

УДК 69.05:658.562:728.1

В.А. Гришин

МОРСКИЕ ИСКУССТВЕННЫЕ ОСТРОВА
(ЧАСТЬ 2)

Приведены некоторые исторические и современные природные сведения о морях Украины.

Ключевые слова: море, гидрологические, гидрографические, геологические, геоморфологические, метеорологические условия.

Приведені деякі історичні і сучасні відомості про споруду і призначення морських штучних островів.

Ключові слова: море, гідрологічні, гідрографічні, геологічні, геоморфологічні, метеорологічні умови.

Some historical and modern natural data on the seas of Ukraine are resulted.

Keywords: sea, hydrological, hydrographic, geological, geomorphological, meteorological conditions.



Данная статья является продолжением работы [1], в которой намечено кратко, описать состояние морей Украины. В дальнейшем, опираясь на этот вспомогательный материал, будут исследованы вопросы возможного и рационального строительства искусственных островов на этих морях.

При проектировании и возведении искусственных островов на море необходимо учитывать большое количество естественных условий места их строительства. К ним в первую очередь относятся гидрографические, гидрологические, геологические, геоморфологические и метеорологические факторы. Рассмотрим наиболее важные из них.

Вначале немного истории. На рисунке 1 приведена современная карта рельефа дна Черного и Азовского морей. Но несколько десятков миллионов лет тому назад на этом месте существовало громадное море, которое называлось по имени дочери бога Нептуна как Тетис. Оно состояло из западной части, которая включало современное Средиземное море, и восточной части, которая содержало современные Мраморное, Черное, Азовское, Каспийское и Аральское моря. Примерно 13 миллионов лет тому назад при образовании Альпийских гор эти две части были разделены сушей. Восточная часть стала представлять собой замкнутое Сарматское море без выхода в океан. Около 8-ми миллионов лет тому назад в результате эволюционных изменений образовалось Понтическое море, которое включало в себя современное Черное и Каспийское моря. Примерно через 5 миллионов лет в результате поднятия суши произошло разделение этого моря на Меотическое, связанное с океаном, и замкнутое Каспийское. 20 тысяч лет назад на месте современного Черного моря возникло пресноводное Новоевксинское озеро-море, т. е. связь с океаном была утеряна. Сильнейшее землетрясение, происшедшее 8 тысяч лет назад разделило сушу. Возник современный пролив Босфор, и море снова соединилось с океаном. Огромные массы соленой средиземноморской воды устремились в котлован Черного моря, следствием чего стало катастрофическое повышение его уровня почти на 100 метров. Это в свою очередь привело к затоплению обширной шельфовой зоны (в общей сложности 100 тыс. км²) и образованию Азовского моря. Такой приток соленой воды вызвал гибель огромного количества пресноводных обитателей. Их погибло так много, что разложение остатков их организмов в глубине моря, лишенной кислорода, создало тот первоначальный запас сероводорода, который продолжает существовать до сих пор. В настоящее время происходит подъем воды в Черном море на 20-25 см в столетие.



Рис. 1. Карта рельефа дна Черного и Азовского морей

Современное Черное море является одним из самых крупных и глубоких внутренних морей, его обмен водой с Атлантическим океаном через проливы Босфор и Дарданеллы (Сцилла и Харибда в греческой мифологии) затруднен, ввиду их малых размеров, поэтому в Черном море нет приливов и отливов. Черное море занимает собою поверхность около 411540 км^2 , а его объем составляет 492565 км^3 воды.

