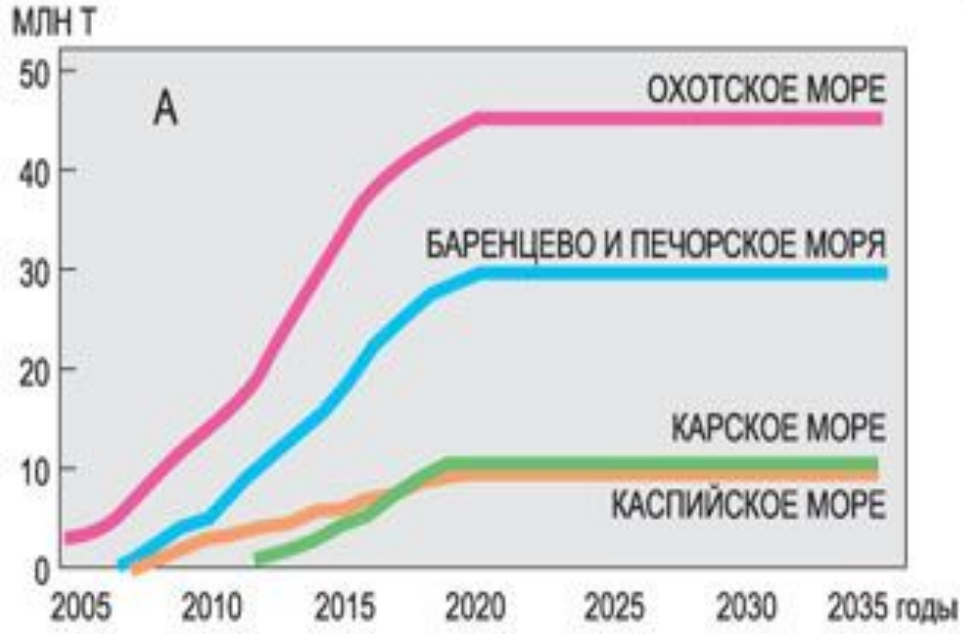
Площадь арктического шельфа:

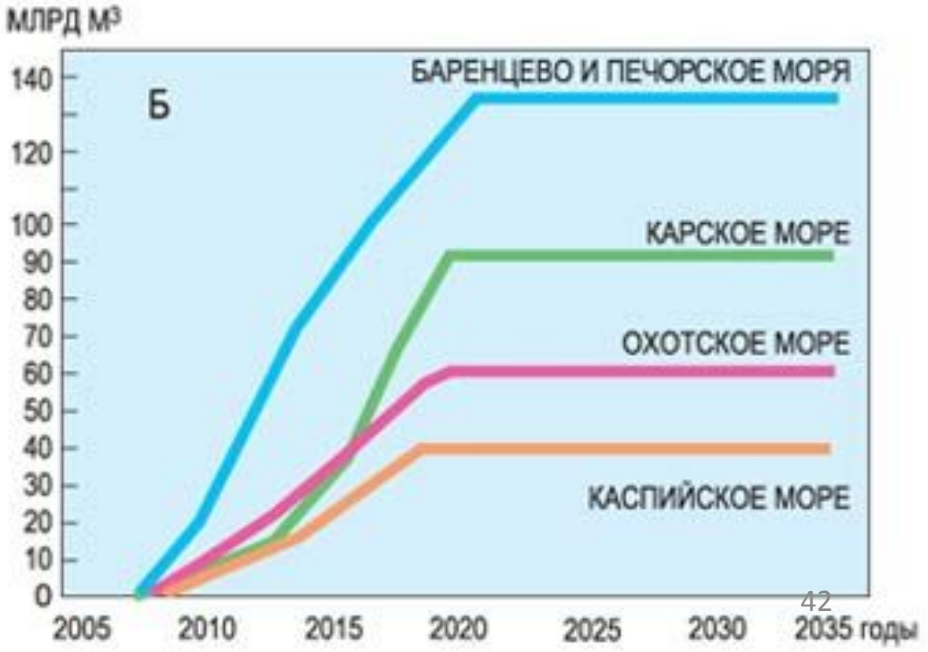
- 5,2 млн. $км^2$ (136 млрд. тонн углеводородов)

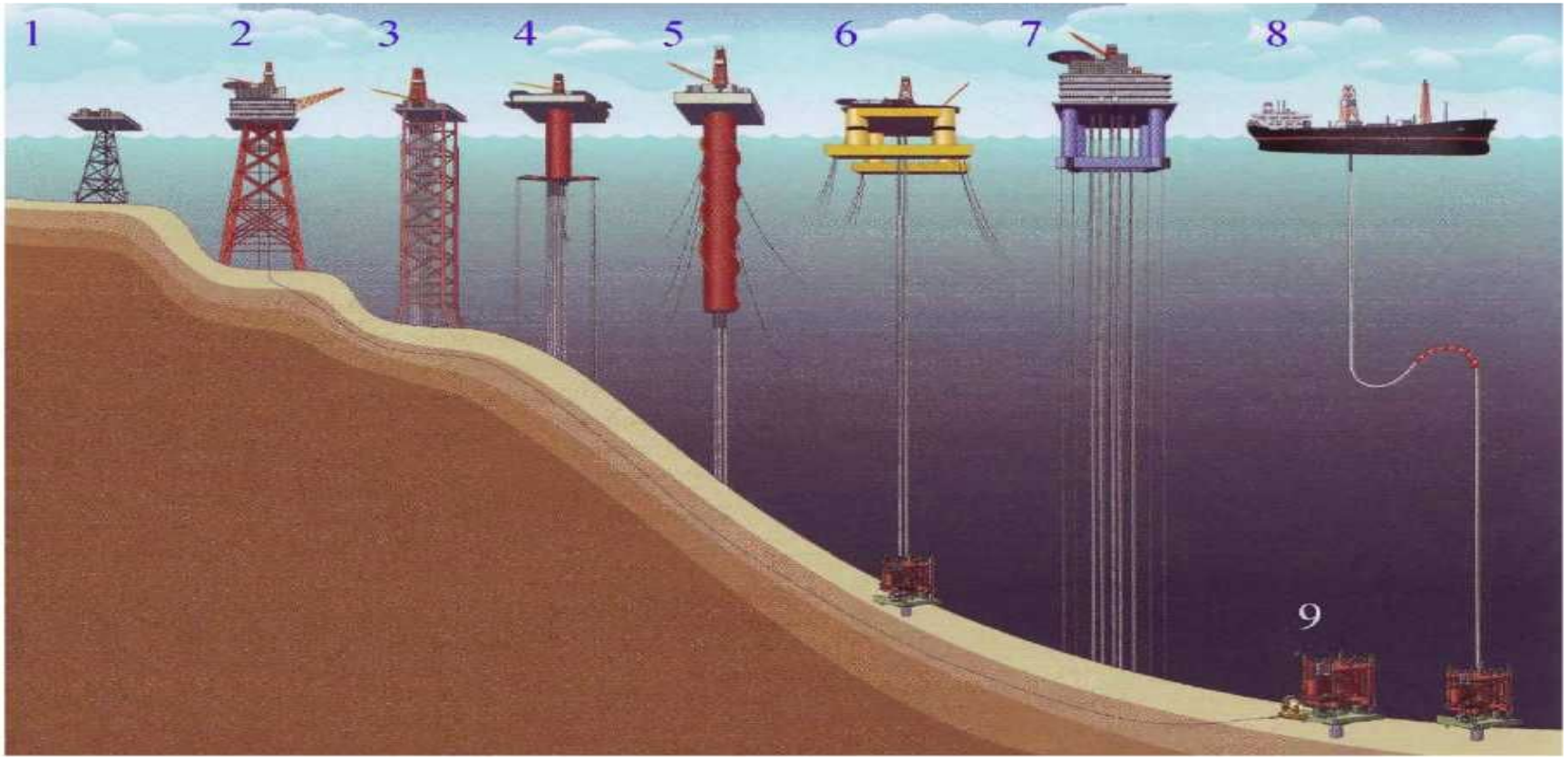
Добыча углеводородов сегодня



Прогноз добычи нефти (А) и газа (Б) на шельфе России до 2035 года







1, 2 – Погружные буровые установки (БУ), глубины до 450 м;

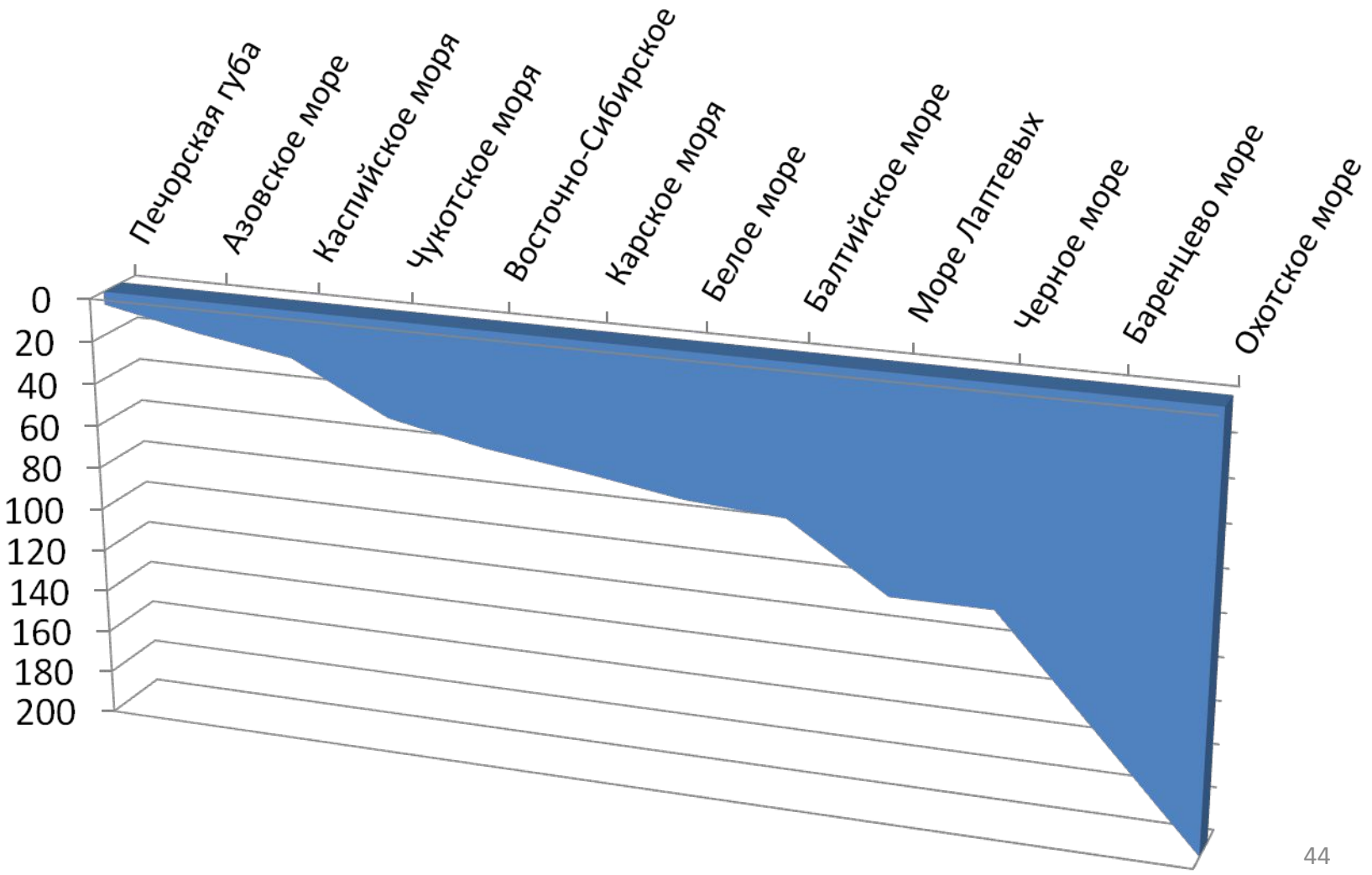
3 - Самоподъемная БУ (СПБУ), глубины 450-900 м;

4 – Полупогружная БУ (ППБУ) с основанием TLP, глубины 150-1050 м;

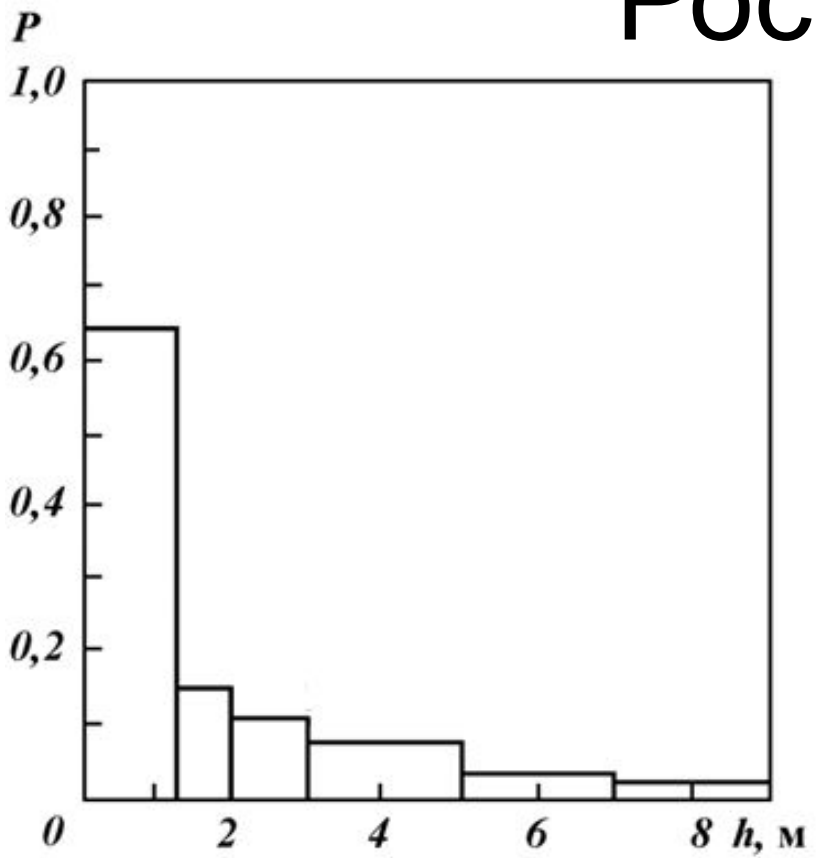
5 – ППБУ с основанием SPAR, глубины 600-3000 м;

6 – ППБУ с якорной системой, глубины 450-1800 м; 7 - ППБУ с натяжными связями TLP, глубины 450-2100 м; 8 - Судно FPS0 (плавучая система нефтедобычи, хранения и выгрузки); 9 – Подводное ПВО , глубины до 2100 м.

Глубины шельфа России



Вероятность P возникновения волн высоты h на шельфе России



Вероятность возникновения

волн высотой составляет:

> 1 м - 65 %

> 3 м – 10 %

> 5 м – 8 %

> 7 м – 2 %

Таблица 2

Технические средства для освоения морских, нефтяных и газовых месторождений

Техника по изучению окружающей среды	Научно-исследовательские суда, техника по изучению гидрометеорологических условий и др.
Средства связи и навигации	Комплекс аппаратуры, включая геостационарные спутники связи, навигационные спутниковые системы и др.
Техника для геофизических работ	Геофизические суда, аппаратура и оборудование автоматической обработки информации, радионавигационная автоматическая связь
Технические средства для глубокого разведочного бурения	Плавучие буровые средства (СПБУ, ПБУ, БС), подводный устьевый комплекс и др.
Техника инженерно-геологических исследований	Средства колонкового бурения специальные суда детальных исследований с обработкой данных на ЭВМ
Техника эксплуата-ционного бурения и добычи нефти	Морские стационарные платформы различных конструкций, оборудование добычи, техника подводной добычи
Технические средства производства строительно-монтажных работ	Плавучие краны, сваебойная техника, средства строительства подводных трубопроводов и других объектов
Технические средства подготовки и транспорта нефти и газа	Гидротехнические сооружения в море и береговые базы, нефте- и газопроводы и др.
Подводная и водолазная техника	Обитаемые (нормобарические, гипербарические), необитаемые аппараты (плавучие, донные) суда-носители подводной аппаратуры
Техника охраны окружающей среды	Технические средства по предотвращению загрязнения моря и др.
Техника обслуживания работ в море	Многоцелевые суда, буксиры, пожарные суда, баржи, специальные суда, пассажирские суда и вертолеты и др.

буровое оборудование для бурения скважины;

оборудование по приготовлению, подаче, утяжелению, регенерации и хранению бурового раствора и очистке раствора от выбуренной породы;

оборудование для приема и хранения порошкообразных материалов для приготовления бурового и цементного растворов;

оборудование приготовления и нагнетания в скважину цементного раствора при креплении скважины;

оборудование для производства электрометрических и каротажных работ в скважине;

подводное устьевое (противовыбросовое) оборудование;

оборудование для освоения скважины;

вспомогательное оборудование (грузоподъемные краны, тельферы, оборудование малой механизации и др.);

оборудование по предотвращению загрязнения моря;

системы управления и контроля технологическим процессом строительства скважины.

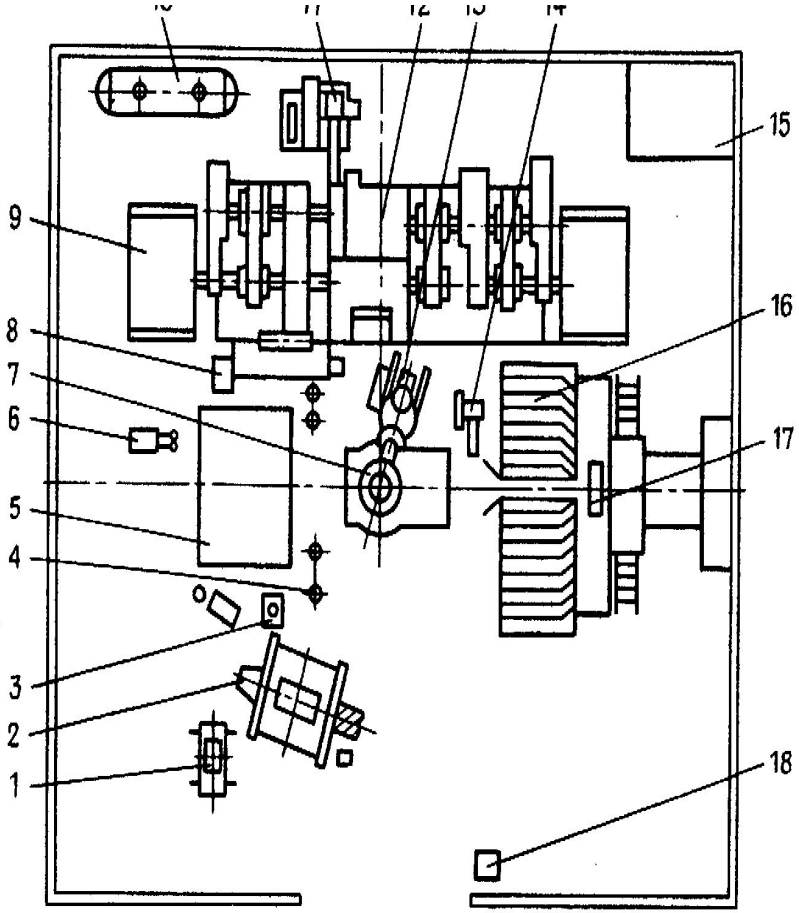


Рис. 4. Подвышечный портал на СПБУ «Баки»

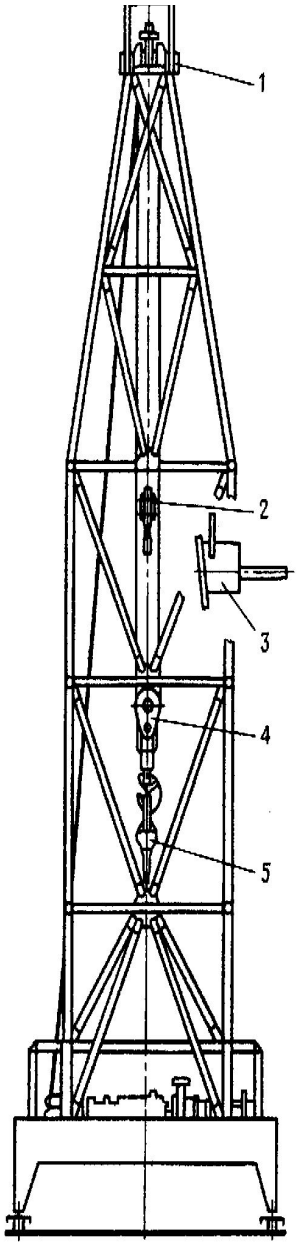


Рис. 5. Вышка СПБУ «Баки»

ИИЯ
СПБУ

Буровая баржа - вид морской буровой установки используемой на первом этапе разработки месторождения, для бурения скважин в основном на мелководных и защищенных участках.

Область применения - внутриконтинентальные месторождения устья рек, озера, болота, каналы и на небольшой глубине (как правило от 2 до 5 метров).

Буровые баржи, обычно – несамоходные, и поэтому не в состоянии проводить работы в ситуации открытого моря.

Буровые суда – самоходные и поэтому не требуют буксировки на место проведения работ. Они проектируются специально для осуществления бурения скважин на большой глубине, хоть и обладают не такой устойчивостью как полупогружные морские буровые установки.