Максимальная глубина Черного моря равна 2210-2258 м. Длина его береговой линии (без лиманов), относящаяся к Украине составляет 1330 км. Украинским является самый большой полуостров Крым, а также острова Змеиный и Березань и наиболее крупные заливы: Одесский, Каркинитский, Каламитский и Феодосийский. Сравнительно небольшая глубина моря северо-западного пологого шельфа (например, на расстоянии 100 км от берега глубина не превышает 30 м), имеющего ширину 190 км, занимающего 16 % акватории моря (68390 км^2) и 0,7 % объема его вод (3555 км^3), в образовании которого принимают участие выносимые наносы самых крупных впадающих в море рек (Дунай, Днепр, Днестр и Южный Буг), которые приносят в морские воды более 296 км^3 речных вод, является наиболее подходящим местом для строительства искусственных островов. К другим, менее обширным шельфовым областям Черного моря Украины относятся: Керченско-Таманский (шириной до 50 км) и часть южного побережья Крыма от мыса Херсонес до мыса Ай-Тодор (шириной до 30 км).

Водный баланс Чёрного моря составляют атмосферные осадки (230 км^3 в год), материковый сток (310 км^3 в год), поступление воды из

Азовского моря (30 км^3 в год), испарение воды с поверхности моря (-360 км^3 в год) и вынос воды через пролив Босфор (-210 км^3 в год). Уровень Черного моря на 4-5 метров выше среднего уровня Атлантического океана, благодаря этому формируется верхнее течение, направленное из Черного моря через пролив Босфор. Толща воды Черного моря подразделяется на три слоя: верхний, средний и нижний-сероводородный. Более подробно с этим и другими темами можно ознакомиться в работе [2]. Верхний слой до глубины 40-60 метров, подвержен сезонным колебаниям температуры в среднем у поверхности: от 7 градусов Цельсия зимой и до 24 летом. Средний слой простирается от глубины 40-60 до 100-150 метров. Его температура составляет 6-8 градусов круглый год. Глубина верхней границы сероводородного заражения Черного моря неравномерна. В срединной части моря она составляет 80-100 метров, а у берегов Крыма – 150 метров. Далее сероводород насыщает воду до самого дна моря. Сероводородная зона Черного моря необитаема. В такой, лишенной кислорода воде не могут жить организмы, кроме некоторых бактерий. Часть объема Черного моря представляет собой гигантский резервуар, наполненный не только сероводородом, но и метаном, который образуется, скорее всего, в процессе деятельности микроорганизмов, но также возможно, что он выделяется со дна моря.

Азовское море является внутренним морем Атлантического океана, расположенное в пределах Украины и России. Его площадь равна 39 тыс. км^2 , средняя глубина 4-7 м, а максимальная – 15 м. Уровень глубины 5 метров в среднем расположен в 2 километрах от берега. Дно моря очень ровное, лишь от песчаных кос простираются отмели. Керченским проливом Азовское море соединено с Черным морем. В море впадает река Дон и Кубань, а также другие небольшие реки. В северо-восточной части моря образует далеко вдающийся в сушу, мелководный, Таганрогский залив, вытянутый в восточном направлении почти на 75 миль. На западе расположен сильно осолоненный мелководный залив Сиваш, отделенный от моря песчано-ракушечной пересыпью под именем Арабатская стрелка и связанный с морем проливом Тонкий. Керченский пролив ограничен высокими берегами, в нем расположены Камыш-Бурунская и Керченская бухты, а также обширный Таманский залив. Местами от берегов пролива выступают песчаные косы, из которых наибольшими являются Тузла и Чушка.

Из гидрологических факторов наиболее важным является морское волнение, показанное на рисунке 2. Известно, что высота волн зависит от глубины моря, чем оно глубже, тем выше волны. Большинство работ на море могут производиться при волнении до 2 баллов (высоты волн до 0,75 м), а отсыпка песка, щебня и камня может выполняться при волнении до 4 баллов (высота волн до 2 м). Разрушение берега обычно наступает при воздействии на него волн высотой 0,5 м. Максимальная высота волн на Черном море равна 7 м, но на северо-западном шельфе она не превышает 2-3 м. Следовательно, в этом отношении шельф наиболее благоприятен

для строительства искусственных островов. В мелком Азовском море возникают очень крутые волны высотой до 3 м.