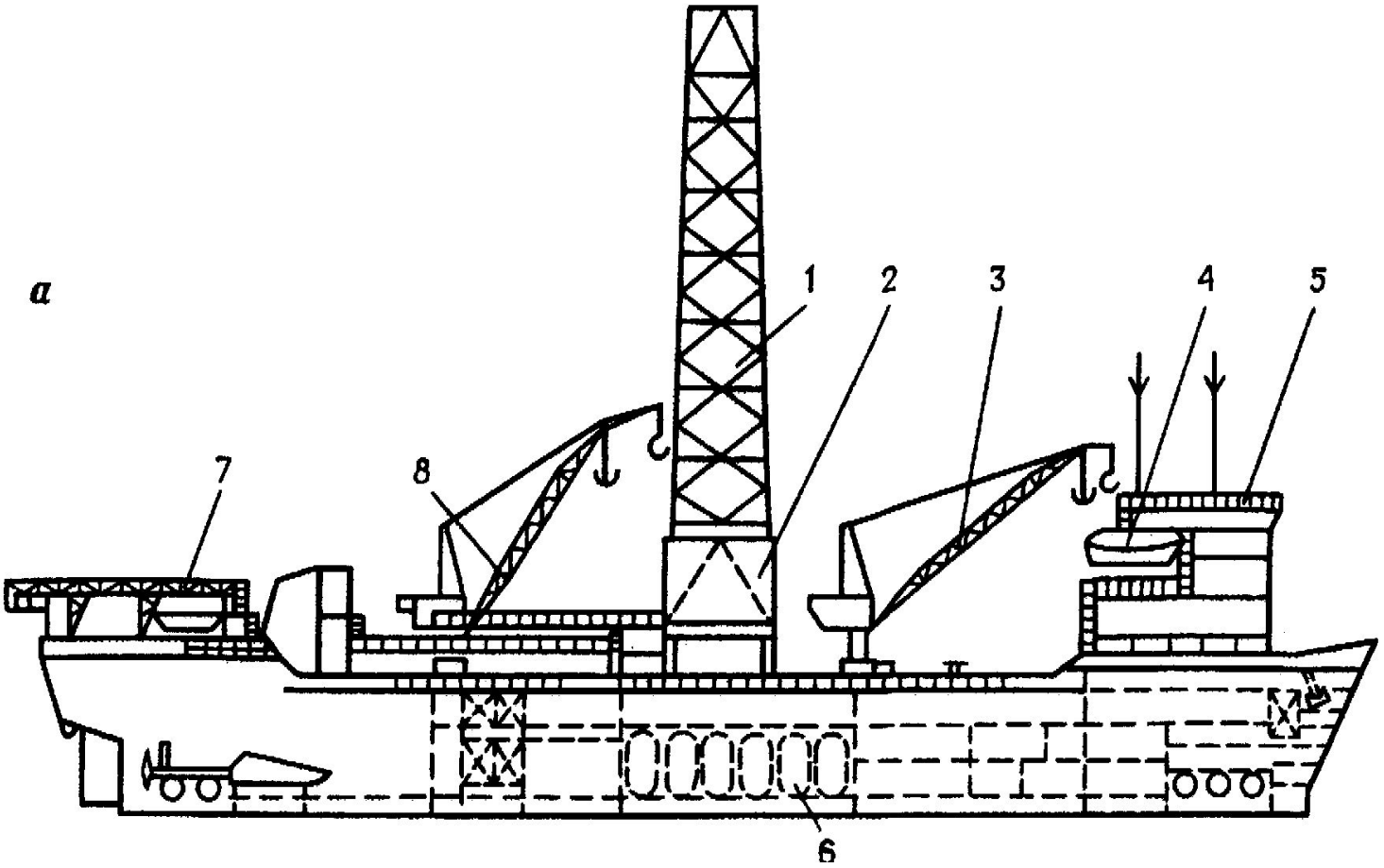
Состав оборудования включает в себя полный набор, необходимый для крупного океанского судна. С помощью GPS устройств реализуется активное управление буровым судном. Это позволяет проводить буровые операции непосредственно с корабля, но только в тех пределах, где его перемещения не мешают процессу бурения. На нижнем корпусе судна располагаются электрические двигатели, которые обеспечивают движение корабля в любом направлении.

Благодаря якорной системе, судно, оборудованное производственной, отгрузочной и хранилищной площадками, может вращаться вокруг вертикальной оси, в результате при воздействии ветра, его влиянию будет подвержена минимальная площадь. Буровая шахта (англ. moonpool) проходит через весь корпус судна, расширяясь к низу; буровые линии уходят от нее в глубину. На палубе располагается силовые установки и техническое оборудование. Нефть, добытая, а затем очищенная, хранится в резервуарах корпуса, впоследствии же ее загружают в челночные грузовые танкеры.

«Валентин Шашин» - уникальное, первое в мире буровое судно ледового класса. Обладание ледовым поясом позволяет судну проводить бурение поисковых скважин на континентальном шельфе арктических морей.
Длина судна – 142,4 м, ширина – 24 м, высота борта до главной палубы – 12,65 м, осадка – 7,3 м, водоизмещение – 16 866 тонн, грузоподъёмность буровой вышки – 454 тонны, высота буровой вышки – 48,8 м, глубина бурения – 6 500 м, глубина воды при бурении до 1 740 м, скорость – 13 узлов, экипаж – 116 человек. В случае приближения льдов судно может, отстыковав противовыбросовое оборудование от буровой плиты на дне моря, за три минуты уйти с точки бурения.

- Динамическая буровая вышка фирмы «Раума-Репола» установлена в средней части судна. Высота вышки — 48,8 м, грузоподъемность 454 т, талевая оснастка состоит из 12 струн. В комплекте с вышкой поставлено соответствующее буровое оборудование. Четырехскоростная буровая лебедка рассчитана на бурение до глубины 6500 м бурильной трубой диаметром 114 мм. Для устранения вертикального Перемещения бурильной колонны установлен компенсатор вертикальных колебаний. Весь процесс бурения механизирован.
- Судно оборудовано автоматическими устройствами, системами и механизмами по предотвращению загрязнения моря согласно рекомендации конвенции МАРПОЛ-73.
- На судне установлен водолазный комплекс фирмы «Комекс» 5А 1000 MNG, обеспечивающий работу четырех водолазов на глубине до 300 м. С водолазами поддерживается телефонная и телевизионная связь. Подводная телевизионная система позволяет осуществлять все подводные операции под визуальным наблюдением. Широкий диапазон подводнотехнических работ будет осуществляться при использовании комплекта оборудования для подводной сварки и резки.
- Для смены обслуживающего персонала буровой вышки и экипажа судна с помощью вертолета есть комплекс авиационно-технических средств. Конструкция взлетно-посадочной площадки обеспечивает техническое обслуживание вертолетов. Взлеты и посадки вертолетов обеспечиваются в любое время суток благодаря светотехническому оборудованию, средствам гидрометеорологического обеспечения, системе радиолокации, аппаратуре связи, пульту наблюдения и управления взлетно-посадочными операциями.

Схема расположения оборудования бурового судна «Валентин Шашин



Работа на борту судна Валентин Шашин

Экипаж водолазов в барокамере

С использованием указанного бурового судна были открыты следующие крупные и уникальные по своим запасам газовые месторождения на российском арктическом шельфе Баренцева и Карского морей:

1983 год – Мурманское газовое месторождение; 1985 год – Северо-Кильдинское газовое месторождение;

1988 год – Штокмановское газоконденсатное месторо- ждение;

1989 год – Ленинградское газоконденсатное месторождение.

БУРОВЫЕ СУДА

Noble Leo Segerius

спроектировано компанией GustoMSC

Параметр	Величина
Длина	147,7 м
Ширина	27,0 м
Высота до основной палубы	12,5 м
Максимальная осадка	7,5 м
Размеры буровой вышки	56 м x 13 м x 11 м
Дедвейт	7764 т
Топливо	3183 т
Буровой раствор	730 т
Пресная вода	424 т
Питьевая вода	190 т
Балластная вода	6000 т

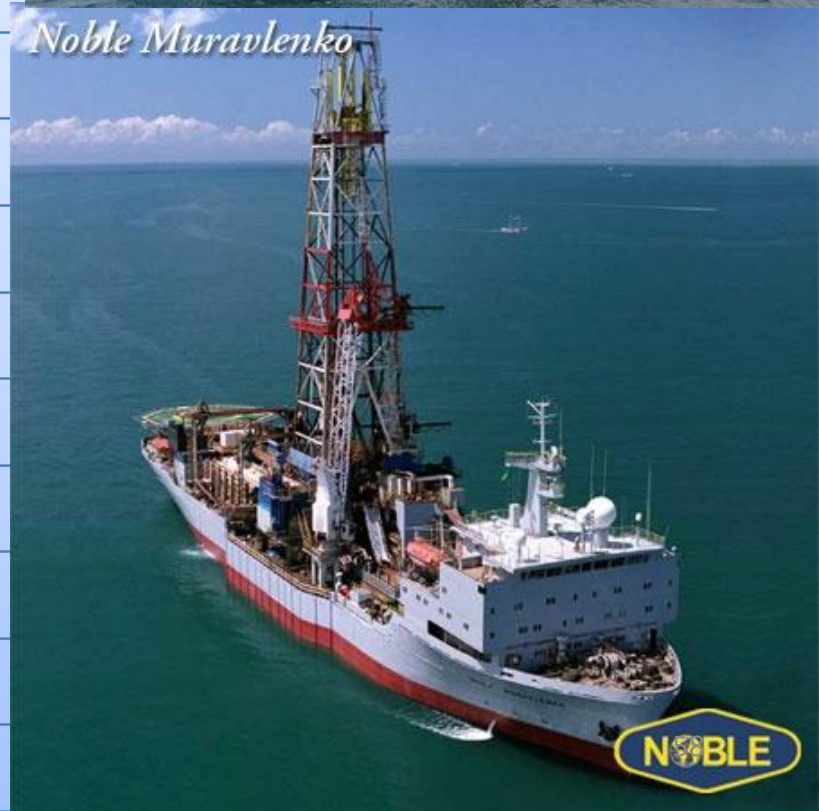


ТАБЛИЦА 6

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НЕКОТОРЫХ БУРОВЫХ СУДОВ

Судно	Глубина, м		Главные размерения, м				Полное водоизмещение, т	Скорость, узл.	Мощность, кВт	Запасы, м³						Экипаж, чел.
														вода		
	моря	бурения	длина	ширина	высота борта	осадка				порошкообразный материал	буровой раствор	цемент	топливо	техническая	питьевая	
«Гломар II-V»	180	6000	81,7	17,7	—	4,6	5800	—	956	140	82	775	330	1640	200	60
«Гломар Челленджер»	6000	7600	116	19,8	82	6,1	10500	12,5	7353	175	500	175	1800	2500	85	68
«Навигатор»	180	6000	102	19,8	88	5,2	7000	—	6250	113	245	113	164	2450	—	80
«Циклон»	180	7600	116	21,4	88	6,4	—	—	—	150	330	140	900	2850	330	70
«Седко-445»	600	7600	135	21,4	—	7,0	14000	14	10294	—	450	—	2000	1900	—	86
«Дискаверер I»	360	6000	97,5	21,4	76	—	—	—	—	125	265	42	515	1220	82	72
«Дискаверер III»	300	7600	114	21,4	79	6,1	11330	12	—	200	—	—	845	1140	157	71
«Сайпем II»	300	7600	137	22,0	122	6,9	13000	13	9706	283	590	140	1800	2050	250	88
«Пеликан»	300	6000	137	21,4	125	7,0	16450	14	11764	510	250	—	3500	250	190	79
«Валентин Шашин»	300	6500	1494	24,0	125	7,3	—	13	12840 *	—	—	1116 **	2200	410 555 92	100	—

* По мощности главных дизелей.
** Барит, бектонит, цемент.

ТАБЛИЦА 7

Операции	Вертикальная качка (максимальная), м	Бортовая качка, градус	Метеорологические условия	
			высота волны, м	период, с
Бурение, спуск и подъем труб	2,5—3,0	2—3	5	8,5
Спуск обсадной колонны	1,5	2—3	4	7,4
Спуск противовыбросового оборудования, водоотделяющей колонны, водолазные работы	1,0	1—2	2,6	7,5
Каротажные работы, цементирование	1,5	2—3	4	7,4
Отсоединение и уход с точки бурения	> 4,5	> 8,0	9	8,5

Различают три основных типа волн на море:
1. Ветровые (преобладают на поверхности океанов и морей),
2.Анемобарические (стоячие или сейши), возникающие при сгонах или нагонах воды и при резких изменениях атмосферного давления,
3.Сейсмические, происходящие в результате динамических процессов в земной коре (землетрясений и моретрясений), одним из видов таких волн являются цунами.

Степень волнения моря в баллах определяется по СПЕЦИАЛЬНЫМ ТАБЛИЦАМ.
Прибой - увеличение высоты и уменьшение длины волн при вступлении их на мелководье. Верхняя часть волны наклоняется вперед, а гребень опрокидывается, рассыпаясь в пену.

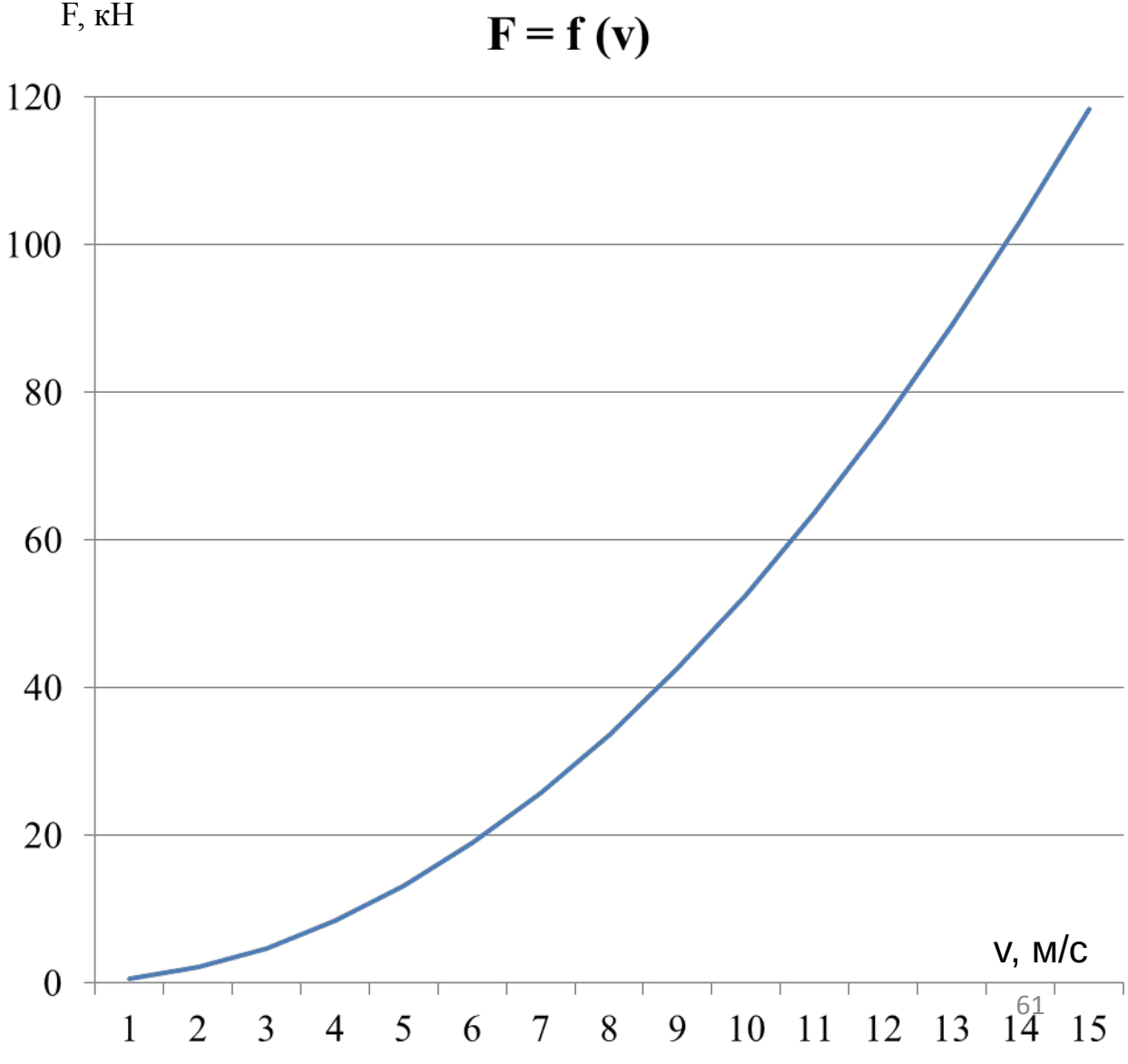
Бурун - явление, когда волны опрокидываются и разбиваются
над мелями, банками, рифами и другими резкими повышениями дна.

Толчея - встреча волн с разных направлений, в результате чего они утрачивают определенное направление движения и представляют собой беспорядочные стоячие волны.

Зыбь - волнение, продолжающееся после ветра, уже затихшего, ослабевшего или изменившего свое направление, или волнение, вызванное ветром, дующим вдали от места наблюдения.
Мертвая зыбь - зыбь, распространяющаяся при полном безветрии.

Ветровые нагрузки

Скорость ветра, м/с	Нагрузка на буровое судно, кН
1	0,5
2	2,1
3	4,7
4	8,4
5	13,1
6	19,0
7	25,8
8	**33,7**
9	42,6
10	52,6
11	63,7
12	75,8
13	89,0
14	103,2
15	118,4

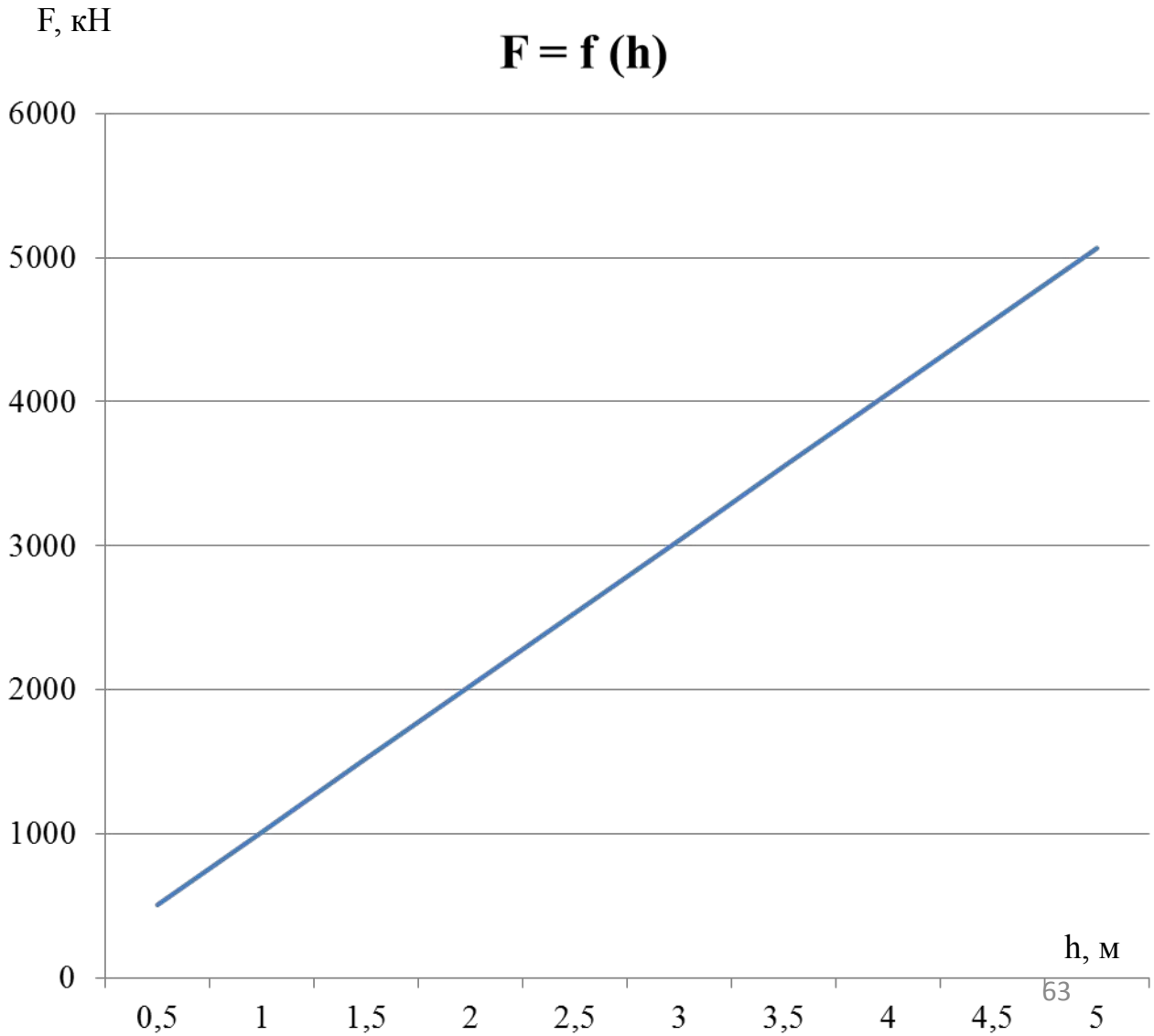


Параметры ветра и волнения

Сила ветра, баллы	Скорость ветра, м/с	Высота волны, м	Средний период волнения T, с	Эквивалентная длина волны, м
1	0,5—2,0	2,1	4,5	32
2	2,0—3,5	2,5	4,9	37
3	3,5—5,5	3,0	5,3	45
4	5,5—8,5	3,6	5,9	54
5	8,5—11,5	4,4	6,5	65
6	11,5—14,5	5,3	7,1	79
7	14,5—17,5	6,3	7,8	94
8	17,5—21,5	7,4	8,4	110
9	21,5—24,5	8,6	9,1	129
10	24,5—28,5	10,0	9,8	149
11	28,5—33,0	11,5	10,5	171
12	33,0—36,0	13,0	11,1	194

Волновые нагрузки

Высота волны, м	Волновая нагрузка, кН
0,5	506,8
1	1013,6
1,5	1520,3
2	2027,1
2,5	2533,9
3	**3040,7**
3,5	3547,5
4	4054,3
4,5	4561,1
5	5067,8