Воды Черного моря почти никогда не замерзают, но иногда на непродолжительное время покрывается льдом северо-западная его часть под Одессой. Так в очень суровую зиму, в январе 1911 г., лед в 60 см толщиной, правда, на короткое время покрыл всю площадь от Одессы до мыса Тарханкута и острова Фидониси. У Геродота есть сведения, что в 5 веке до Рождества Христова лед покрыл Понт Евксинский (гостеприимный) от Херсонеса до Пантикапеи, а византийские летописцы сообщают о замерзании всего Понта Евксинского в 401 г. и 762 г. после Рождества Христова.

Азовское море покрывается льдом каждый год, но время его появления и занимаемое им пространство очень непостоянны. Так, самое раннее появление льда в Таганрогском заливе отмечалось в конце октября, а в Керченском проливе – в конце декабря. Самое позднее очищение ото льда происходит в конце апреля в Темрюкском заливе и Керченском проливе, затем в начале мая освобождается ото льда юго-западной части моря, куда обычно господствующими ветрами сгоняется плавучий лед. В суровые зимы большая часть моря покрыта сплошным или очень сплоченным плавучим льдом, но иногда оно замерзает полностью. В мягкие зимы открытое море обычно остается свободной ото льда и только в феврале покрывается плавучим льдом.

На рис. 3 показана схема поверхностных течений Черного моря.

В схеме течений Черного моря выделяются два огромных замкнутых круговорота с длиной волны 350-400 км. В честь океанолога Николая Книповича, который первым описал эту схему, её назвали «Очки Книповича». По схеме течений на глубине моря пока единого мнения нет. Следует отметить, что у берегов Дубая на начальной стадии строительства морских искусственных островов не были учтены подводные течения, и это привело их к размыву и опусканию. Средняя скорость течений верхнего слоя воды Черного моря показана на рисунке 4.

В прибрежной зоне Черного моря преобладают грубообломочные отложения: галька, гравий, песок. С удалением от берега их сменяют мелкозернистые пески и алевроиты. В северо-западной части Черного моря на шельфе широко распространены ракушечники, для склона и ложа морской впадины характерны илы. Дно Азовского моря представляет собой мелководную равнину, в основном состоящую из суглинков, покрытых морскими осадками. Только у берегов широкой полосой залегают песчаные грунты с примесью ракушки, а скалистый грунт встречается лишь у южного берега моря.