Максимальные элементы волн в различных бассейнах

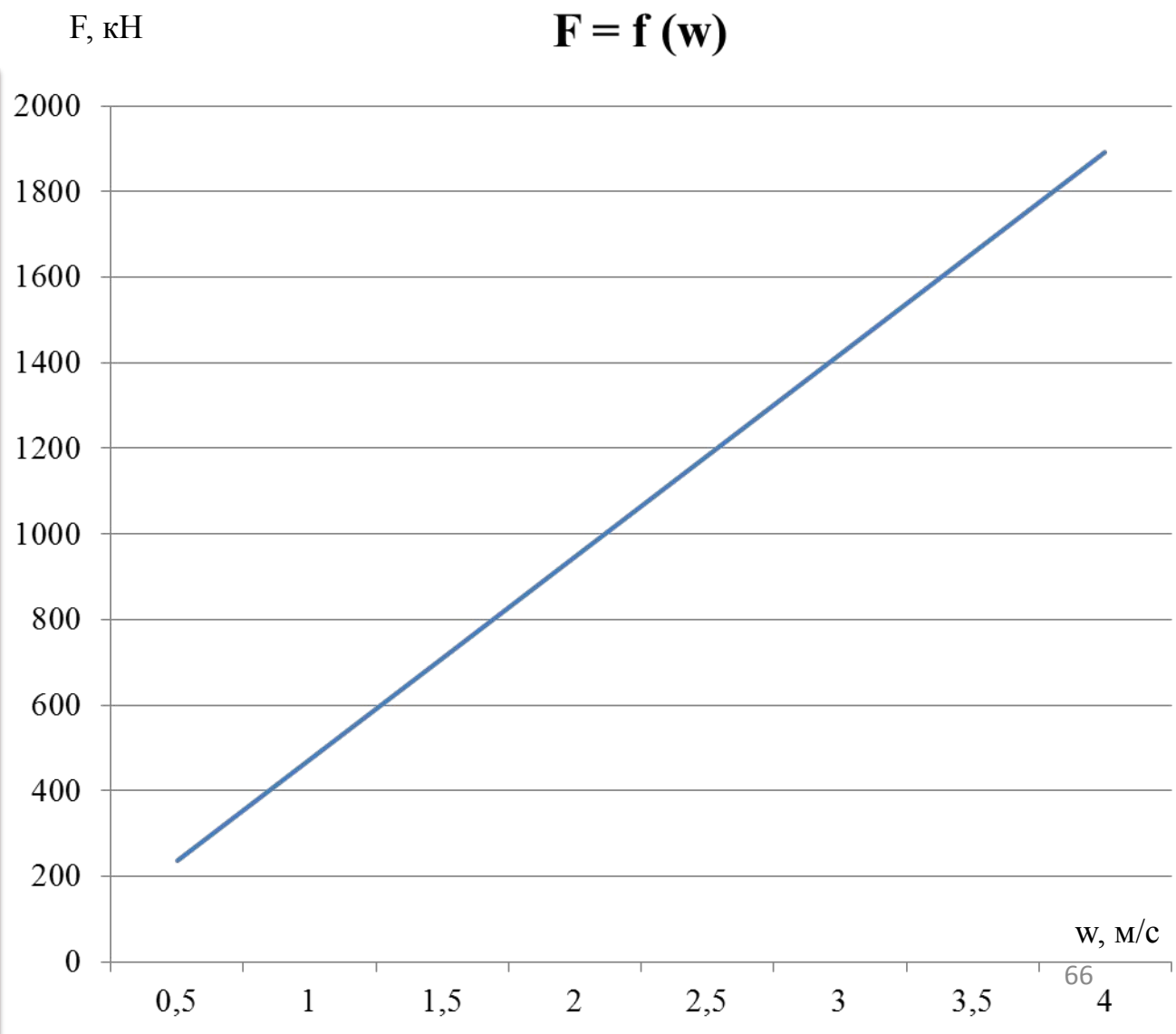
Район Мирового океана	Высота волны в метрах	Длина волны в метрах	Период в секундах
Южная часть Атлантического и Тихого океанов	15-20	400	12-15
Атлантический океан	12-15	300	10-12
Баренцево море	9	150	8-9
Японское и Охотское моря	7	100	8
Балтийское море	5	50-80	6-7
Черное море	5	80	6-7
Финский залив	2	40	4-5

Шкала степени волнения моря

Высота волны от	Высота волны до	Балл	Характеристика волнения
-	-	0	Отсутствует
0	0,25	1	Слабое
0,25	0,75	2	Умеренное
0,75	1,25	3	Значительное
1,25	2,0	4	Значительное
2,0	3,5	5	Сильное
3,5	6,0	6	Сильное
6,0	8,5	7	Очень сильное
8,5	11,0	8	Очень сильное
11,0	И более	9	Исключительное

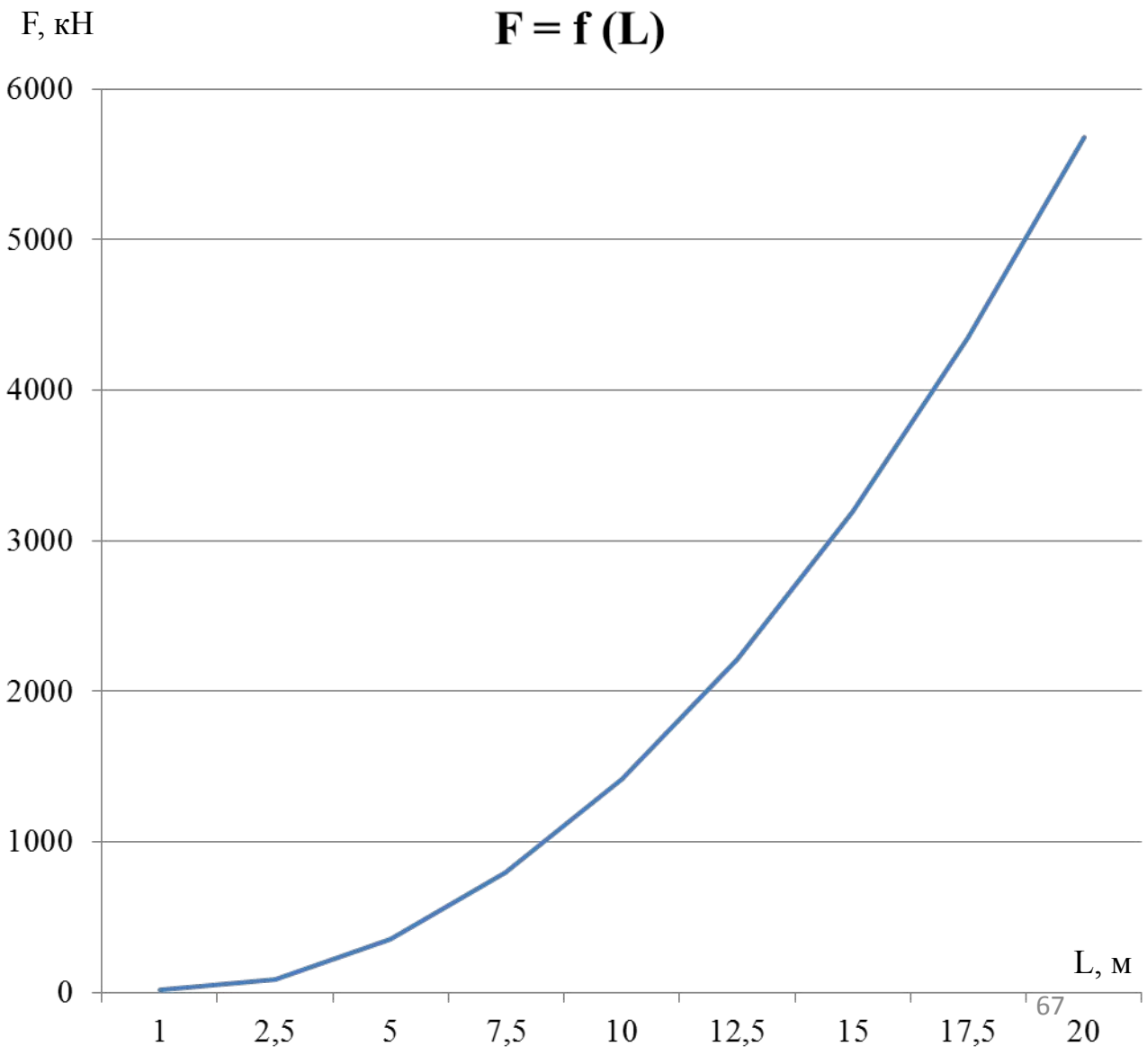
Морские течения

Скорость течения, м/с	Нагрузка, кН
0,25	118,3
0,5	236,6
0,75	354,9
1	**473,2**
1,5	709,8
2	946,4
2,5	1183,0
3	1419,6
3,5	1656,2
4	1892,8



Ледовые нагрузки

Толщина (высота) льда, м	Нагрузка, кН
1	14,2
2,5	88,7
5	354,8
7,5	798,3
10	**1419,3**
12,5	2217,7
15	3193,5
17,5	4346,7
20	5677,3



СОЧЕТАНИЕ НАГРУЗОК

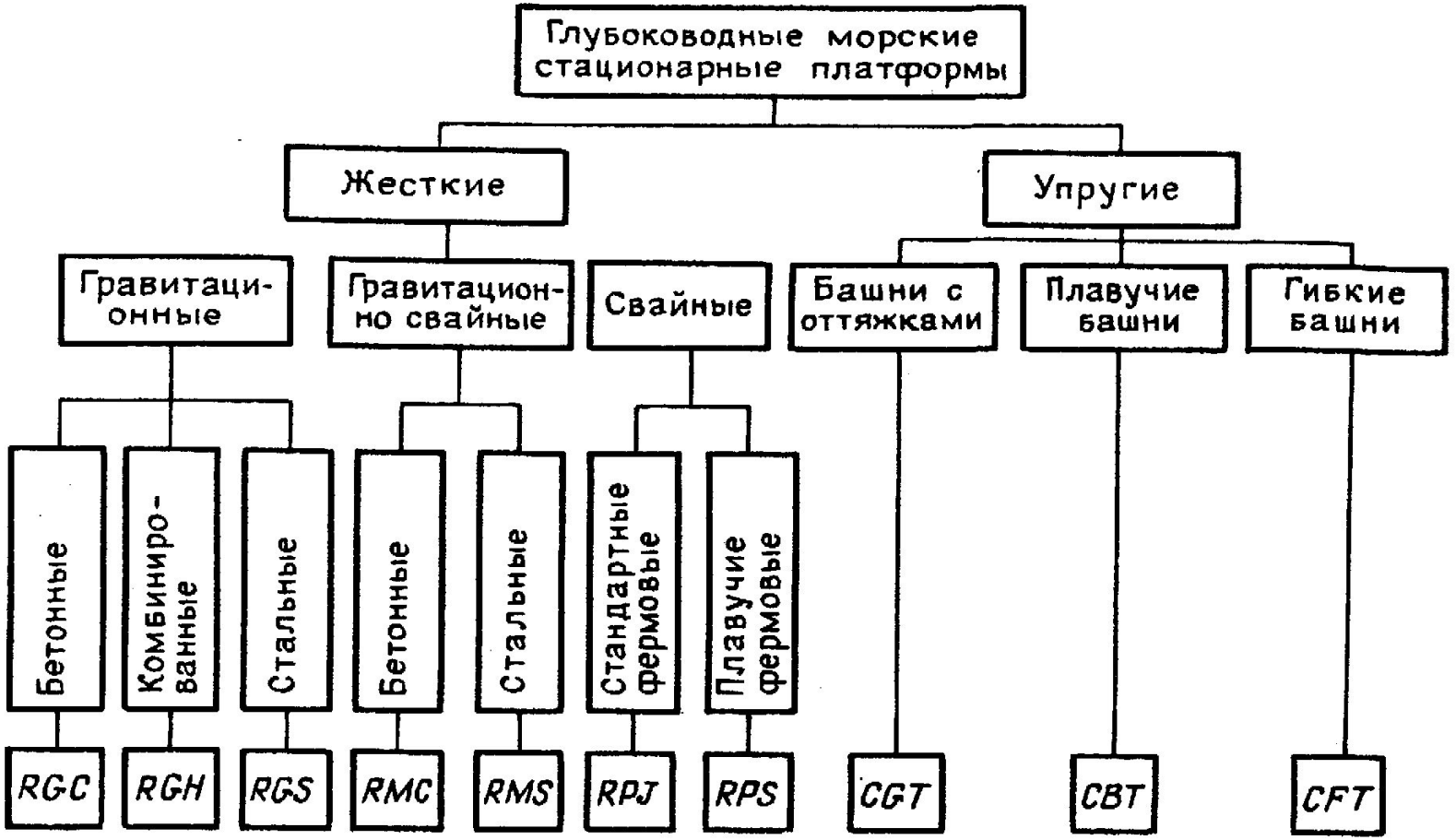
Показатели	Максимальные условая бурения	Предельные условия		Предельные условия плавания (выживания)
		I случай	II случай	
	Совместная нагрузка от: груза на крюке, ветра, вертикальной, бортовой и килевой качек, крена и рабочих нагрузок			Совместное воздействие нагрузок на крюке, ветра, килевой и бортовой качек
Ветер, м/с	51,8	34	51,8	51,8
Постоянный крен, градус	3	2	3	
Бортовая качка (полуамплитуда), градус	10/10	5/10	10/10	30/10
Килевая качка (полуамплитуда), градус	4/10	2/12	14/10	3/10
Вертикальная качка, м	3,6/8	3,6/8	6,6/8	—
Нагрузка (груз) на крюке, кН	33,8	22,5	Нет	—
Нагрузка от собственного веса подсвечника, кН	—	18	18	9

Примечание. 1. Для всех видов качки в знаменателе указаны периоды в с.2. Центр бортовой качки (ниже основания буровой вышки) равен 13,2 м.

Принцип и признак классификации
КЛАССИФИКАЦИЯ
Морские буровые установки
Стационарные установки
1. Расположение верхнего строения
Стационарные
Подвижные (плавучие)
Надводные
Подводные
2. Обеспечение устойчивости от сдвига и опрокидывания
Гравитационные
На свайном основании
Гравитационные
На свайном основании
3. Конструктивный признак
Платформы
Искусственные острова
Платформы сквозной конструкции
Эстакады
Плавучие установки
1. Способ транспортировки
На плаву
На воздушной подушке
2. Способ удержания на месте
Опирающиеся на дно при работе
Плавучие
Плавучие
3. Конструктивный признак
Погружные
Самоподъемные
Полупогружные
На натянутых связях

Принцип и признак классификации
КЛАССИФИКАЦИЯ
1. Материал корпуса
2. Основной конструктивный признак
3. Опорный блок
4. Обеспечение устойчивости от сдвига и опрокидывания
5. Конструктивный признак второго уровня
Стационарные морские буровые установки
Стальные
Железобетонные
Платформы
Конструкции из судового корпуса
Эстакады
Сплошностенные
С ферменным опорным блоком
Гравитационные
Свайные
С корпусом (понтоном), выступающим из воды
С опорными колоннами на подводном фундаментном блоке
На погруженном понтоне или башмаках
На свайном основании
В виде мачты с оттяжками

классификация морских стационарных платформ



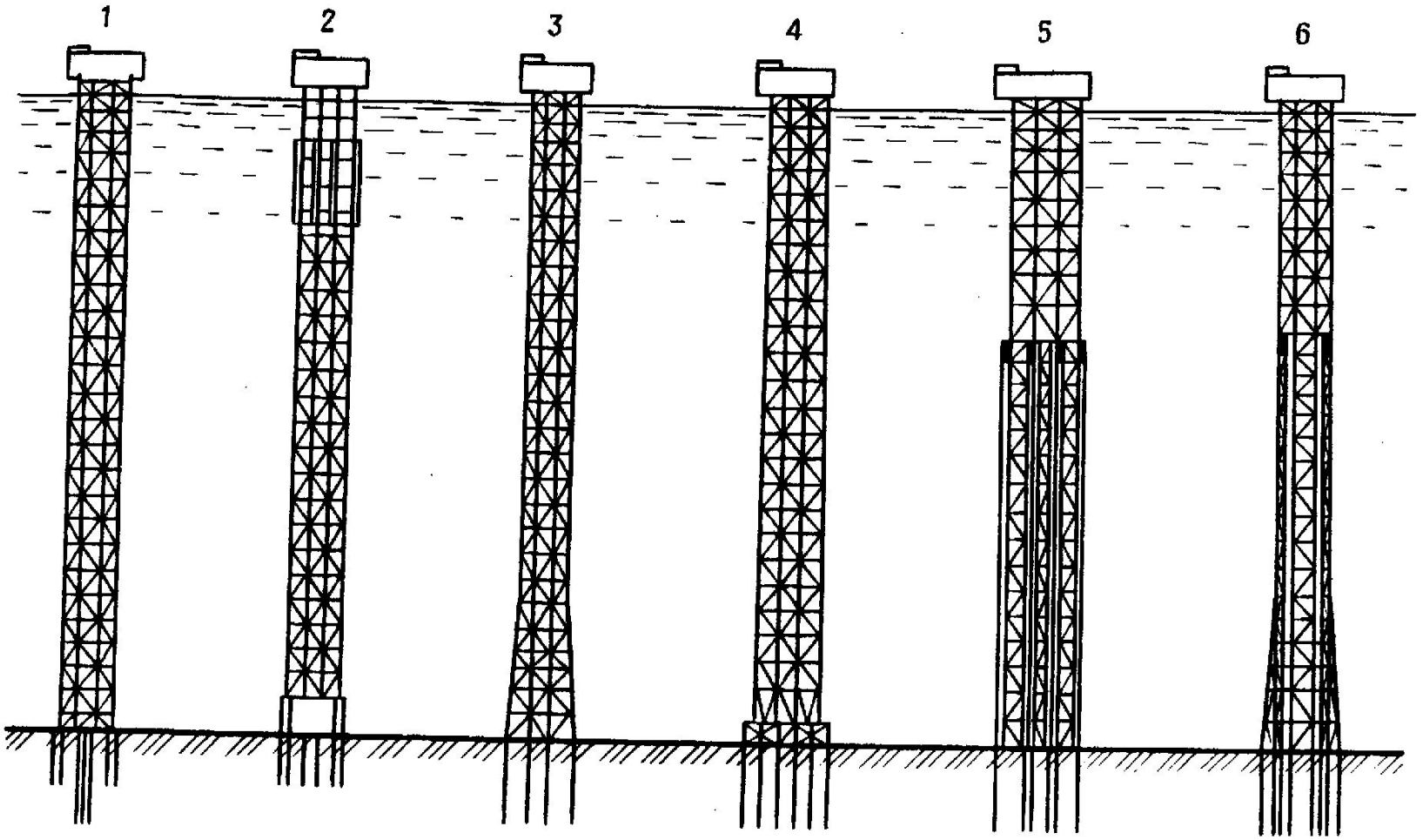


Рис. 59. Схемы упругих платформ:

1 — башня с оттяжками; *2* — плавучая башня; *3* — башня с оттяжками и жестким основанием; *4* — гибкая башня; *5* — упругая свайная башня; *6* — упругая свайная башня с жестким основанием

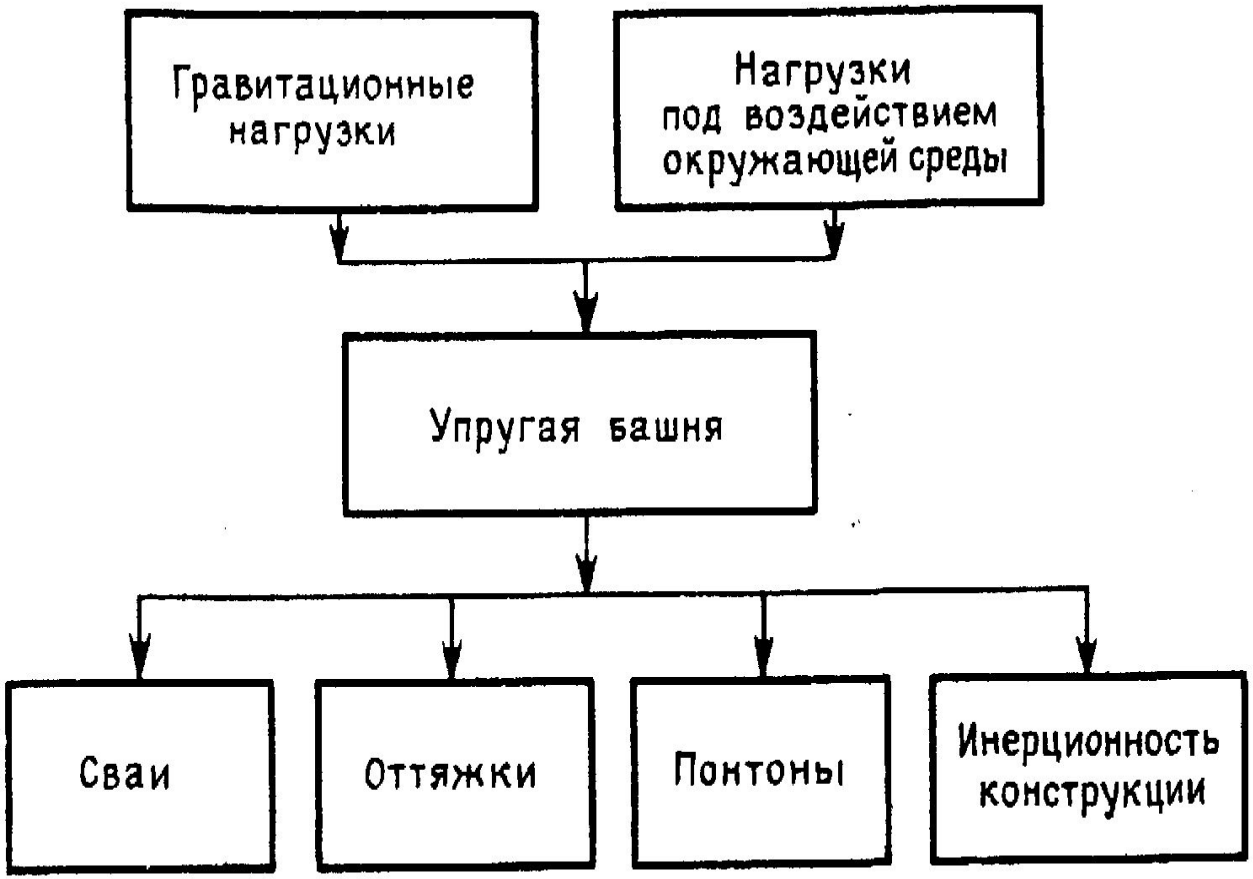


Рис. 58. Схема распределения нагрузок между основными элементами конструкции упругих башен

Самоподъемная плавучая буровая установка (Jack-up drilling rig)

Этот тип морских буровых установок по способу перемещения, видам работ, форме корпуса и структуре производственной платформы напоминает буровую баржу, и иногда является модернизированной буровой баржей.

В конструкцию включены три, четыре или пять опор с башмаками, опускаемых и задавливаемых в дно на время осуществления буровых работ.

При этом также может производится заякоривание буровой установки, но стояние на опорах является более безопасным режимом эксплуатации, так как в этом случае корпус не касается поверхности воды.

Глубина воды на которой может работать самоподъемная буровая платформа ограничена, как правило длиной опор и не превышает 150 метров.

Погружная установка представляет из себя платформу с двумя, помещенными друг на друга, корпусами.

В верхнем корпусе располагаются жилые помещения для экипажа, как и на обычной буровой платформе. Нижняя часть – заполняется воздухом (чем обеспечивает плавучесть) при перемещении, а после прихода на место назначения, воздух выпускается из нижнего корпуса, и буровая платформа погружается на дно.

Преимуществом погружных установок является высокая мобильность, однако при этом глубина выполнения буровых работ – невелика и не превышает 25 метров.

Полупогружная буровая установка (Semisubmersible rig)

Наиболее распространенный тип морских буровых установок, сочетает в себе преимущества погружных конструкций и способность проводить буровые работы на глубине более 1500 метров.
Конструкция полупогружной установки включает опоры, которые обеспечивают плавучесть платформы и обеспечивают большой вес для сохранения вертикального положения. В процессе передвижения полупогружная морская буровая установка происходит закачивание и выкачивание воздуха из нижнего корпуса (когда выпускается воздух полупогружная установка притапливается лишь частично, не достигая при этом морского дна и остается на плаву).