Рис. 2. Волны на море

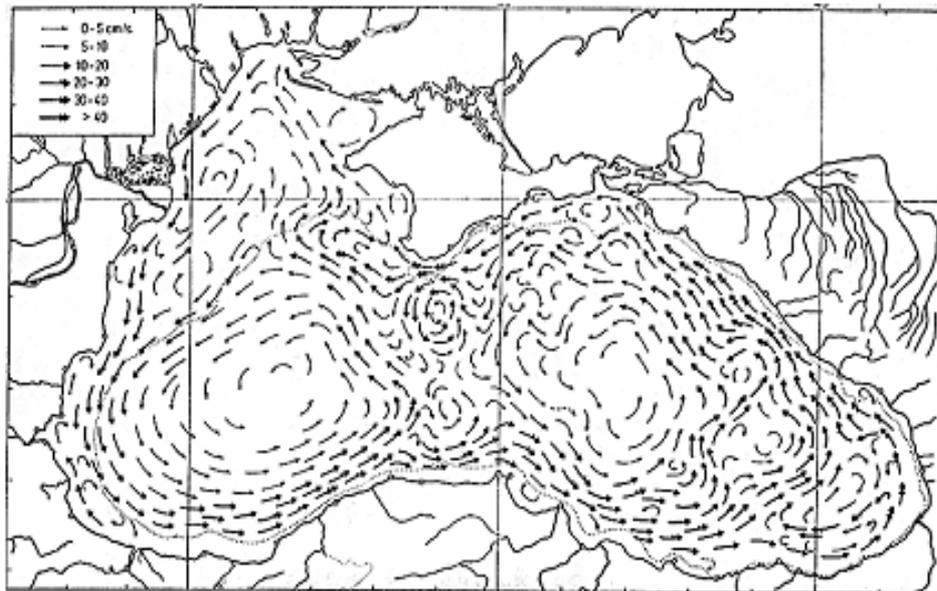


Рис. 3. Схема поверхностных течений Черного моря

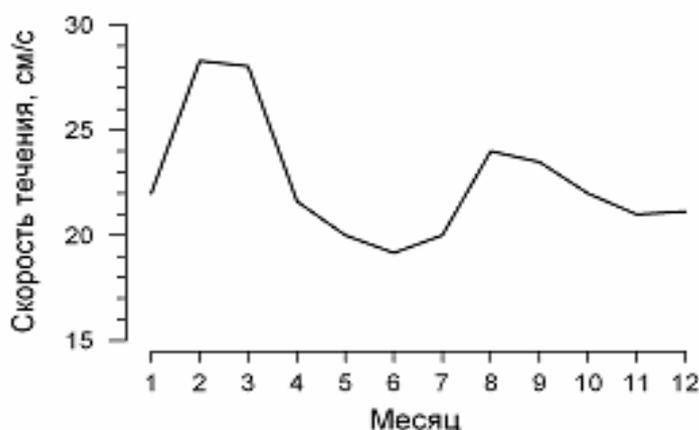


Рис. 4. Сезонний хід середньої швидкості течій в Чорному морі в шарі 0-100 м по даним інструментальних вимірювань в 1955-1983 гг.

Середня температура январа в північній частині Чорного моря становить $+2^{\circ}\text{C}$, але може опускатися і до -5°C . На територіях, прилеглих до Південного берега Криму зима значно м'якше: температура рідко опускається нижче $+5^{\circ}\text{C}$. Сніг, тим не менше, періодично випадає в північних районах моря. Середня температура липня на півночі моря дорівнює $25-27^{\circ}\text{C}$. Максимальні температури не настільки високі завдяки пом'якшувачому впливу водного об'єму моря і зазвичай не перевищують $+37^{\circ}\text{C}$. Значительное влияние на погоду над Чёрным морем оказывает Атлантический океан, над которым зарождается большая часть циклонов, приносящих на море плохую погоду и бури. Юго-западными ветрами обычно в черноморский регион приносятся тёплые и достаточно влажные средиземноморские воздушные массы. Для большей части территории моря характерна тёплая влажная зима и жаркое сухое лето.

В осенне-зимнее время на Азовское море воздействует отрог сибирского антициклона. Это обуславливает ярко выраженное преобладание северо-восточных и восточных ветров со средней скоростью $4-7\text{ м/с}$. Усиление интенсивности этого отрога вызывает сильные, до штормовых, ветры, сопровождающиеся резким похолоданием. Среднемесячная температура воздуха в январе составляет -2°C – -5°C , однако во время северных и северо-восточных штормов она понижается до -25°C и ниже. В весенне-летнее время на Азовское море воздействует отрог азовского максимума. Для этого периода характерно преобладание маловетреной, безоблачной и теплой погоды. Ветры неустойчивы по направлению, их скорость незначительна ($3-5\text{ м/с}$). Часто наблюдается полный штиль. Весной над морем возникают средиземноморские циклоны, которые сопровождаются юго-западными ветрами со скоростью $4-6\text{ м/с}$. Прохождение атмосферных фронтов вызывает грозы и кратковременные ливни. Летом воз-

дух над морем сильно прогрівається, в липні середньмісячна температура повітря рівна 23-25 °С. Середнє річне кількість опадків становить від 340 до 500 мм. Причому найменше їх кількість випадає в центральних районах моря з квітня по жовтень, а в західному і південно-західному районах з листопада по березень.