В процессе буровых работ осуществляется заполнение нижнего корпуса водой, в результате чего достигается необходимая устойчивость. Укрепление тяжелыми 10-тонными якорями, дает гарантии безопасности при эксплуатации платформы в бурных морских водах. При необходимости удерживать установку на одном месте также применяется активное рулевое управление.

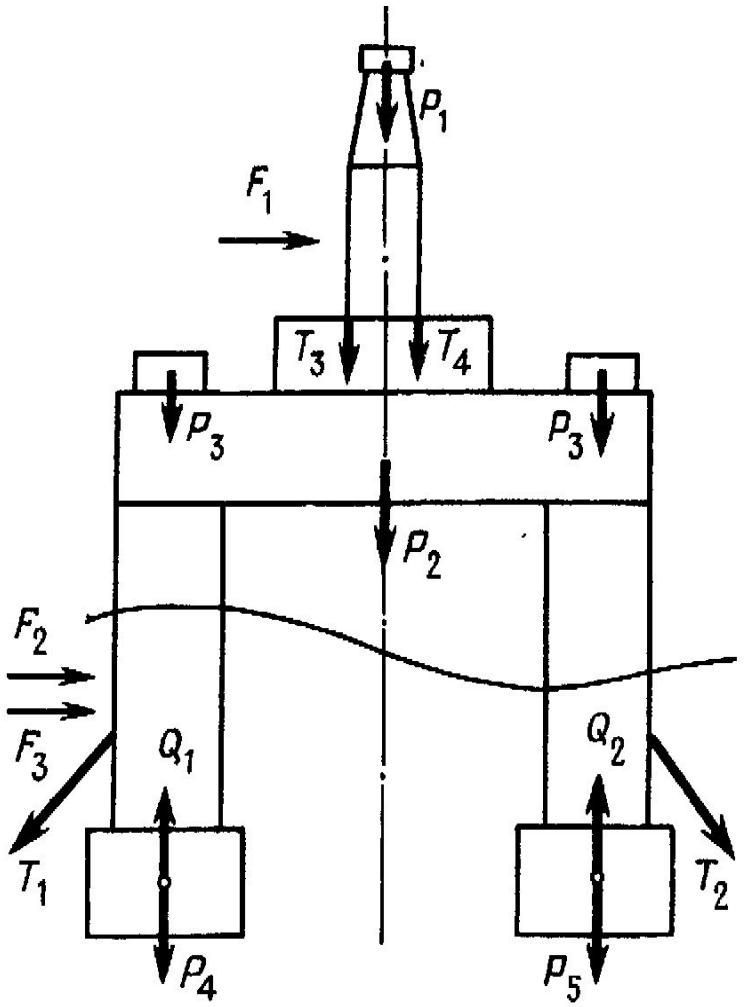


Схема сил деиствующих на ППБУ

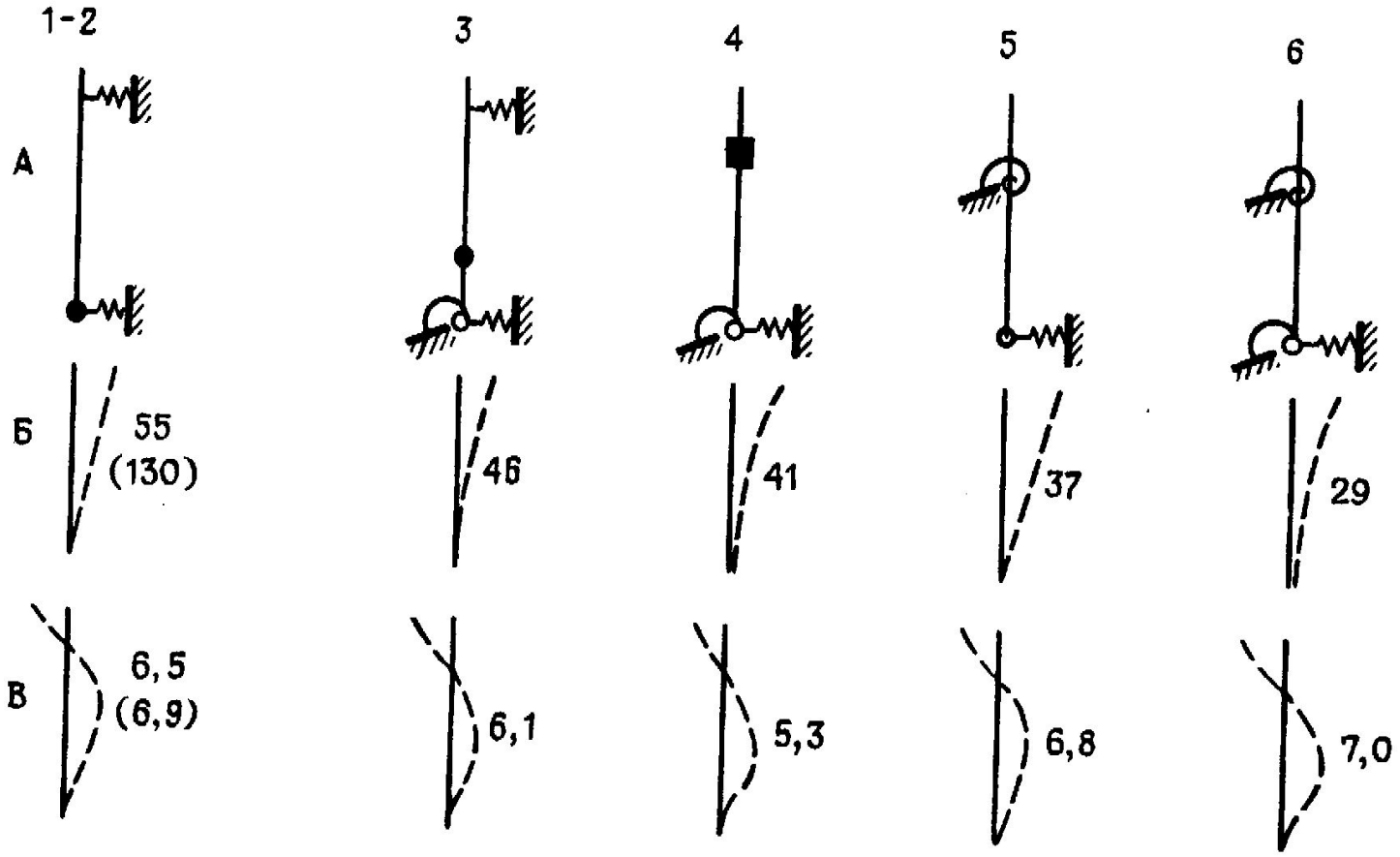


Рис. 60. Упрощенные модели упругих платформ:

А — упрощенная модель; *Б* — период поперечных колебаний; *В* — период изгибных колебаний. *1, 2* — башня с оттяжками и плавучая башня; *3* — башня с оттяжками и жестким основанием; *4* — гибкая башня; *5* — упругая свайная башня; *6* — упругая свайная башня с жестким основанием 55 (130), 46, 41, 37, 29 — величины периодов поперечных колебаний в с; 6,5 (6,9); 6, 1, 5, 3, 6, 8, 7, 0 — величины периодов изгибных колебаний в с

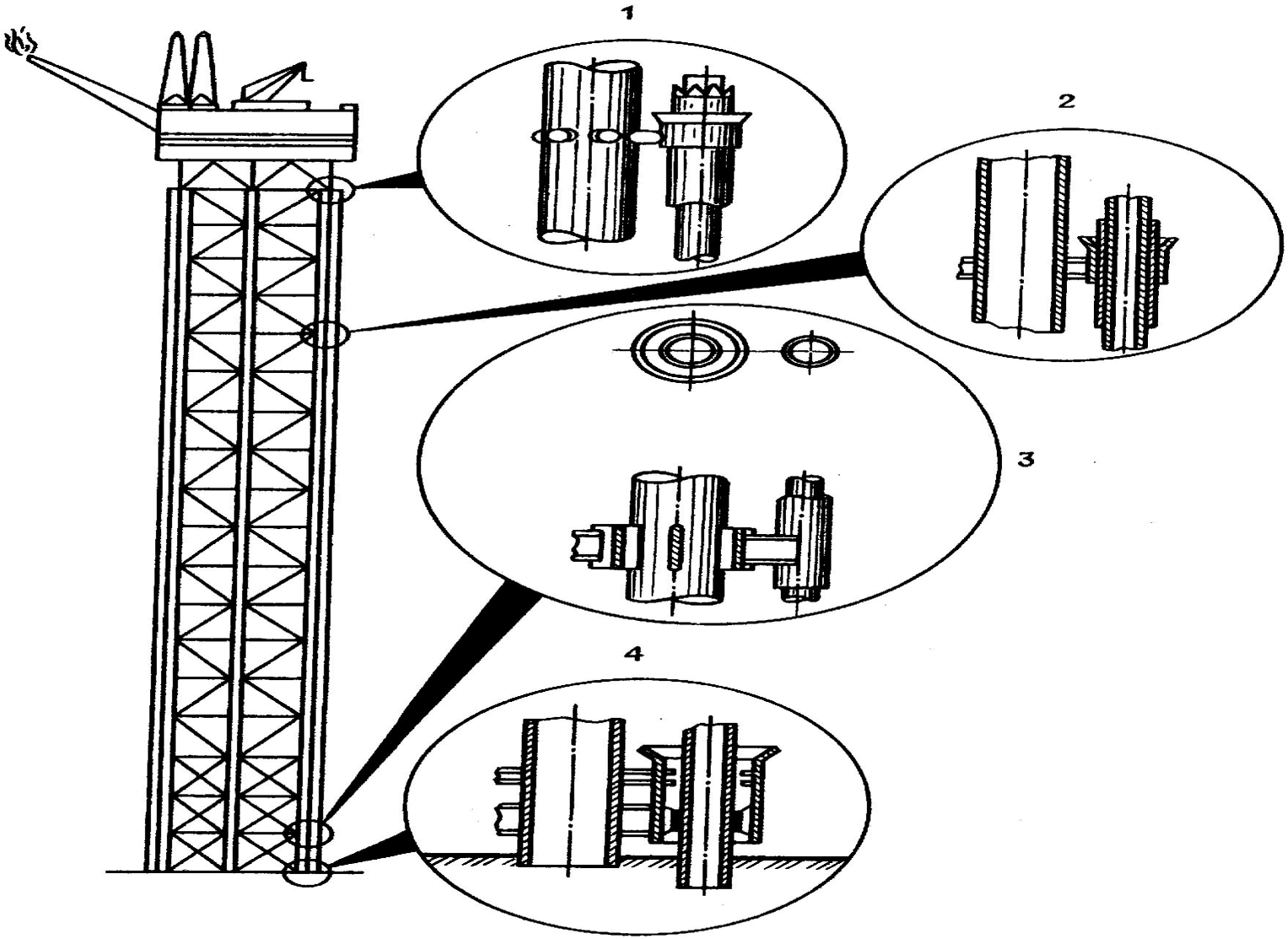


Рис. 61. Крепление свай к опорам платформы:

1 — свая, приваренная к направляющей втулке; *2* — свая свободно проходит через направляющую втулку; *3* — узел крепления направляющей втулки к главной опоре; *4* — нижняя удлиненная направляющая втулка

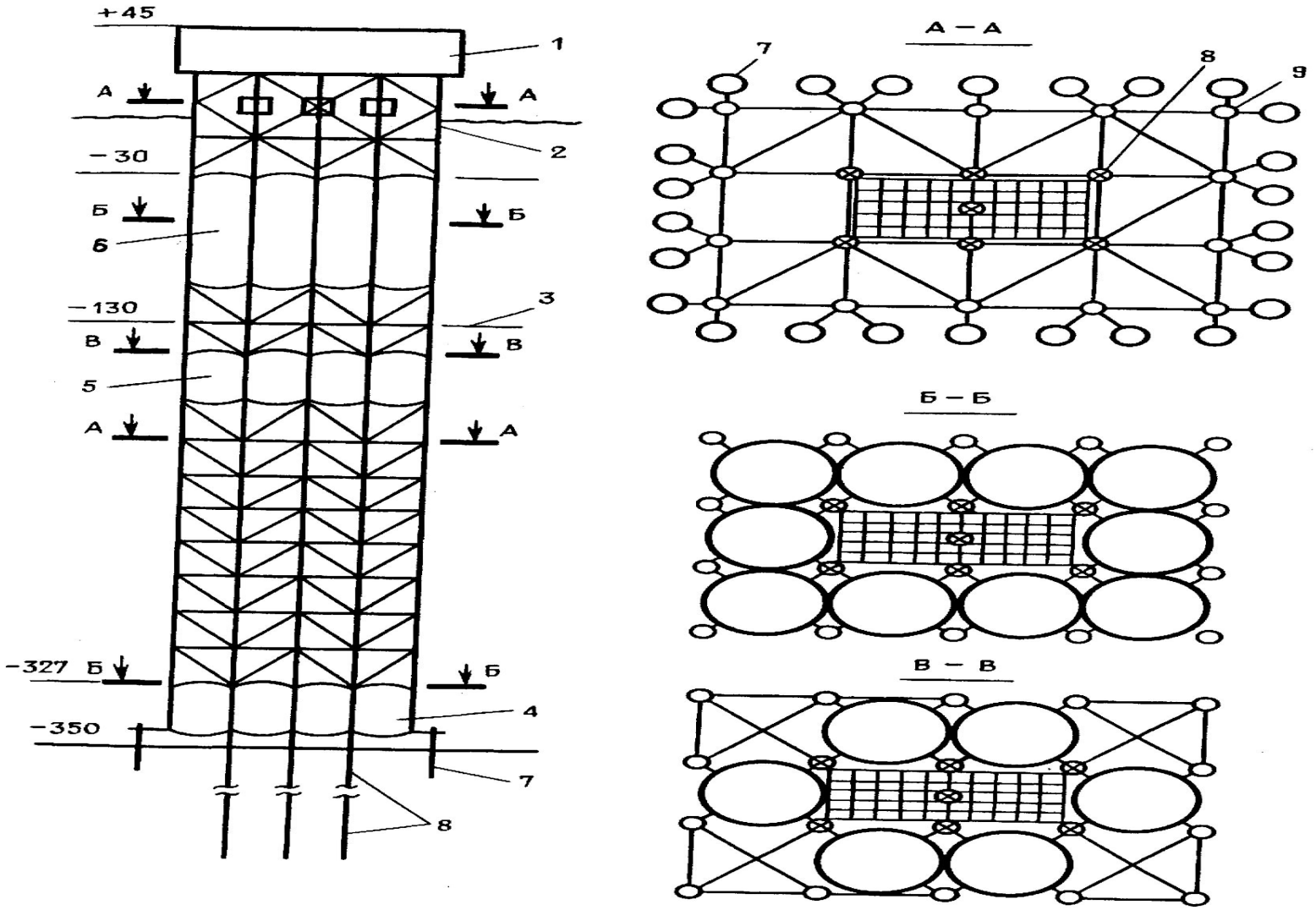


Рис. 62. Схема платформы РВР:

1 — палуба массой 30 тыс. т; *2* — крепление осевых свай на отметке + 10 м; *3* — сочленение верхней и нижней секций (плоскость сочленения); *4* — балластные камеры; *5* — нижние понтоны; *6* — верхние понтоны; *7* — 26 периферийных свай, воспринимающих горизонтальную нагрузку и работающих на срез; *8* — семь осевых свай; *9* — 20 опор переменного сечения

Фирма	Место установки	Глубина моря, м	Размеры палубы, м
«Коноко»	Северное море	148	78,5×74,4
«Флюор сабси сервис»	Западное побережье США Западное побережье Африки	300—610	76,5×82,6
То же	Западное побережье США	550	80,8×71,6
» »	Юго-Восточная Азия Мексиканский залив	240—290	77,4×74,4
«Глобал Марин»	В умеренных условиях	150—610	55,5×55,5
То же	То же	260—1290	103×103
«Галф Ойл»	Западное побережье США	915—2440	—
«Текномаре»	Средиземное море	835	—

Примечание. В скобках даны диаметры труб и тросов в мм.

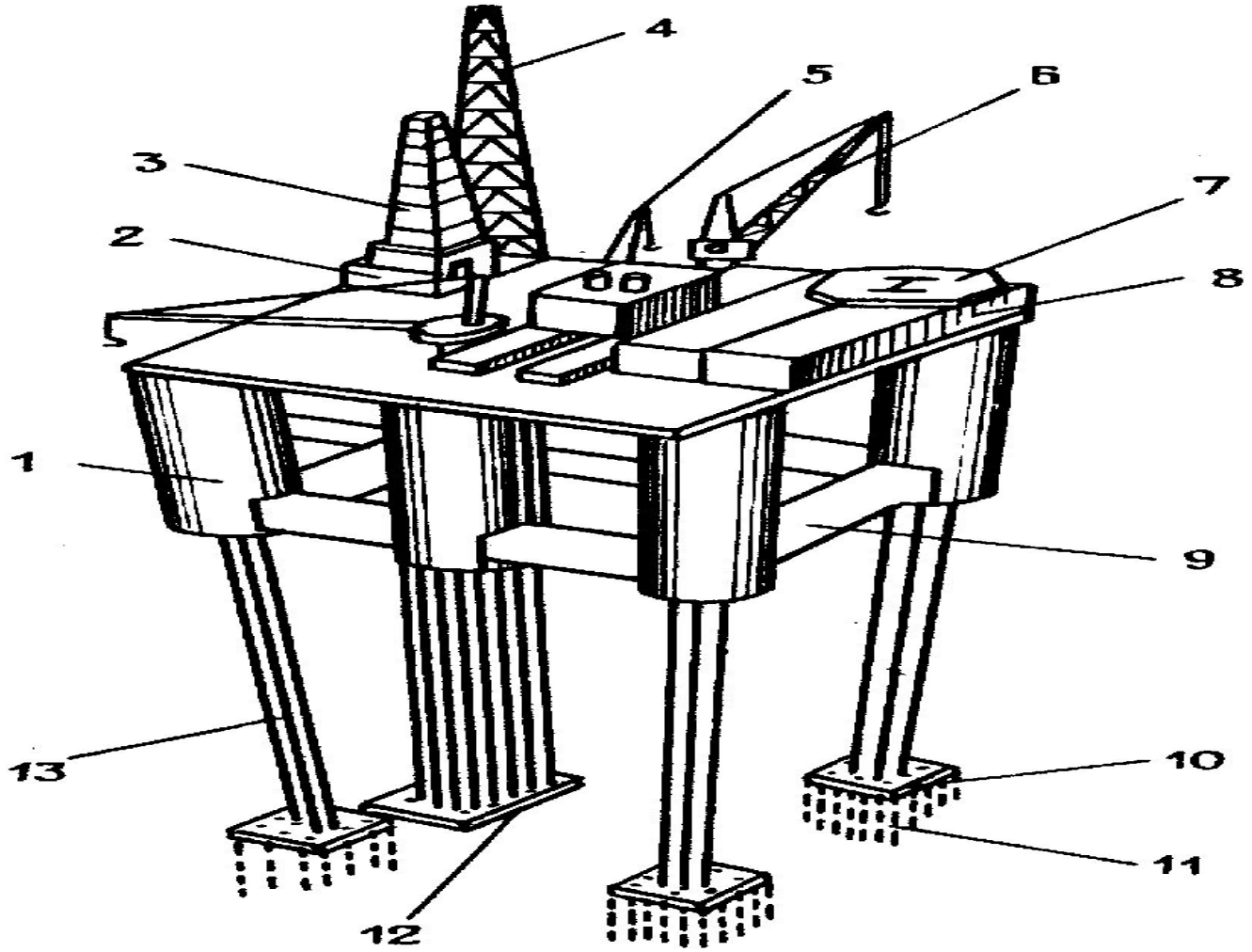


Рис. 63. Платформа, установленная на месторождении Хаттон в Северном море

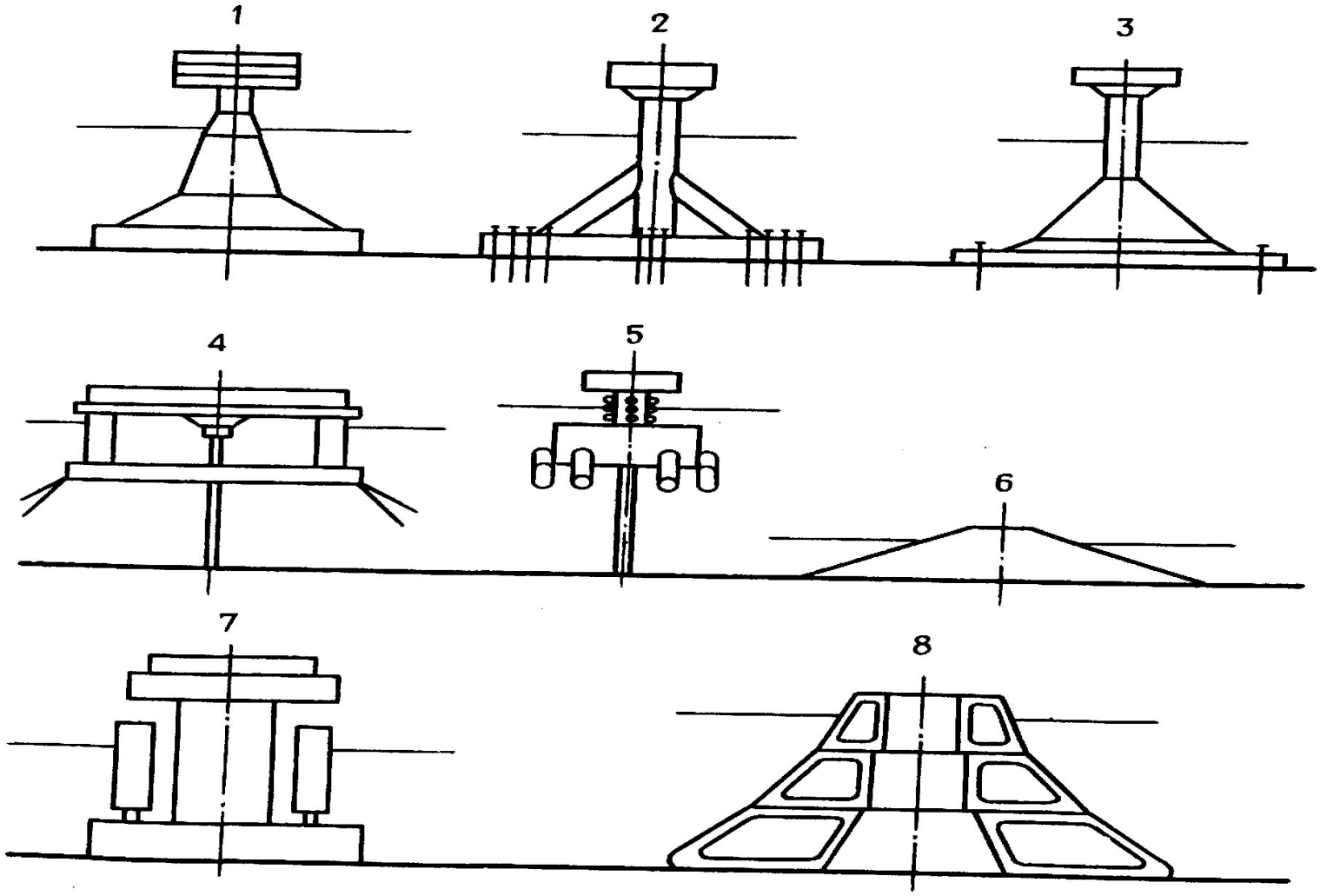
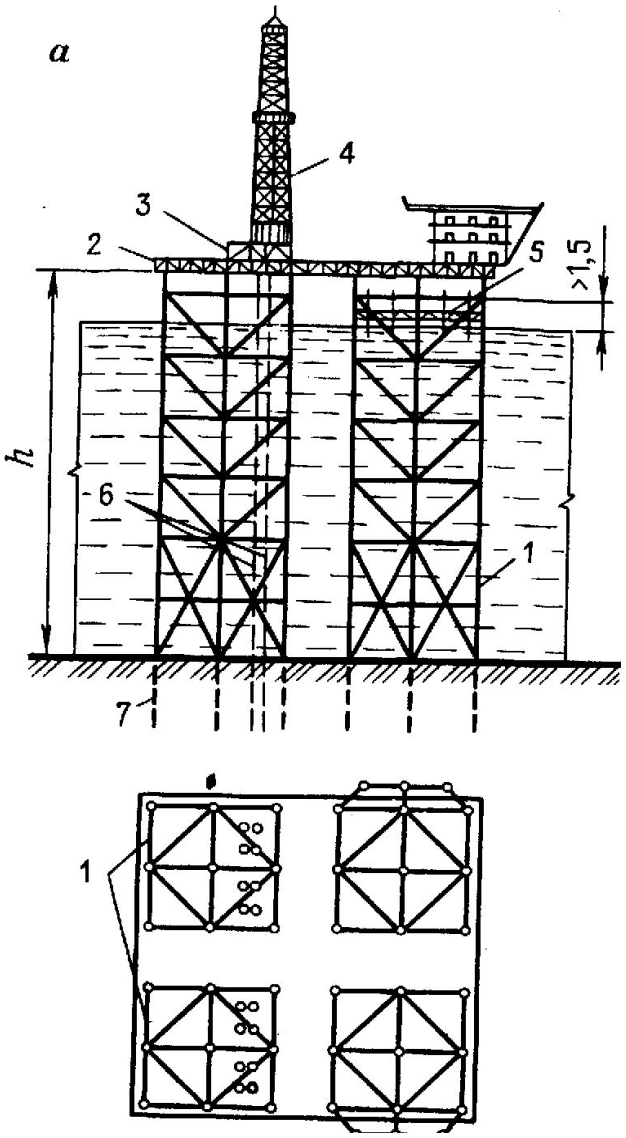


Рис. 64. Схемы конструкций сооружений:

1 — гравитационное основание башенного типа с коническим неподвижным ледоломом; *2* — свайное основание с одной опорой и монолитным фундаментом; *3* — конструкция основания с развитой опорной частью; *4* — плавучее основание с якорной системой, полупогружное с противоледовой защитой; *5* — полупогружное основание с ледорезом; *6* — насыпное гравийное основание; *7* — гравитационное основание с оградительным кольцом; *8* — основание многоразового использования, островного типа, из стальных кольцевых кессонов

Рис. 54. Схемы МСП, применяемые на Каспийском море:

а — четырехблочная МСП; *1* — опорный блок; *2* — верхнее строение; *3* — подвышечные конструкции; *4* — буровая вышка; *5* — причально-посадочное устройство; *6* — водоотделяющая колонна (обсадная); *7* — свайный фундамент; *б* — двухблочная МСП; *1* — опорный блок; *2* — верхнее строение; *3* — причально-посадочное устройство; *4* — буровая вышка; *5* — водоотделяющая колонна; *6* — свайный фундамент; *в* — моноблочная МСП; *1* — опорный блок; *2* — верхнее строение, модули; *3* — буровая вышка; *4* — водоотделяющая колонна; *5* — свайный фундамент; *6* — причально-посадочное устройство



Промысловый морской трубопровод или связка промысловых морских трубопроводов, соединяющие скважины с подводным расположением устьев, или выкидные морские трубопроводы с надводными морскими нефтегазопромысловыми сооружениями.

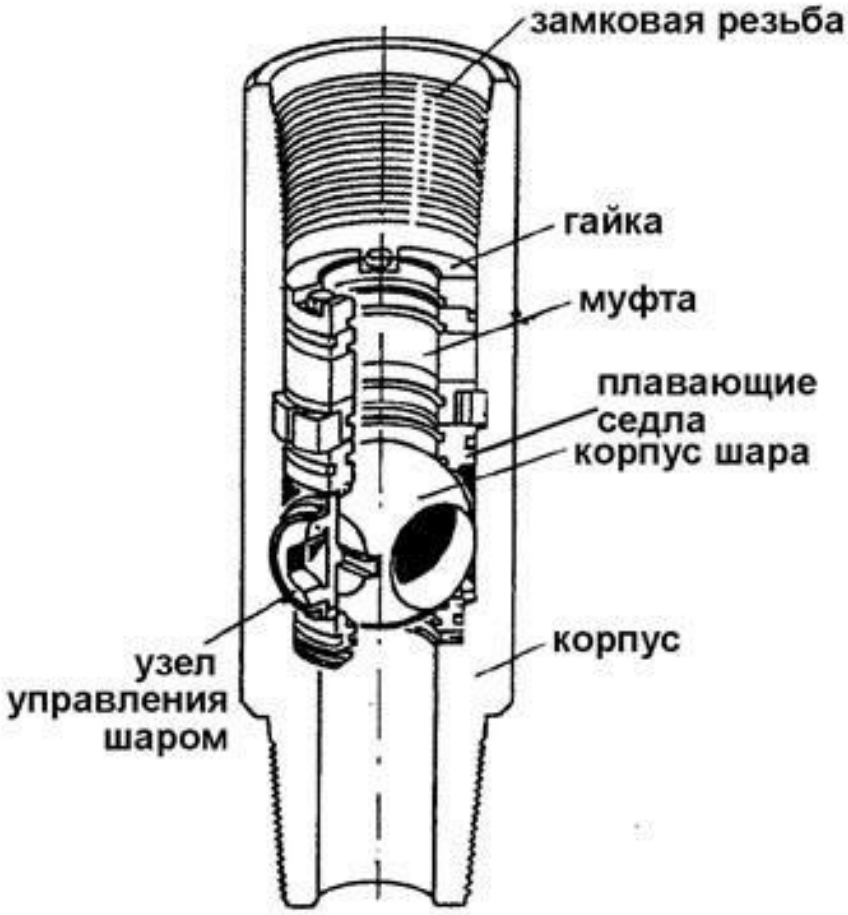
Морской стояк обеспечивает замкнутую циркуляцию бурового раствора и изоляцию ствола бурящейся скважины от морской воды. Находящаяся в морском стояке бурильная колонна подвешена через компенсатор вертикального перемещения на талевом блоке. Телескопическое соединение морского стояка и наличие компенсатора вертикального перемещения обеспечивают ограниченное перемещение ППБУ по вертикали по отношению к ПУО, жестко закрепленному на морском дне. Горизонтальное перемещение ППБУ по отношению к устью скважины ограничивается допустимой гибкостью бурильной и обсадной колонн и конструкции шарнира морского стояка. Обычно горизонтальное перемещение составляет 3 - 5 % глубины моря. Вертикальное перемещение ограничивается длиной хода компенсатора.

Морской стояк обеспечивает замкнутую циркуляцию бурового раствора и изоляцию ствола бурящейся скважины от морской воды. Находящаяся в морском стояке бурильная колонна подвешена через компенсатор вертикального перемещения на талевом блоке или кронблоке.

Райзер (морская водоотделяющая колонна, морской стояк, marine riser) – представляет собой трубу большого диаметра, составленную из нескольких труб диаметром 400-600 мм и предназначен для соединения морской буровой установки с подводным противовыбросовым оборудованием или блоком устьевого соединителя, установленным на устье скважины, для последующего спуска в скважину бурильной и обсадной колонн, отвода использованного бурового раствора на регенерацию и очистку и управления скважиной через манифольдные линии.

верхняя секция с отклонителем потока и шаровым компенсатором
телескопический компенсатор
натяжные канаты
промежуточная секция
нижняя секция с шаровым компенсатором

Секция морского стояка (райзера) конструктивно представляет собой центральную трубу, к которой приварены муфтовый и ниппельный элементы, имеющие замковые устройства для соединения секций между собой, а также уплотнительные элементы для герметизации стыка секций. На ниппельном конце трубы установлен фланец, служащий опорой при выполнении спуско-монтажных работ. К центральной трубе крепятся манифольдные линии.



Телескопический компенсатор предназначен для компенсации вертикальных перемещений, бортовой и килевой качки ПБУ. Он состоит из наружной трубы с манифольдными линиями, внутренней трубы, уплотнительного узла, состоящего из рабочего и аварийного уплотнителей и переходника, служащего для соединения внутренней трубы с блоком дивертора.

Муфто-ниппельные элементы телескопического компенсатора аналогичны элементам секций морского стояка.

Основные характеристики райзера

Масса морского стояка составляет 70 - 90 т (одной секции морского стояка длиной 12,5 м 3- 4 т).

1.По типу конструкции райзеры подразделяются на:

- жесткие натяжные;
- гибкие;
- цепные.

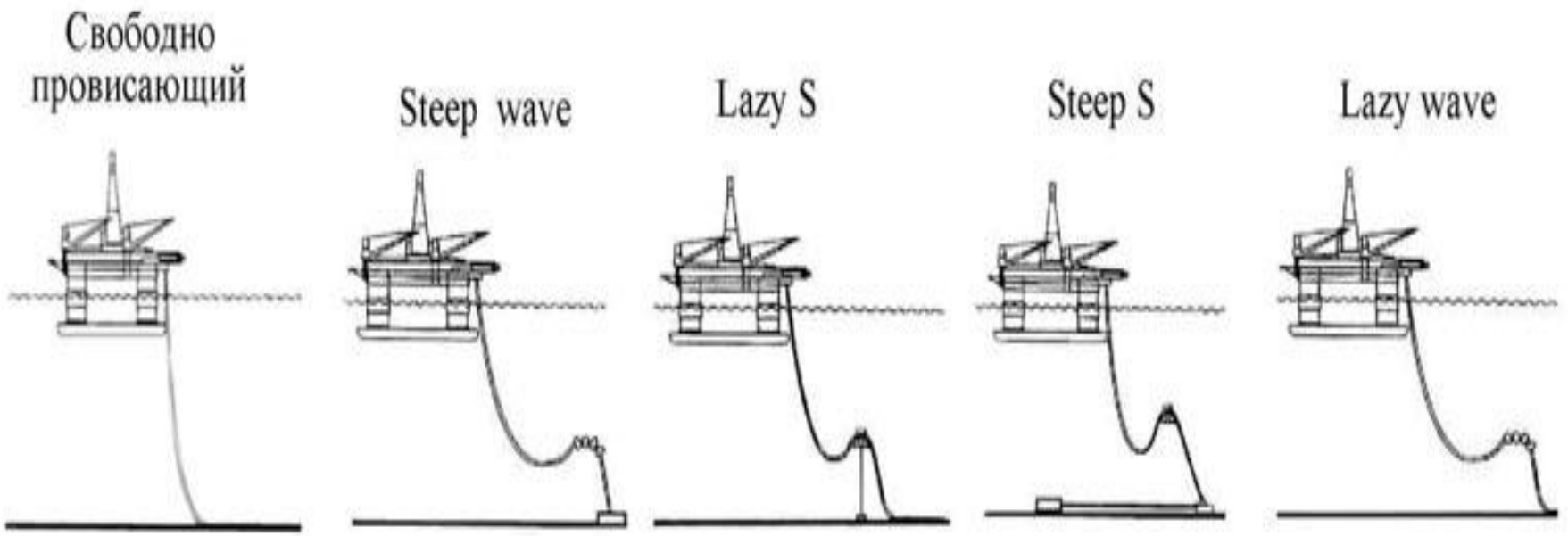
Жесткие буровые райзеры задают направление колонне бурильных труб и обеспечивают циркуляцию воды между буровой палубой и стволом скважины. Обычно жесткие морские стояки выполняются как натяжные системы с выдвижными соединениями, которые позволяют райзеру компенсировать наклон и движение морской буровой установки.

Для платформ с натяжными связями, в основном, применяются жесткие райзеры. Гибкие райзеры разных конфигураций используют на буровых судах и полупогружных морских буровых установках.

2.По назначению - на эксплуатационные и буровые;

Эксплуатационные райзеры используются для транспортировки продукции, нагнетания газа и воды, а также применяются в системах капитального ремонта и управления. Они могут быть натяжными но, как правило, выполняются гибкими и цепными, так как обеспечивают транзит от дна к борту эксплуатационной морской буровой установки.

3.По материалу - на райзеры из алюминиевых и титановых сплавов, стали и из композитных материалов.



Наиболее распространенные конструкции гибких морских стояков имеют следующие особенности:

- свободно провисающая: форма, принимаемая гибкой трубой, когда она провисает между двумя точками и на нее действует только собственный вес.
- Lazy S: форма гибкого морского стояка с двойным провисанием, в этом случае под водой райзер поддерживается подводным буем. Этот буй удерживается на позиции с помощью каната или цепи от неподвижного якоря на дне.
- Lazy Wave: в целом похожа на форму Lazy S, но в данном случае буй заменен распределенной вдоль одной из секций райзера плавучестью. В данной конфигурации якорь не требуется.
- Steep S: форма райзера схожая с конфигурацией Lazy S, но нижняя секция трубы между основанием райзера и буем находиться в вертикальном положении и является элементом натяжения.
- Steep Wave: немного повторяет форму Steep S, но буй заменяется плавучестями, которые равномерно распределяются по секции морского стояка.

Конструкция гибкой трубы может быть двух типов: со связанными и несвязанными слоями. Гибкая труба обязательно содержит стальной и/или армированный текстильный слой для обеспечения осевой и радиальной прочности, но может включать в себя спиральную или винтовую конструкцию для обеспечения прочности при сжатии. Жидкости и газы содержатся в слоях принципиально изготавливаемых из полимерных материалов. Количество армированного материала, толщина и выбор материала слоев, порядок чередования слоев в конструкции трубы определяется требованиями к работе и установке.

Труба с несвязанными слоями состоит из нескольких отдельных слоев, не имеющих между собой сцепления. Каждый последующий слой трубы намотан или отштампован на предыдущий по всей длине.

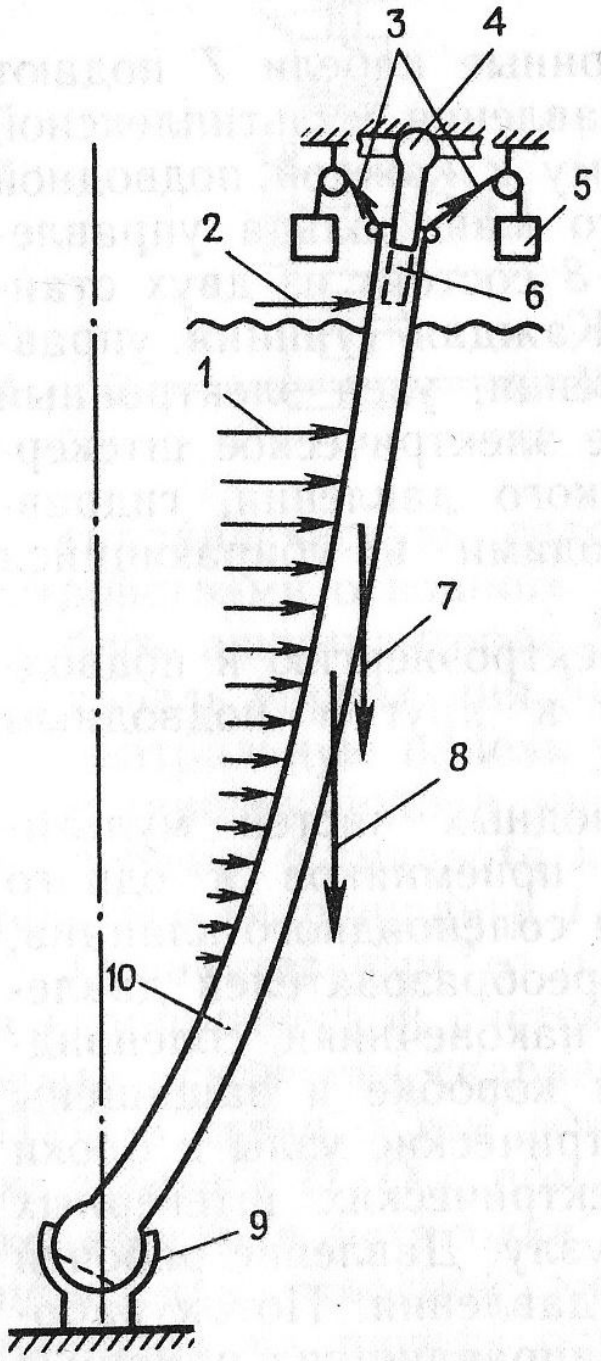
В конструкции со связанными слоями гибкая труба состоит из нескольких отдельно намотанных или отштампованных слоев и затем связанных при использовании клеящих материалов или высоких температур и/или давления (по типу вулканизации) для объединения слоев в единую конструкцию.

В некоторых конструкциях стальной внутренний каркас не связан со смежными слоями.

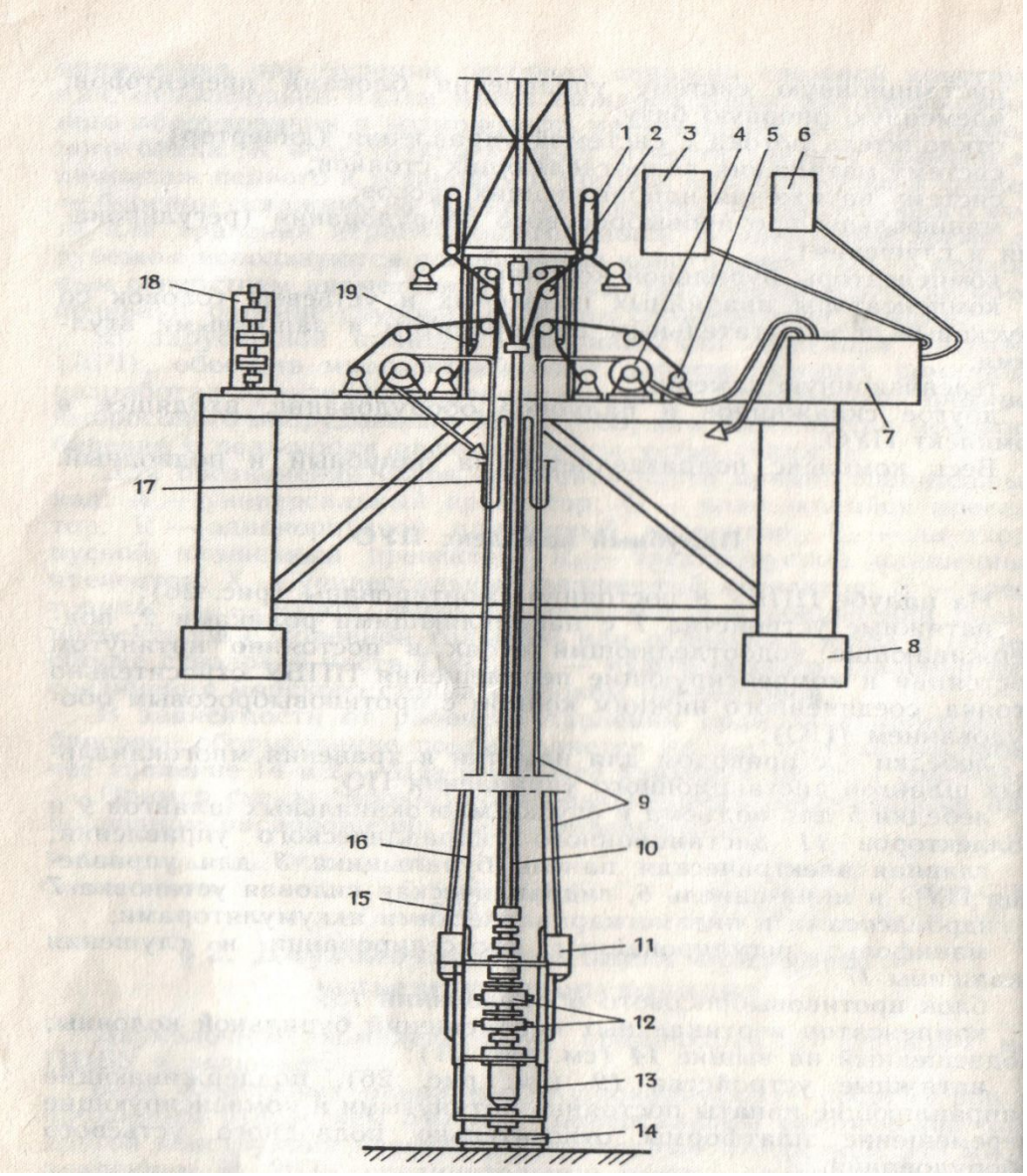
В конструкцию гибкого райзера может входить ограничитель изгиба, который работает как стопор и ограничивает локальный радиус кривизны гибких труб до минимального значения.