Вітер безпосередньо впливає на циркуляцію і перемішування води і на тепловий і водний баланс. Стандартні регулярні спостереження за вітром на берегових станціях показують, що для південно-східного узбережжя моря і Південного берега Криму характерні слабкі вітри (середньорічна швидкість вітру <3 м/с). В західній і північно-західній частині моря, а також поблизу Керченського проливу спостерігаються більш сильні вітри (середньорічна швидкість вітру >4 м/с). Для чорноморського узбережжя на малюнку 5 показано перебіг швидкості вітру за період 1961-1990 рр.

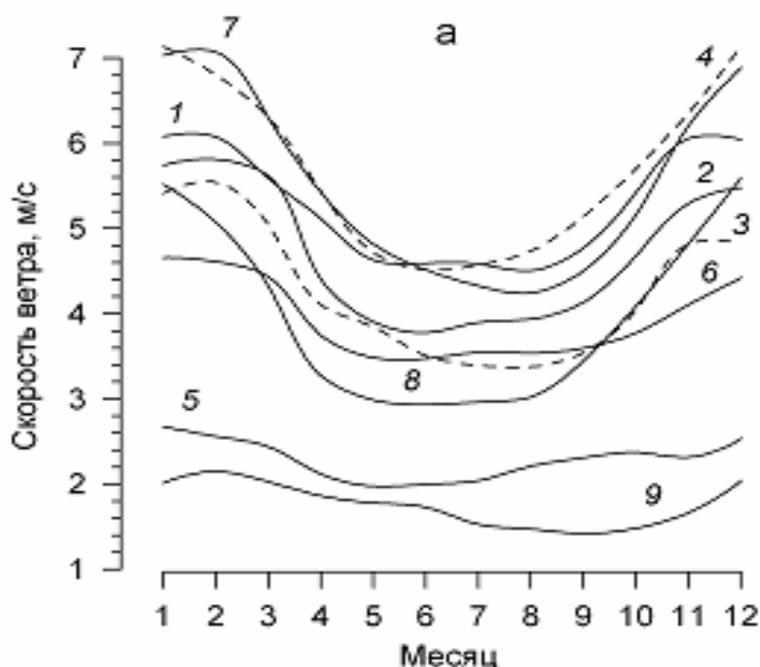


Рис. 5. Сезонний перебіг швидкості вітру, м/с: а – за даними берегових станцій за період 1961–1990 рр.: 1 – Одеса; 2 – Чорноморське; 3 – Євпаторія; 4 – Херсонський маяк; 5 – Ялта; 6 – Феодосія; 7 – Анапа; 8 – Туапсе; 9 – Батумі

Прозорість води Чорного моря в узбережжя рідко перевищує 7 метрів; винятком є південні береги Криму, де навіть влітку, прозорість води досягає 15-20 метрів.

Избыток пресных вод в Азовском море, вызванный речным стоком и осадками, а также ограниченным поступлением более соленых черноморских вод через нижнее течение в Керченском проливе обуславливают низкую соленость вод этого моря. Она примерно в 1,5 раза ниже солености черноморских вод и почти в 3 раза ниже солености океанских вод. Пространственное распределение солености характеризуется значительным ее уменьшением в восточной части Таганрогского залива и на взморье Кубани и повышенной соленостью в районе, прилегающем к Керченскому проливу. Поле солености в Черном море формируется балансом пресных вод и водообменом через нижнее течение пролива Босфор. Превышение поступления пресной воды с речного стока и от осадок над испарением приводит к относительно низкому содержанию солей в сравнении с 18 промилле (грамм соли в литре), это почти вдвое меньше, чем соленость поверхностных вод Мирового океана. Поле солености на поверхности моря во многом определяется речным стоком и атмосферными осадками. Так пониженная соленость характерна для северо-западного шельфа (реки Дунай, Днепр и Днестр). На Керченско-Таманском шельфе и юго-восточном побережье Крыма определенное влияние на понижение солености до 12-15 промилле оказывает приток вод из Азовского моря. Соленость вод растет с глубиной от 18 промилле на поверхности моря до 22,33 промилле у дна.