Ограничитель изгиба

Конструкция гибкой трубы с несвязаными слоями

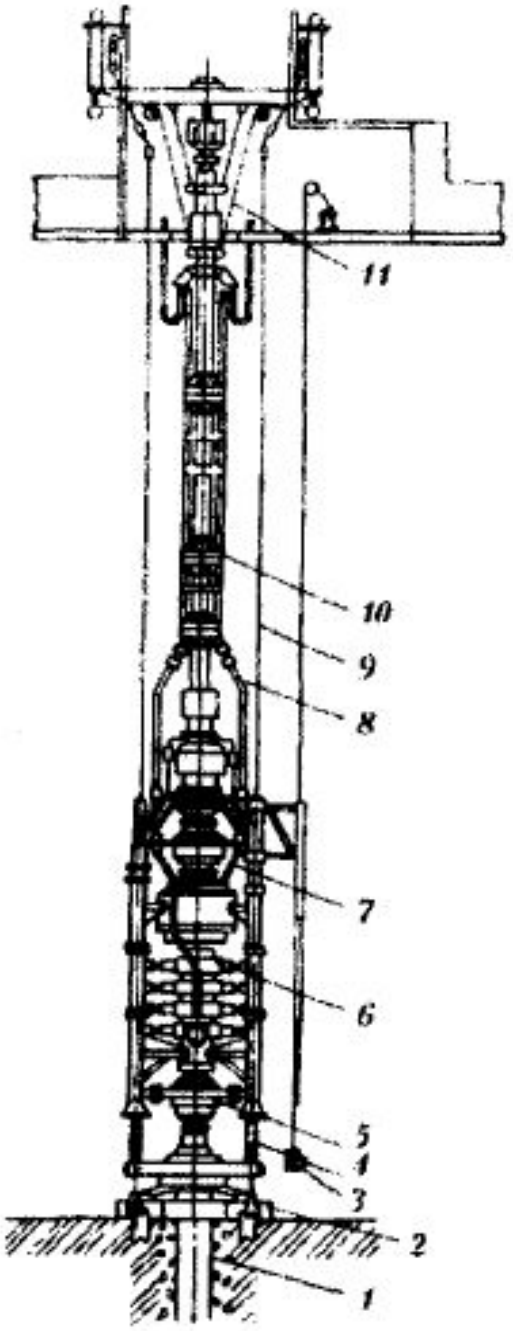


1 — воздействие морских течений; *2* — воздействие ветра; *3* — усилия натяжения нижней секции; *4* — верхняя секция морского стояка; *5* — натяжные устройства; *6* — телескопическое соединение; *7* — усилие от веса бурового раствора; *8* — усилие от веса морского стояка; *9* — шаровое соединение; *10* — нижняя секция морского стояка

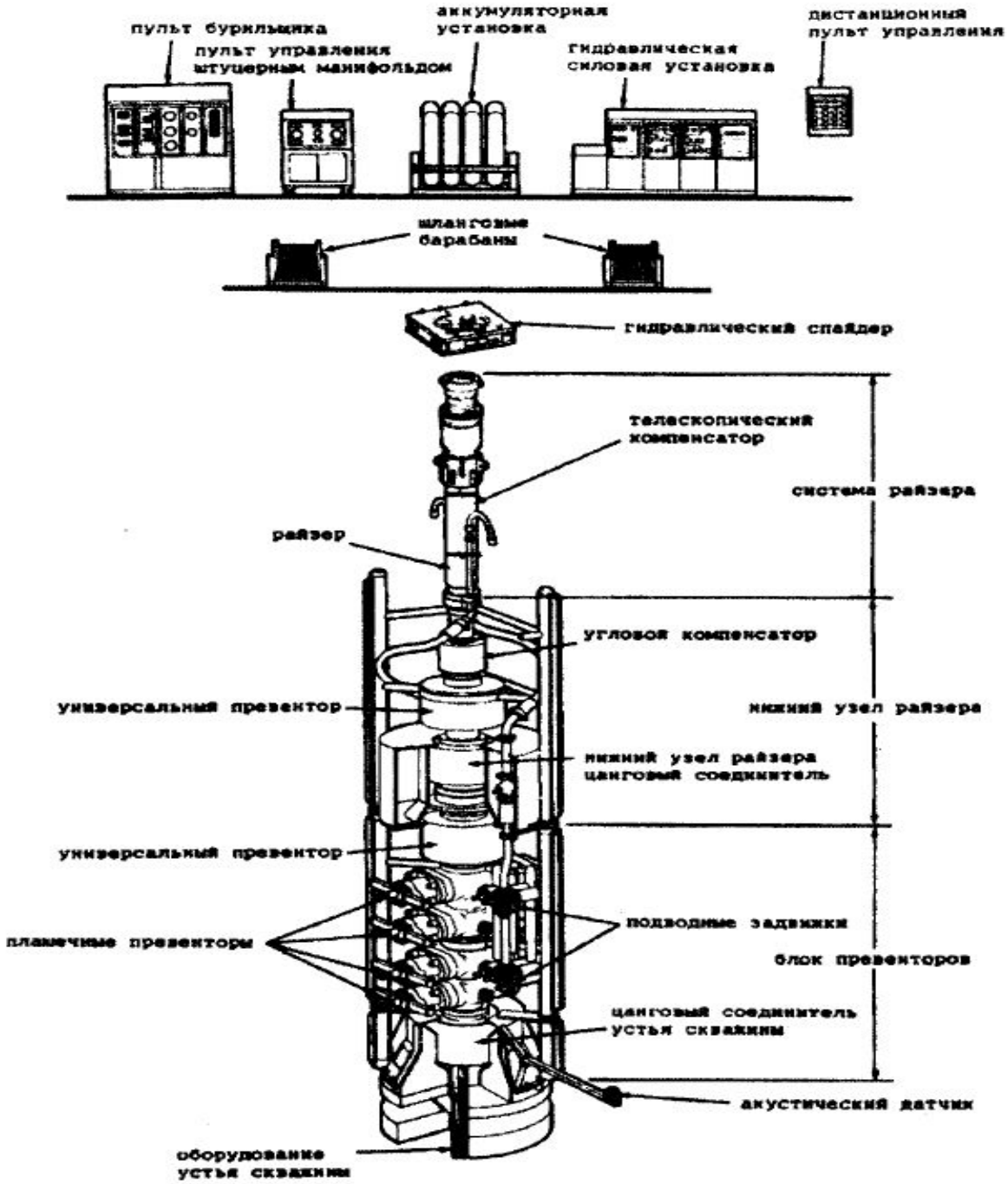


Подводный комплекс состоит из водоотделяющей колонны (морского стояка) *10*, многоканальных шлангов *9*, *15*, коллекторов *11*, плашечных превенторов *12*, опорно-направляющего основания *13*, опорной плиты *14*, направляющих канатов *16*, верхней и нижней гидравлических муфт, шарового соединения (углового компенсатора), телевизионной камеры, телескопического компенсатора и других узлов.

Комплекс ПУО морской скважины

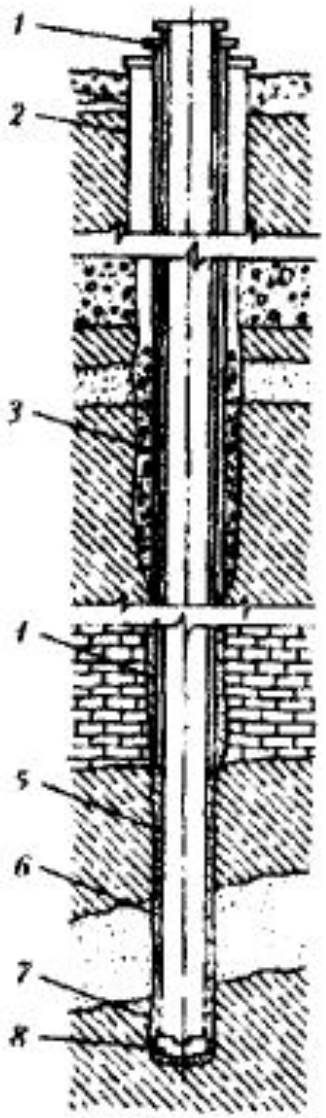


1 — кондуктор; *2* — опорная плита (временное основание); *3* — телекамера; *4* — опорно-направляющее основание; *5* — узел соединения превентора с фланцем обсадной колонны; *6* — превентор; *7, 8* — манифольдные линии; *9* — направляющие канаты; *10* — морской стояк; *11* — канаты


пульт бурильщика
пульт управления штуцерным манифольдом
аккумуляторная установка
гидравлическая силовая установка
дистанционный пульт управления
шланговые барабаны
гидравлический спайдер
телескопический компенсатор
система райзера
райзер
угловой компенсатор
универсальный превентор
нижний узел райзера
нижний узел райзера цанговый соединитель
универсальный превентор
плашечные превенторы
подводные задвижки
блок превенторов
цанговый соединитель устья скважины
акустический датчик
оборудование устья скважины

Геолого-технические особенности морского бурения

1. Относительно меньшая величина горного давления в породах за счет того, что часть пород более высокой плотности заменяет морская вода плотностью 1030 кг/м³.
2.Меньшая, чем на суше, глубина залегания газоносных пластов. Высокий газовый фактор.
3.Бурение под кондуктор при наличии райзера может привести к гидроразрыву пласта ниже башмака направления.
4.Во избежание осложнений рекомендуется делать в направлении отверстия для выпуска шлама и предусмотреть промывку морской водой.
5.Применение труб и породоразрушающего инструмента большого диаметра(долота 508…720 мм, раздвижные шарошечные расширители 394/630 мм и 590/720 мм)
6.Бурение в условиях гидратообразований а также в соляных толщах, добыча высоковязких нефтей.
7.Протяженные стволы скважин со значительными горизонтальными окончаниями



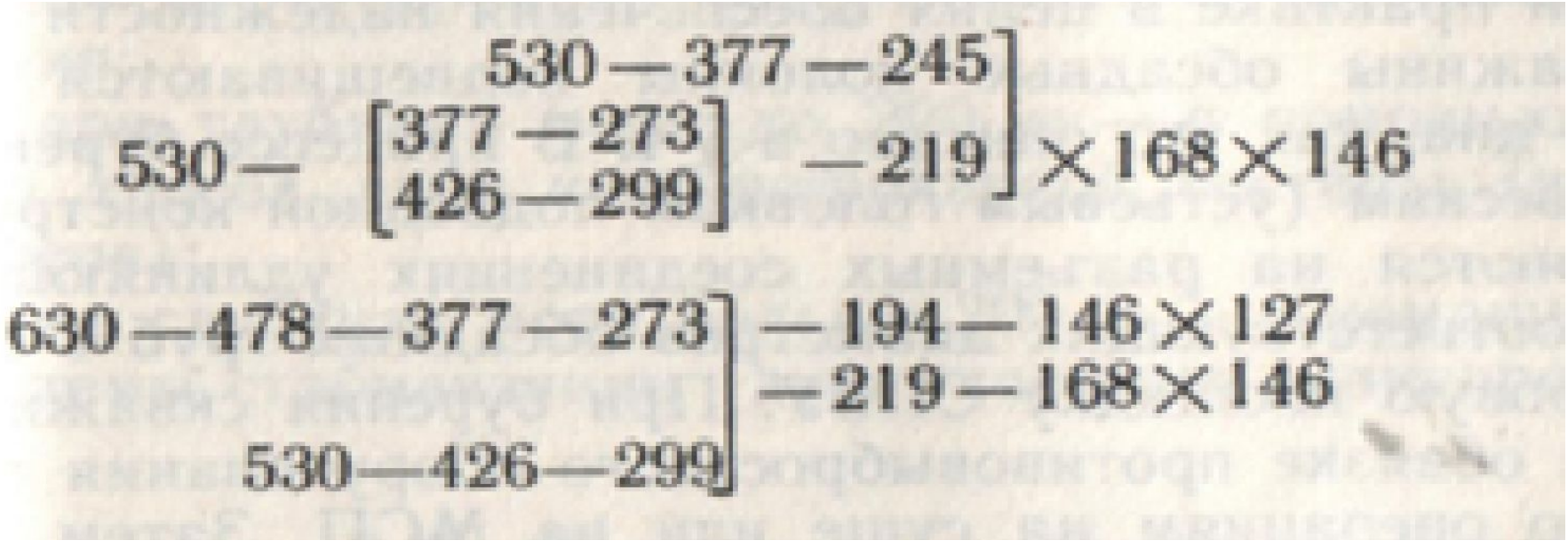
1 — колонная головка; *2* — направление; *3* — кондуктор; *4* — техническая обсадная труба; *5* — эксплуатационная обсадная труба; *6* — цементный камень; *7* — перфорированный участок; *8* — башмак обсадной трубы

Типовая конструкция морской скважины

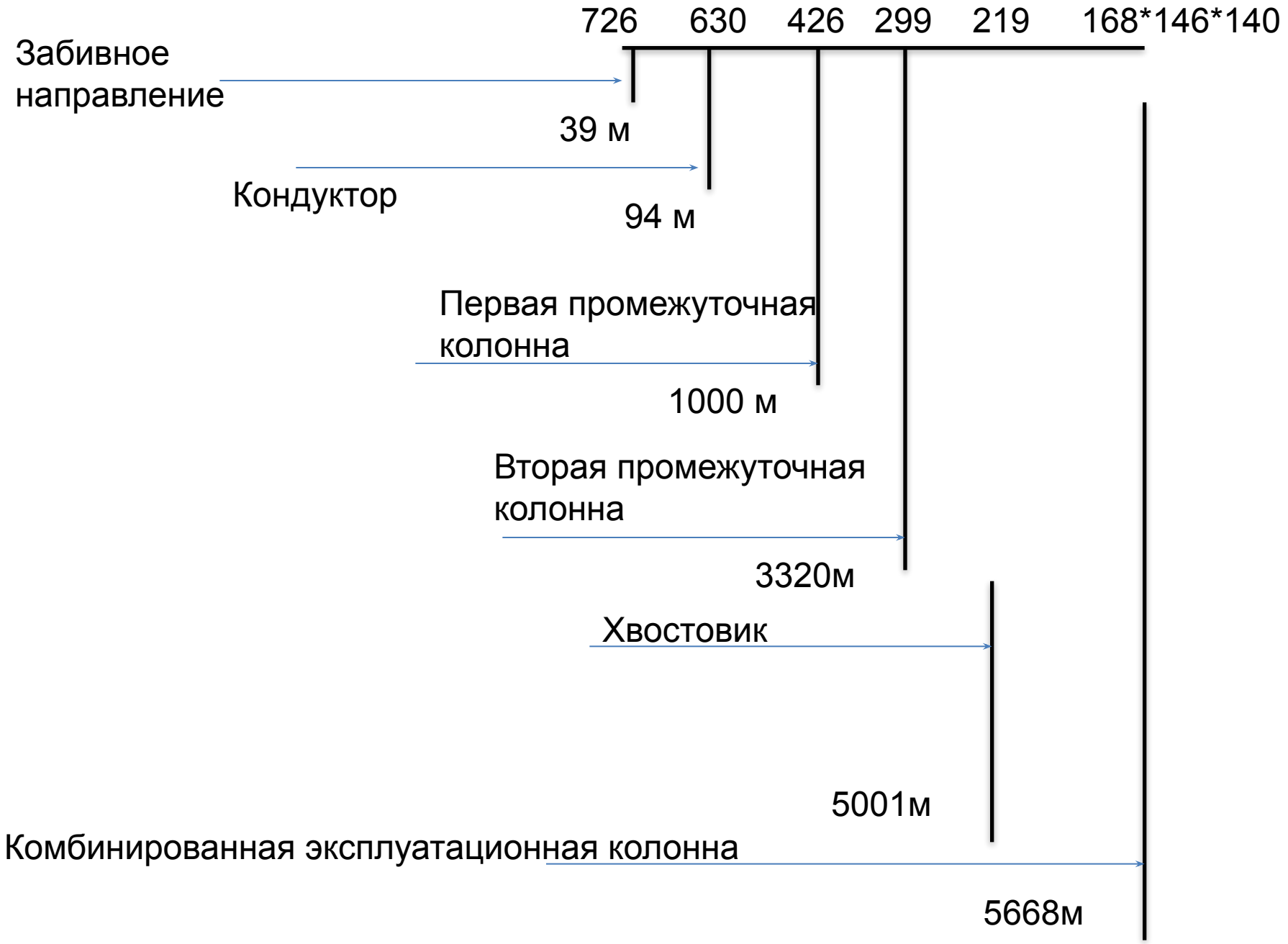
Конструкция скважин на морских месторождениях

Наиболее часто применяемые сочетания диаметров ОК:
426*299*219(хвостовик)*168(хвостовик) или 168*146; 168*146*114;
478*377*273*194(хвостовик)*168*(146*127) мм

Схема сочетания этих диаметров



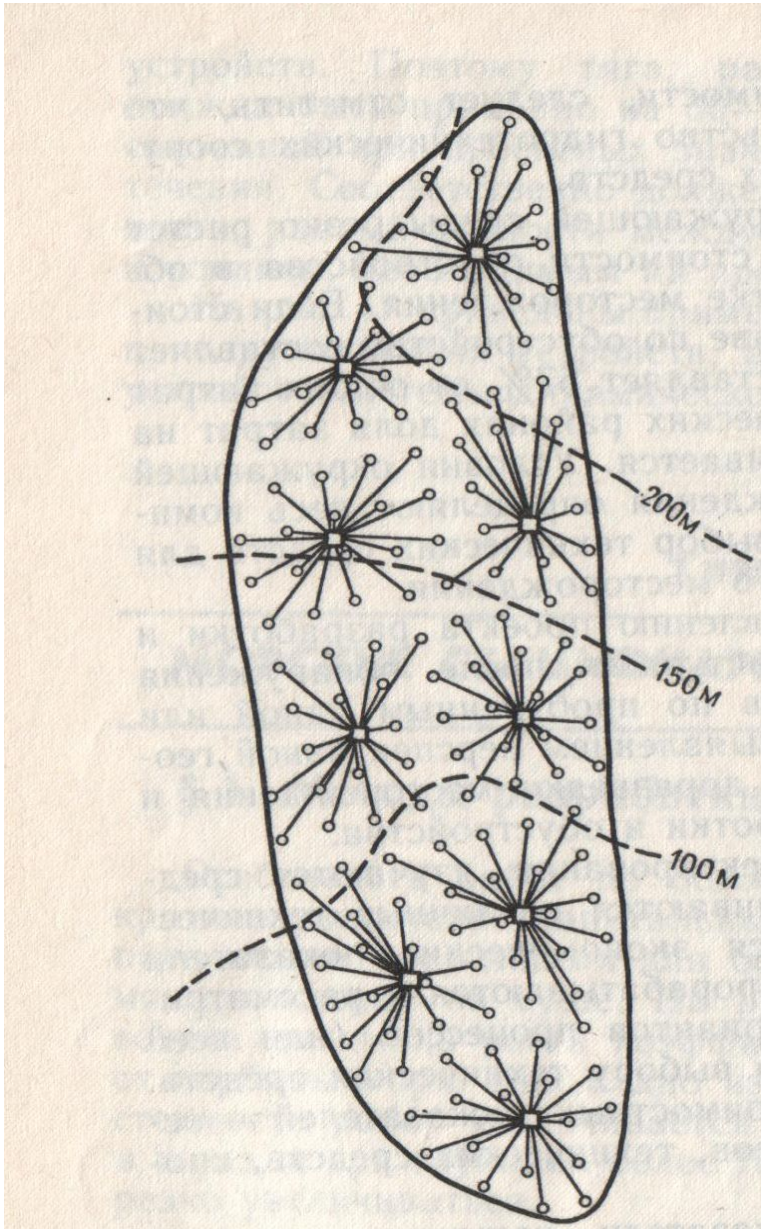
Конструкция скважины №22 Булла-море(глубина 5706 м, глубина моря до 25 м)



Конструкция скважин в зарубежной практике

Северное море(Фортиз)
762*508*339*244*178 мм

Мексиканский залив
1.До глубины 6000 м 762*508*340*244*178*127(хв.)
2.Глубины 7000 м и более
762*508*340*273*219(хв.)*168(хв.)*114-127мм



Вариант кустования скважин на месторождении 28 апреля

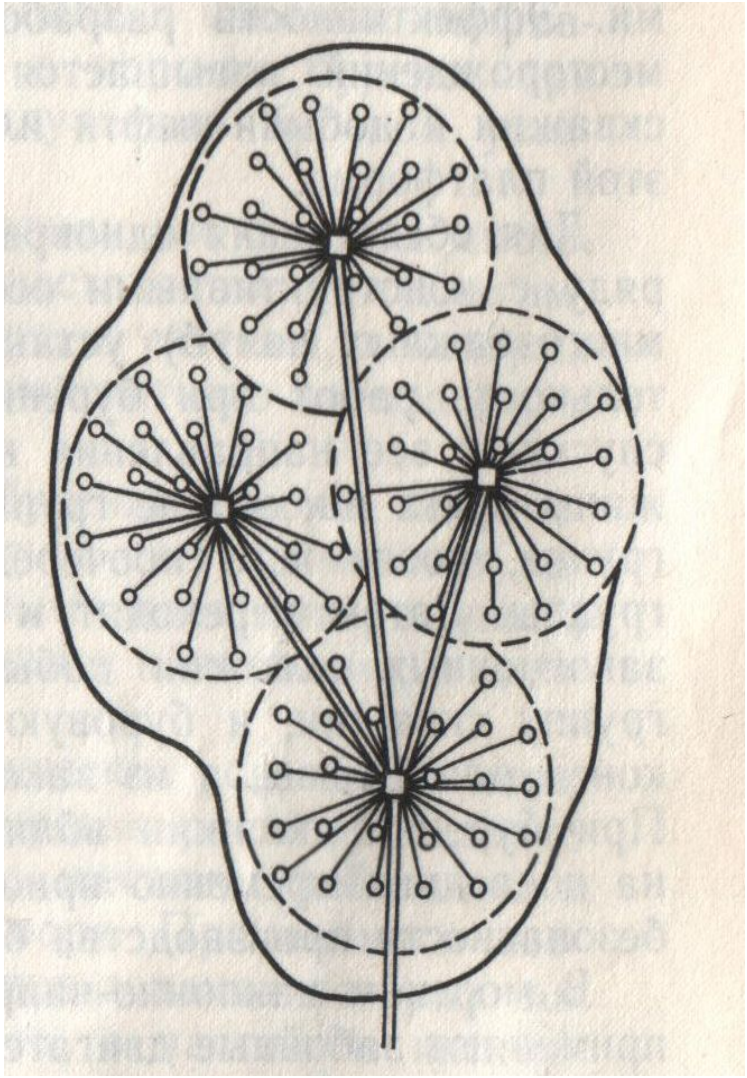
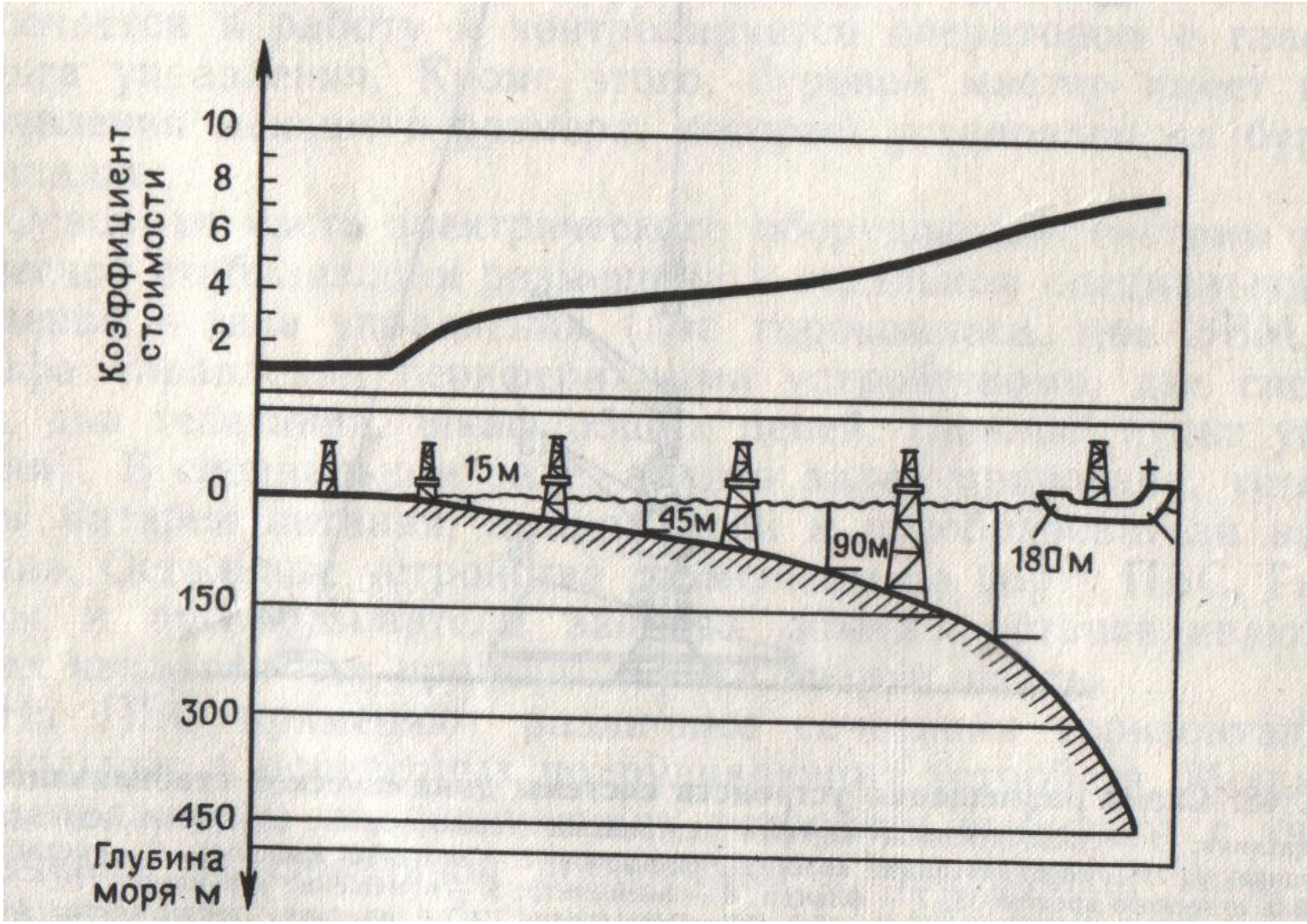
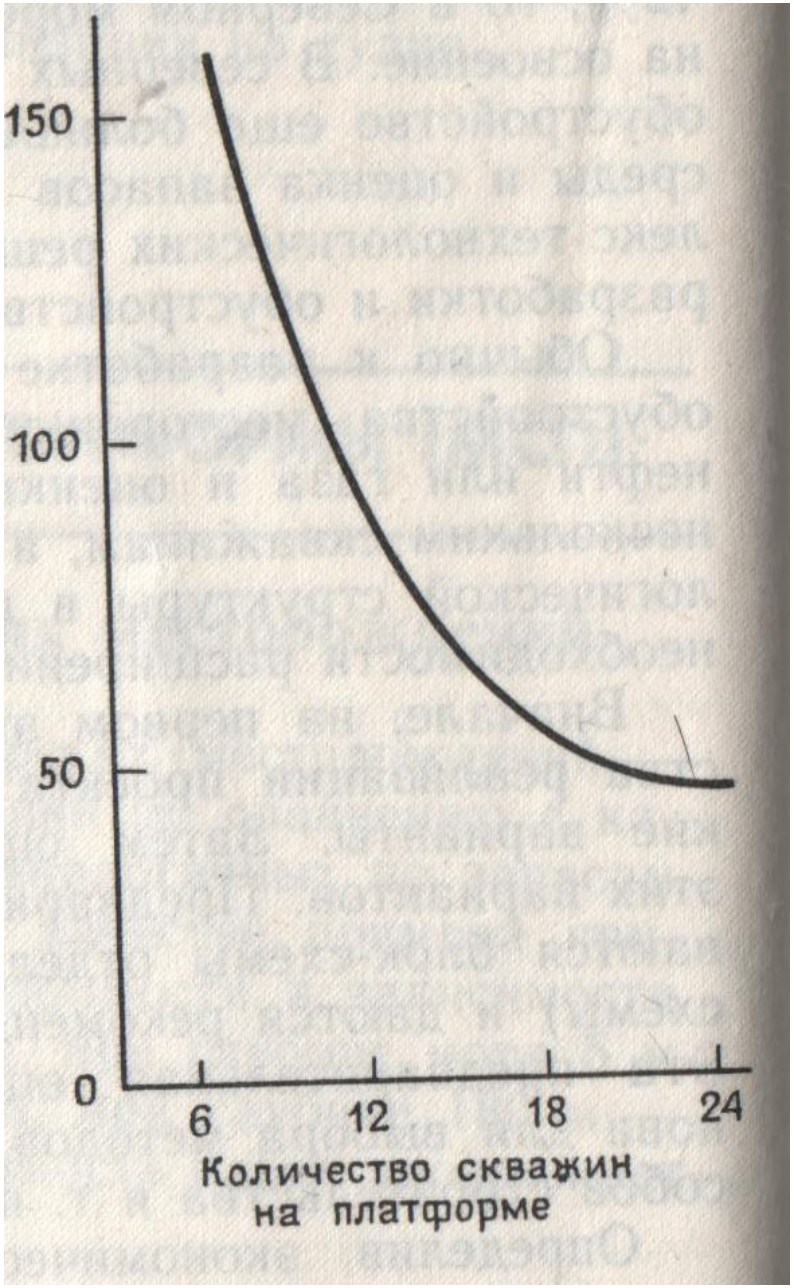
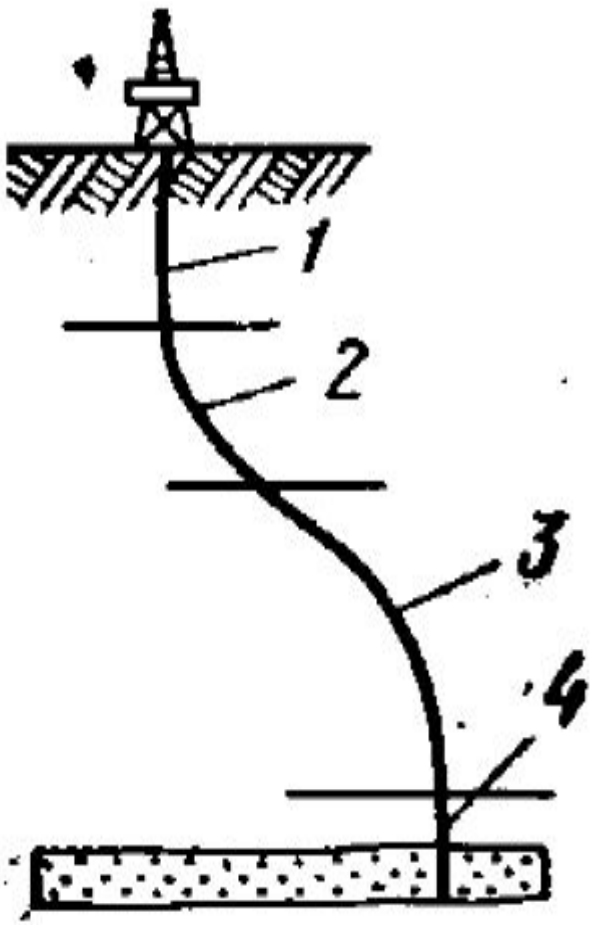


Схема кустования морских скважин месторождени Фортиз (Северное море)


Коэффициент стоимости
10
8
6
4
2
0
150
300
450
Глубина моря м
15м
45м
90м
180м


150
100
50
0
6
12
18
24
Количество скважин
на платформе



Месторождение 28 апреля
Проектная глубина 4200 м, отход от вертикали 250 м ,азимут 180 °

Многозабойное бурение является довольно эффективным и актуальным видом буровых работ при эксплуатации нефтегазовых месторождений. Многозабойными называются **скважины**, где из одного основного ствола, проходится несколько вспомогательных стволов. Вспомогательные стволы могут быть пространственно-искривленными, многозабойно-кустовыми и многопрофильными.

Такой вид бурения позволяет:

1. Сократить объемы буровых работ, затраты на сооружение новых вышек путем бурения из пройденных скважин дополнительных стволов на новые горизонты **(актуально для морских скважин ввиду ограниченности территории буровой площадки);**
2. Частично перебуривать скважины, и соответственно ликвидировать сложные аварии;
3. Повышать вероятность разведки месторождения, путем бурения группы или куста **многозабойных скважин(очевидное преимущество для морских месторождений)**;
4. Забуривать короткие стволы для отбора керна на отдельных интервалах пробуренной скважины, при недостаточном его выходе;
5. Увеличивать углы встречи скважин с крутозалегающими рудными телами.

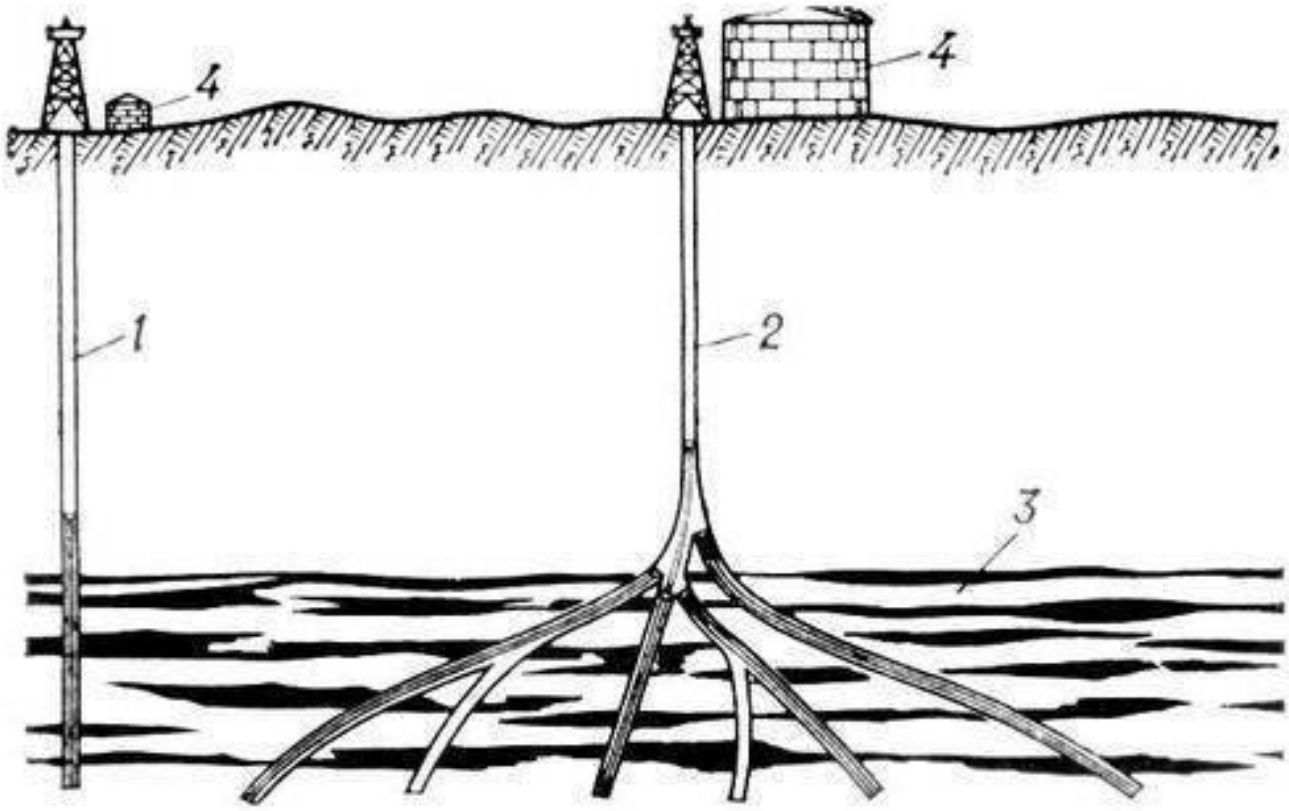
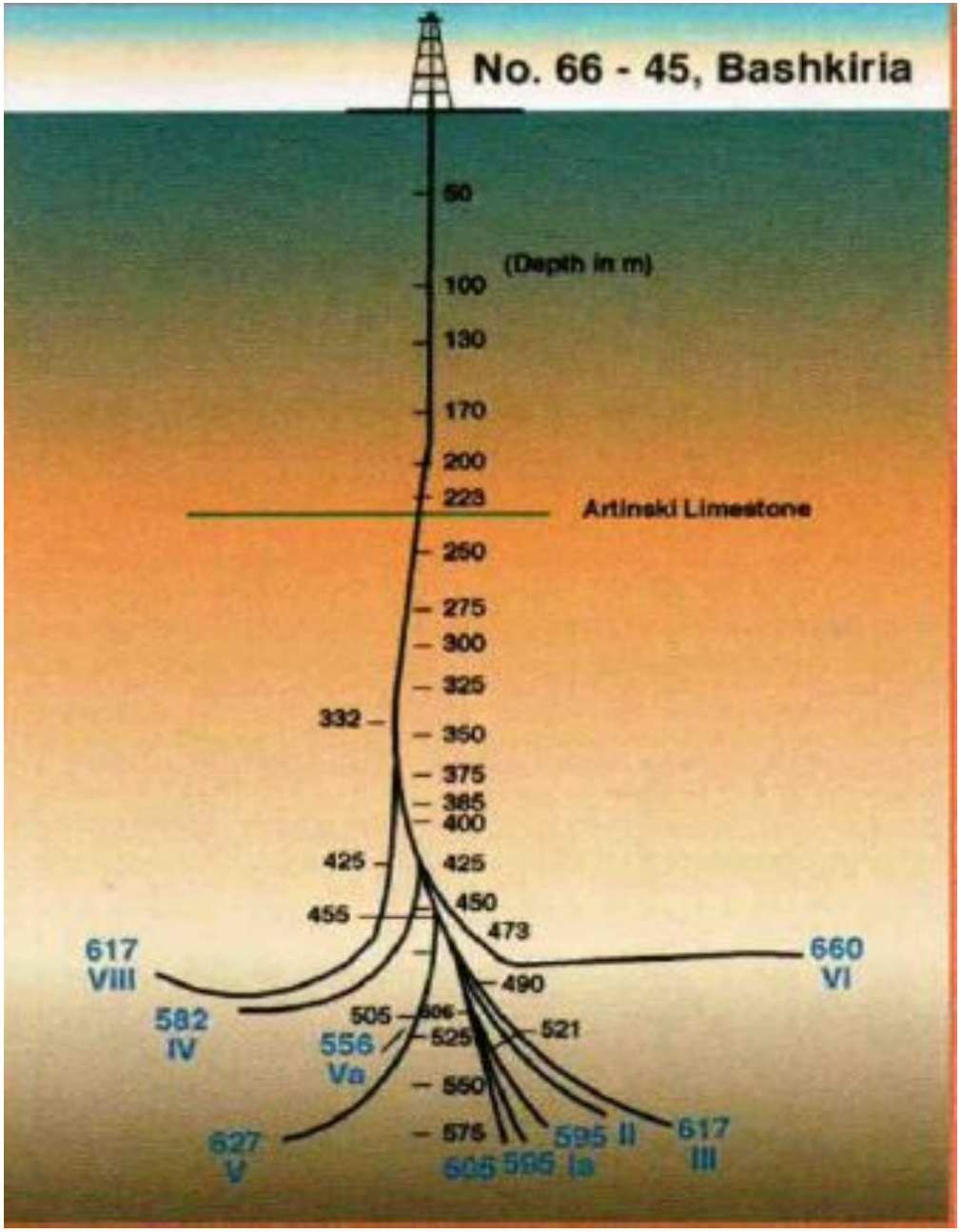
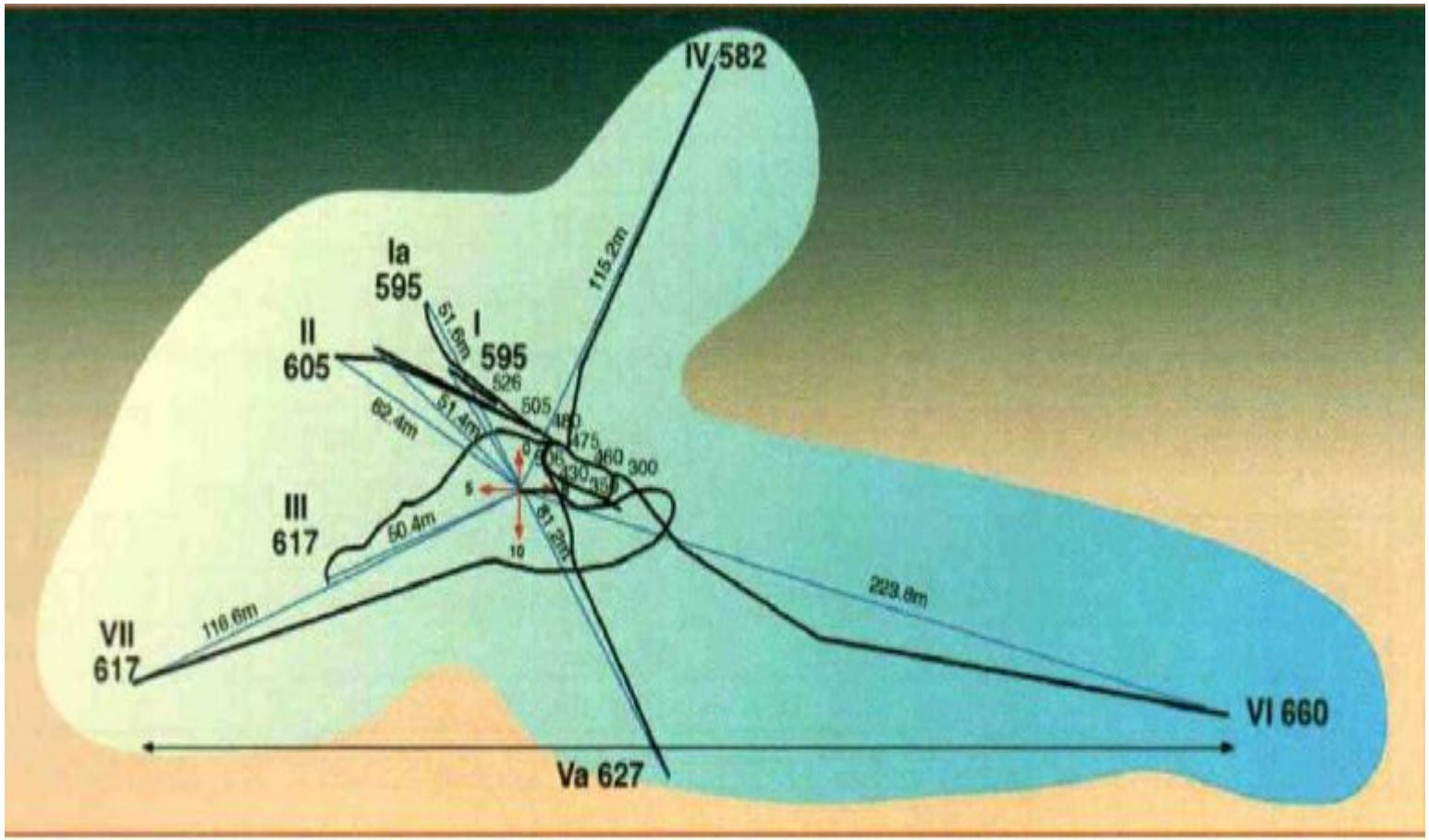


Схема разветвления из основного ствола (1) боковых стволов (2) в пласте (3)

Первая в мире многозабойная скважина(Башкирия, 1953 год)



- **Вертикальная глубина 600м.**
- **Протяженность стволов по продуктивному пласту 1993 м.**
- **Стволы не обсажены.**
- **10 боковых стволов увеличили дебит в 17 раз.**

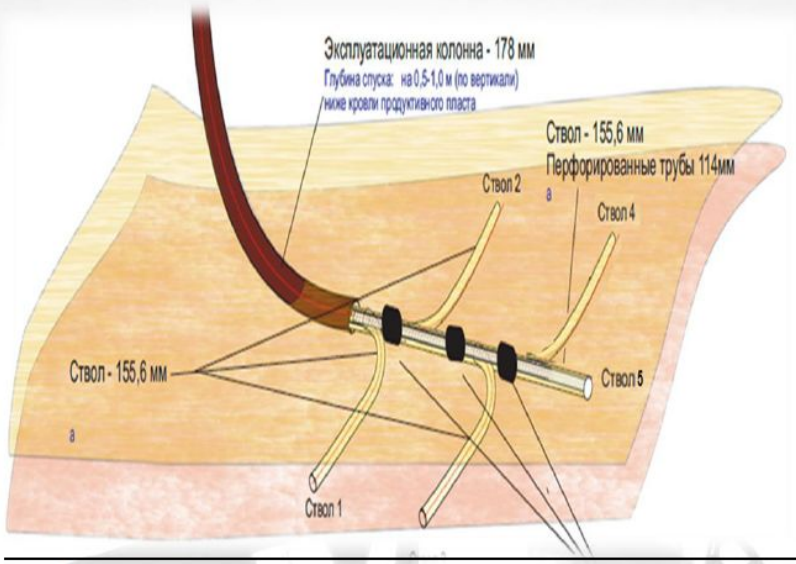


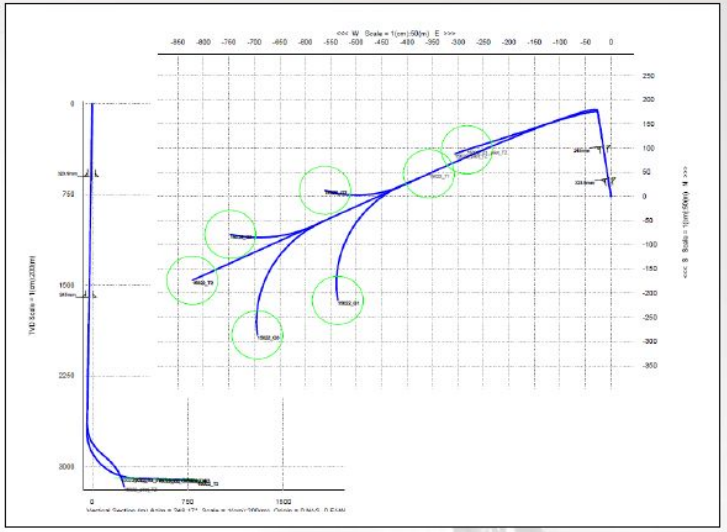
Горизонтальная проекция скважины

Технико-технологические риски ННБ на морских месторождениях

1. Отклонение траектории скважины от проектной (круг допуска, выход за коридор, пересечение со стволом соседней скважины)
2. Осложнения и аварии ввиду горно-геологических факторов.
3. Отклонение величин дебитов от проектных при дальнейшей эксплуатации морского месторождения.