Остановимся на экологических проблемах морей Украины. Побережье Чёрного моря и бассейн рек, впадающих в него, являются районами с высоким антропогенным воздействием и плотно заселёнными человеком ещё с античных времён. Экологическое состояние Чёрного моря в целом неблагоприятное. Основным международным документом, регулирующим вопросы охраны Чёрного моря, является Конвенция о защите Чёрного моря от загрязнения, подписанная шестью черноморскими странами – Болгарией, Грузией, Россией, Румынией, Турцией и Украиной в 1992 в Бухаресте (Бухарестская конвенция). Также в июне 1994 года представителями Австрии, Болгарии, Хорватии, Чешской Республики, Германии, Венгрии, Молдавии, Румынии, Словакии, Словении, Украины и Европейского союза в Софии была подписана Конвенция о сотрудничестве по защите и устойчивому развитию реки Дунай, стоки которой наиболее загрязняют море. Как результат указанных соглашений, были созданы Черноморская комиссия (Стамбул), и Международная комиссия по охране реки Дунай (Вена). Данные органы выполняют функцию координации природоохранных программ. Ежегодно 31 октября во всех странах Черноморского региона отмечается Международный день Чёрного моря.

Всего в Черное море попадает 350 км^3 речной воды в год. Земная поверхность, с которой реки собирают эту воду, как показано на рисунке 6, в 5 раз больше площади самого Черного моря.



Рис. 6. Водосборный бассейн Черного моря

В северо-западную часть Черного моря с речным стоком поступает более 80 % загрязняющих морскую среду веществ (минеральные удобрения, органические вещества, нефтепродукты, промышленные отходы). Значительный вклад в формирование загрязнения моря приходится на сбросы с промышленных предприятий, муниципальные сточные воды, ливневые и дождевые стоки с береговой прибрежной водосборной зоны и загрязнение морских вод в результате судоходства.

Например, за период 2001 года в пределах Украины в Черное море было сброшено следующее количество сточных вод:

- без очистки – 2,6 млн. м³;
- недостаточно очищенных – 56,1 млн. м³;
- нормативно чистых – 162,7 млн. м³;
- нормативно чистых без очистки – 197,4 млн. м³.

В результате этих сбросов у Черное море поступило 5,9 тыс. тонн взвешенных веществ и 3,7 тыс. тонн органических веществ БПК₅. За последние пять лет на Украине наметилась четкая тенденция снижения объемов сбрасываемых в Черное море возвратных вод: объем сбросов без очистки снизился почти в 2 раза, а недостаточно очищенных на 40 %.

Самыми загрязненными нефтью и нефтепродуктами является западная часть моря, на которую приходится наибольший объем танкерных перевозок, а также акватории 20 морских портов и 7 судоремонтных заводов. Как следствие, это приводит к гибели морских животных, попавших в нефтяные пятна, а также загрязнению атмосферы за счёт испарения нефти и нефтепродуктов с поверхности воды. В прибрежной части Украины расположен 21 приморский город и около 35 поселков городского типа. От неразумной деятельности объектов коммунального хозяйства

населенных пунктов в морские воды поступает значительная часть загрязняющих веществ.

Обратимся к рисунку 7, на котором еще раз изображена модель котлованов Черного и Азовского морей [2].