Типовая конструкция МЗС





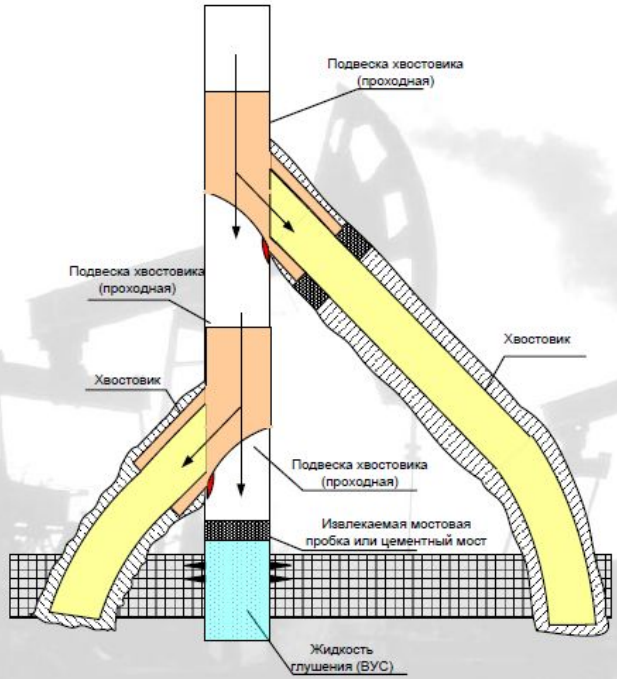
Наименование колонны	Диаметр колонны	Глубина спуска, м (по вертикали)
Направление	323,9*9,5	0-50
Кондуктор	244,5*7,9	0-1110
Эксплуатационная колонна	177,8*8,1	0-2230
Хвостовик	114,3*7,4	2180-2580
Боковое ответвление (2-5 стволов)*	Открытый ствол	2300-2500

*средняя длина бокового участка составляет 300м.

Опыт строительства многоствольных скважин при реконструкции методом ЗБС

Компанией ОАО «ЛУКОЙЛ» отработана технология реконструкции скважин методом многоствольного бурения ЗБС

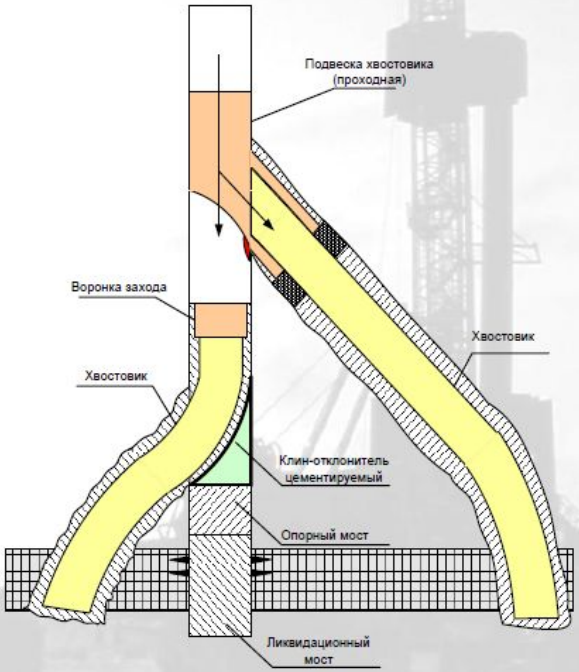
Схема многоствольной скважины без ликвидированной нижней части основного ствола



Б6

Оборудование компании Бейкер Хьюз

Схема многоствольной скважины с ликвидированной нижней частью основного ствола



Т2

Оборудование :

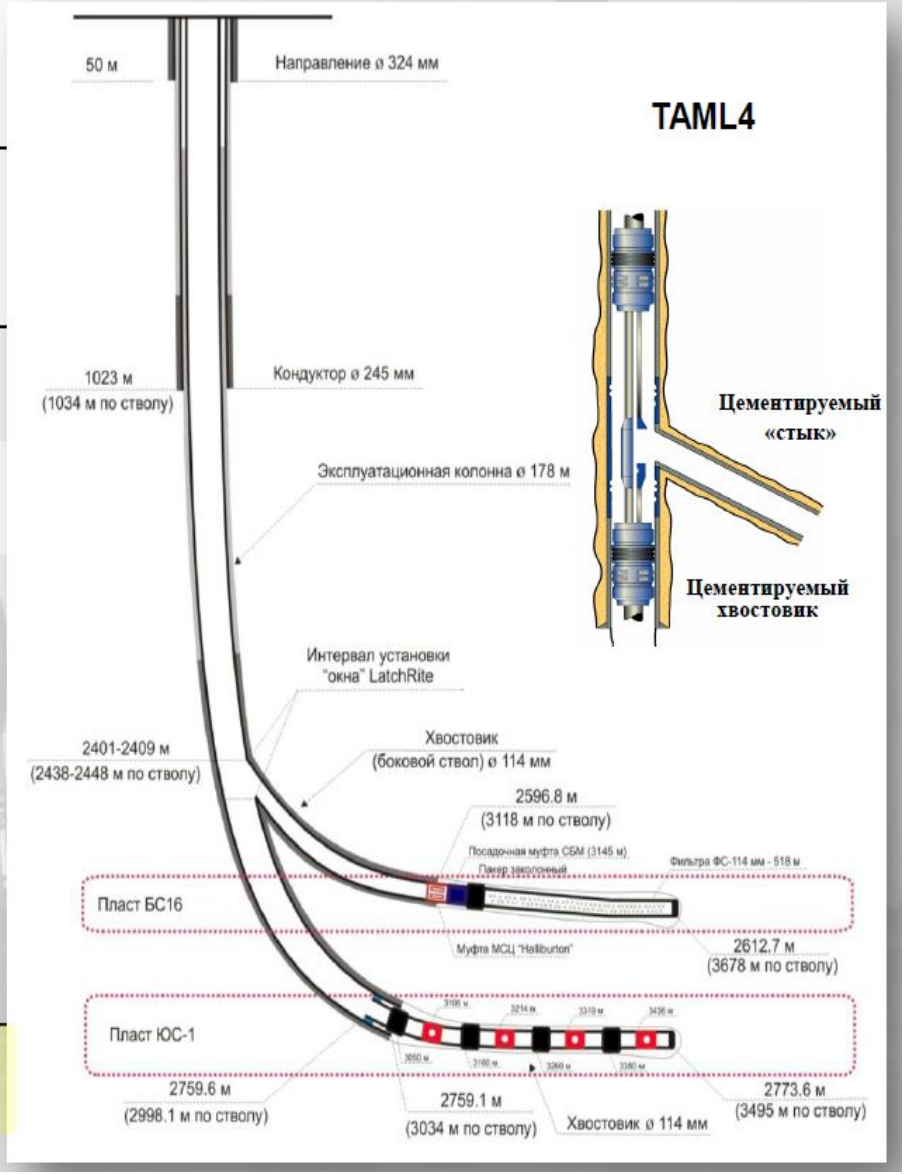
- **для нижнего ствола – Российского производства**
- **для верхнего ствола- производства компании Бейкер Хьюз**

Эксплуатационная колонна диаметром 146 или 168мм

Конструкция скважины

Название колонны	Диаметр колонны	Глубина спуска, м
Направление	323,9*9,5	0-50
Кондуктор	244,5*7,9	0-1034
Эксплуатационная колонна	177,8*8,1	0-3034
Хвостовик с МГРП	114,3*7,4	2998-3495
Хвостовик	114,3*7,4	2448-3678

Применяется ОРЭ при строительстве МСС на разные объекты



УДК 622.276:622.243.2

В.В. Емельянов[1], И.Г. Газизов[1], Р.Х. Ахмадуллин[1], А.Д. Курбанов[1], В.В. Ахметгареев[2]
[1]НГДУ «Прикамнефть» ОАО «Татнефть», г. Елабуга
[2]«ТатНИПИнефть», г. Бугульма
e-mail: zgeo_pn@tatneft.ru

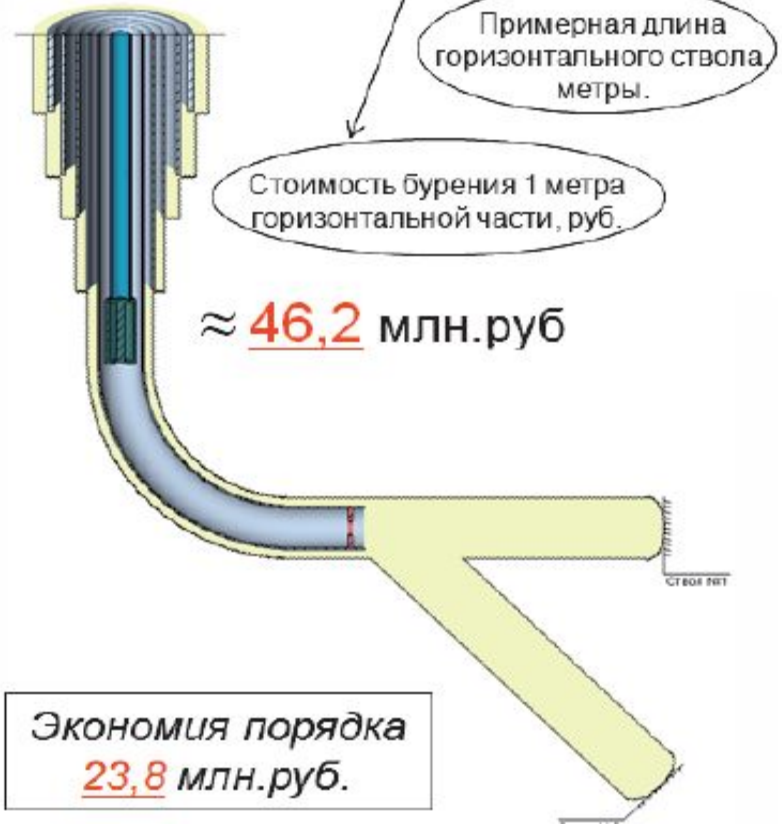
Проектирование и бурение многозабойных скважин на Ново-Суксинском месторождении НГДУ «Прикамнефть»

Вариант бурения МЗС

Стоимость МЗС = стоимость ГС + стоимость бурения 2-го ствола ≈ 35 млн.руб + 28000 * 400 ≈ 46,2 млн.руб

Примерная длина горизонтального ствола, метры.

Стоимость бурения 1 метра горизонтальной части, руб.



≈ 46,2 млн.руб

Экономия порядка 23,8 млн.руб.

Вариант бурения 2-х ГС

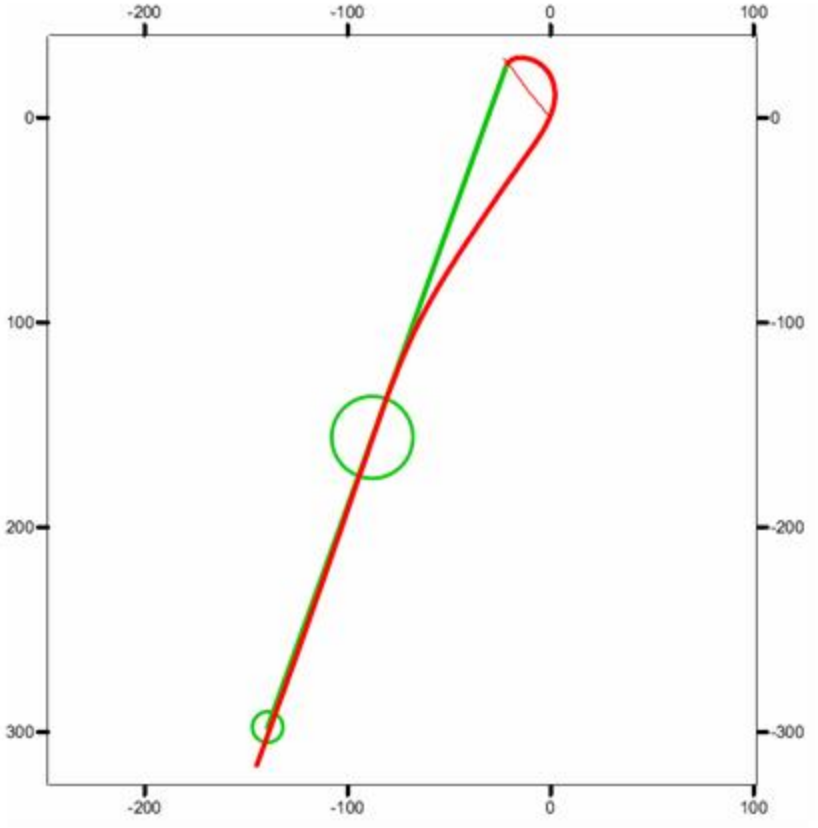
Стоимость ГС ≈ 35 млн.руб

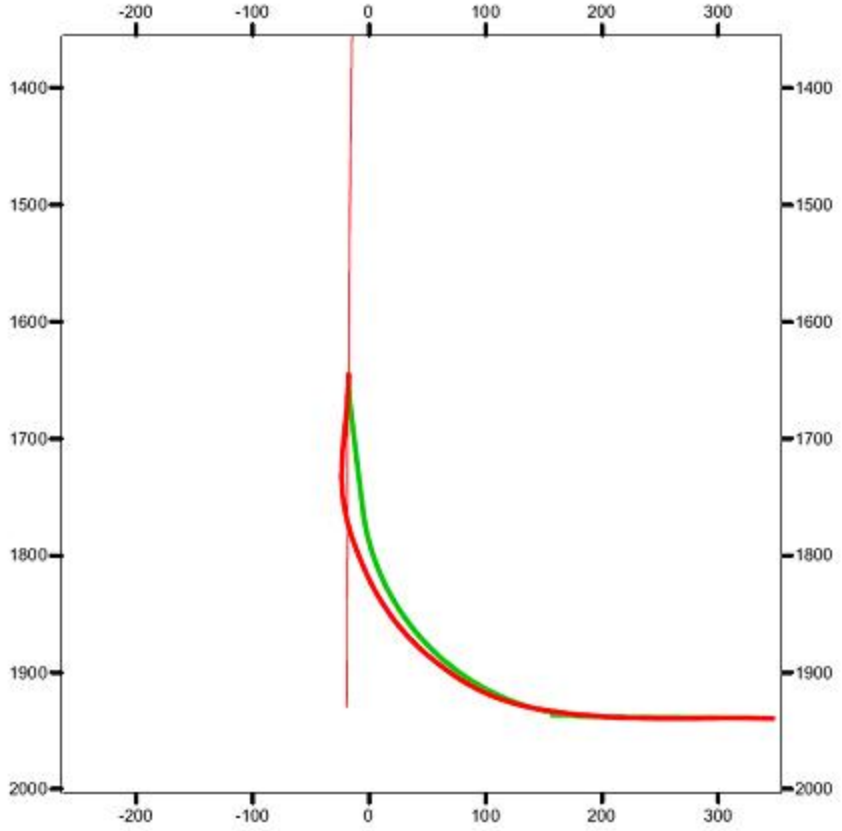
2 х ≈ 70 млн.руб

+ затраты на:

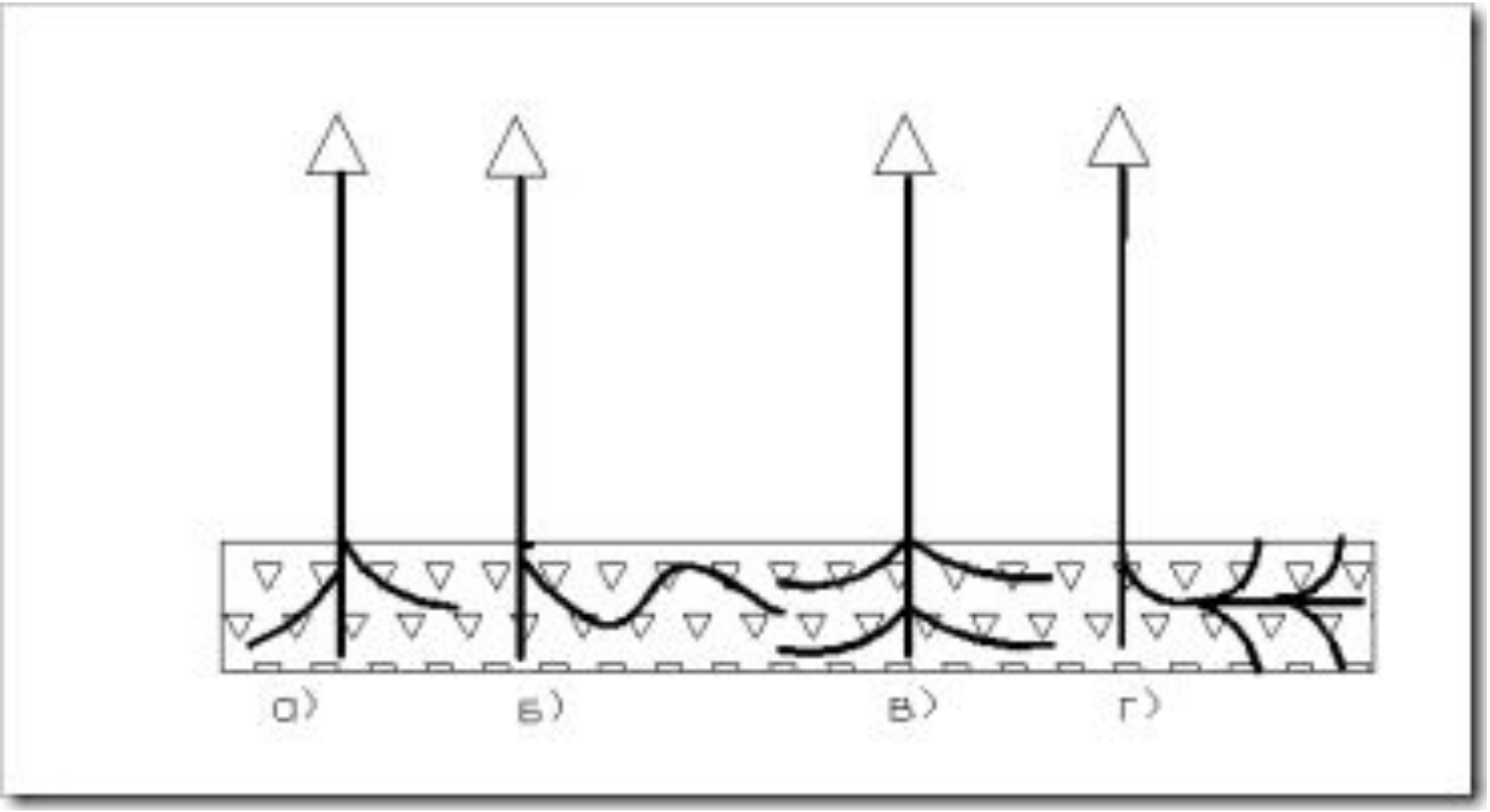
- наземное и подземное оборудование;
- увеличение времени бурения;
- дополнительный переезд бур. станка;
- дополнительная э/энергия;
- обслуживание скважины;
- прочие расходы.

При проектировании **многозабойных скважин** основной задачей является правильный выбор, и расчет трасс их основного и вспомогательных стволов. Основной ствол, обычно проектируется с учетом всех закономерностей **естественного искривления** на данном участке месторождения. Форма трассы вспомогательного ствола должна быть рациональной, т.е. обеспечивать достижение заданного пункта с наименьшими затратами времени и средств





Боковой ствол: план горизонтальной и вертикальной проекции



а– МЗС с горизонтальными и пологими стволами;
б– МЗС с волнообразным дополнительными стволами;
в– МЗС многоярусные;
г– МЗС радиально-горизонтальные.

Кроме того все пять групп типов профилей на участках набора параметров кривизны или их падения характеризуются радиусом кривизны или интенсивностью искривления, которые являются основными параметрами, характеризующими качество проводки наклонно-направленной скважины.

На практике обычно эти участки делятся на четыре типа:

1. **С большим радиусом кривизны (>190 м)**
2. **Со средним радиусом кривизны (60м – 190м)**
3. **С малым радиусом кривизны (11.5м – 60м)**
4. **С коротким радиусом кривизны (5.73м – 10м)**

Эксплуатационные характеристики некоторых горизонтальных скважин по сравнению с вертикальными

Площадь (страна)	Глубина продуктивного пласта, м	Длина горизонтального участка, м	Дебит горизонтальной скважины, т/сут	Дебит вертикальной скважины, т/сут	Кратность увеличения дебита
Прадхо Бей (США)	2700	476	1670	400	4
Вирджиния (США)	1020	600	3400	2100	1,6
Колд Лейк (Канада)	480	1016	4000	500	8
РоспоМаре (Италия)	1380	470	500 – 1900	90 – 270	6 – 23
Яблоновская (РФ)	540	150	40	23	1,7
Карташевская (РФ)	475	51 – 328	120	6 – 8	15 – 20
Тереклинская (РФ)	1300	100	64	32	3 – 6
Южно-Карская (РФ)	260	100	70 – 140	4 – 35	2 – 35

БПЖ

Общая масса бурового оборудования, расположенного на платформе, а также порошкообразных материалов и бурового раствора составляет около 2 тыс. т, в том числе 60 т — буровая вышка, около 500 т — запас труб, около 600 т — запасы порошкообразных материалов, около 700 т — готовый буровой раствор в цистернах и т. д.