На нем хорошо видны шельфовые зоны, принадлежащие Украине. Это наиболее крупный северо-западный шельф, мелководное Азовское море и другие, более мелкие шельфы, как Керченско-Таманский и часть южного побережья Крыма. В настоящее время человечество начинает интенсивно осваивать моря для добычи на них различных полезных ископаемых. Это нефть, газ, металлы и другие ценные материалы, которые имеются на шельфах Украины. Для их добычи строятся буровые вышки и искусственные острова, рисунок 8. Шельфы, имеющие малые глубины, к которым относятся перечисленные выше, являются стартовыми площадками для этой цели. Другим важным направлением, использования шельфов, является создание на них искусственных островов для строительства различных предприятий. К ним относятся различные заводы с вредным производством, аэродромы, атомные станции и другие, нежелательные на суше сооружения, рисунок 9. Третьим направлением является строительство на искусственных островах, возведенных на шельфе, жилых зданий, гостиниц для отдыха и культурных и туристических комплексов, рис. 10.

Моря Украины, как показано выше, имеют обширные мелководные шельфы, которые удобны и экономичны для возведения на них сооружений различного назначения, в том числе и искусственных островов.

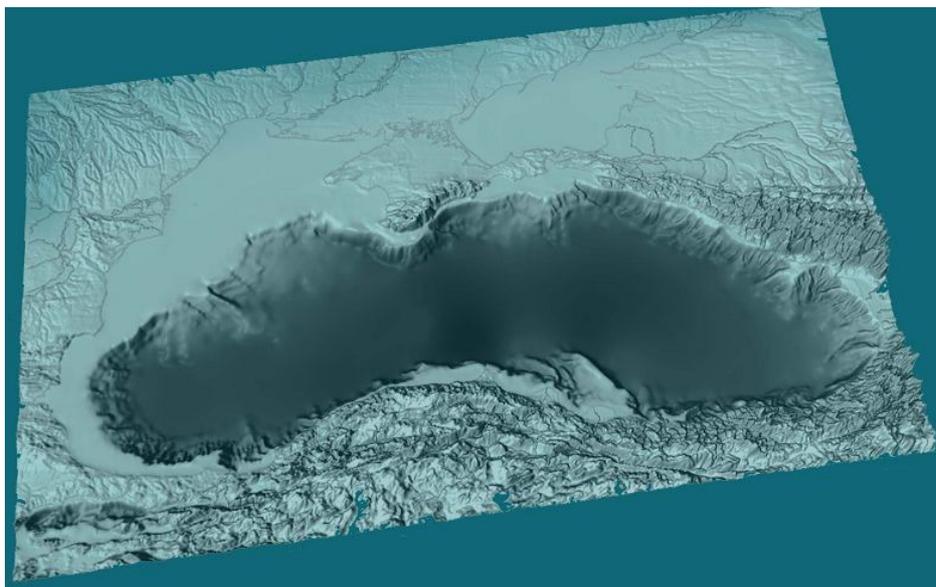


Рис. 7. Котлованы Черного и Азовского морей



Рис. 8. Буровая платформа на шельфе



Рис. 9. Промышленное предприятие на искусственном острове



Рис. 10. Проект искусственного острова в Авазе

Последние могут использоваться как долговременные стационарные сооружения для бурения нефтегазопромысловых скважин, добыче, хранения и переработке различных полезных газовых, жидких и твердых ископаемых. На них могут возводиться жилые, туристические, культурные и промышленные объекты. Они могут также использоваться для разведения, выращивания и переработке водорослей, моллюсков и ценных пород рыб.

Следующие статьи автора будут посвящены расчетам конструкций, которые должны обеспечить надежное состояние искусственных морских островов от действия различных природных явлений.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гришин В.А. Морские искусственные острова (Ч. 1) // Вісник ОНМУ. – № 36. – 2012. – С.54 .
2. Иванов В.А., Белокопытов В.Н. Океанография Черного моря. – Севастополь. – 2011. – 209 с.

Стаття надійшла до редакції 06.09.2012

Рецензент – доктор технічних наук, професор, головний науковий співпрацівник Морського інженерного бюро, науковий консультант **В.В. Козляков.**