

УДК 626.2.5.8 + 551.435 (417)

DOI: 10.18524/2303-9914.2019.1(34).169712

**Ю. Д. Шуйский**, доктор геогр. наук, проф.  
Одесский национальный университет имени И.И.Мечникова,  
кафедра физической географии и природопользования,  
ул. Дворянская 2, Одесса-82, 65082, Украина  
physgeo\_onu@ukr.net

## **ПОРТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА БЕРЕГОВУЮ ЗОНУ ЧЕРНОГО МОРЯ**

В течение минувших нескольких десятилетий экономико-промышленная деятельность населения Земли привела к широкому распространению различных сооружений, построек, выемок грунтовой массы и прочего. Актуальной стала проблема их подробного исследования. Важно, как искусственные объекты влияют на окружающую природу, какое влияние оказывает окружающая природа на искусственные объекты, какова степень влияния объектов на природные ресурсы. Такая постановка вопроса требует развития географического направления «антропогенная геоморфология». Эта статья анализирует и дает оценку нескольким искусственным формам рельефа в береговой зоне Черного моря, между устьями Днепра и Дуная. На основании выполненных оценок разработана и предложена концепция антропогенной геоморфологии на примере портовых, навигационных и берегозащитных сооружений.

**Ключевые слова:** Черное море, береговая зона, строительство, порт, канал, мол, буна, гавань, анализ, антропогенная геоморфология, концепция.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Данная тема является важной для оценки искусственно созданных искусственных форм рельефа в береговой зоне и особенностей их влияния на окружающую природу. В настоящее время береговая зона как притягательная для людей и обладающая ценными ресурсами, бальнеологическими прежде всего, активно застраивается, заполняется виноградниками, засеивается техническими и зерновыми культурами. Береговые территории переходят в частную собственность. Расширяются особенно прибыльные предприятия, в том числе и морские порты. Они занимают большие площади береговой зоны как надводные, так и подводные. Их строительство коренным образом преобразует морской берег и подводный склон, как например, в Сухом и Мал. Аджалыкском лиманах. Поэтому портовые сооружения оказывают сильное влияние на окружающую природу и требуют специального анализа в условиях активизации антропогенного фактора и современных изменений климата.

К тому же в специальной литературе стали появляться результаты исследований по антропогенной геоморфологии. Речь не только о характеристике отдельных искусственных форм рельефа, в том числе и в береговой зоне моря.

Накопилось столь большое количество разнообразных описаний, аналитических и оценочных работ, сравнений, указаний на взаимовлияние искусственного и естественного рельефа, что напрашивается необходимость широких обобщений, выработки определенной теории, решения методологических задач и оформления теории антропогенной геоморфологии. Считаем, что на пути к этому вполне допустимы соответствующие разработки для отдельных фациальных условий.

К данной теме обращались многие авторы, начиная от М. Н. Герсеванова и В. Д. Зарудного в 60-80-е годы XIX столетия. Большое значение имели расчеты В. Ю. Руммеля, В. Е. Тимонова, В. И. Чарномского, П. Е. Мунх-Петерсена, В. А. Пастакова, Д. С. Свищевского и П. С. Чеховича по развитию навигационных путей и строительству портов на Черном, Азовском и Балтийском морях [9]. Их разработки всегда максимально учитывали реакцию природы на искусственные формы рельефа и степень влияния природы на состояние сооружений (искусственных форм рельефа). На Черном море на данную проблему обратили внимание после строительства портовых сооружений в устье р. Жюэвары, у мыса Бурун-Табие и возле устья р. Сочи. Проанализирован опыт строительства портов Скадовск, Хорлы, Евпатория, Одесса, Генуя, Бари, Александрия и ряда других. Многочисленные примеры портовых и берегозащитных сооружений приводятся в монографии Н. А. Айбулатова [1]. При этом портовые, берегозащитные, навигационные и подобные сооружения, по форме положительные и отрицательные, изготовленные из разных строительных материалов, П. К. Божичем, Н. Н. Джунковским, Д. Г. Пановым, О. К. Леонтьевым, П. И. Яковлевым, В. П. Палиенко были названы «*искусственными формами рельефа*». Разработки ряда ученых Украины положили начало использованию морфометрии естественного берегового рельефа для создания моделей берегозащитных и портовых гидротехнических сооружений как искусственных форм рельефа [9, 13, 30, 32]. Их взаимодействие с соседними естественными формами стало важнейшей задачей не только береговедения, но и геоморфологии в целом как науки географической [10]. Один из первых опытов исследования взаимовлияния береговых естественных и искусственных форм рельефа на Черном море был получен Е. Е. Китраном, А. М. Ждановым, А. М. Дранниковым и Р. Р. Микиным. Как видим, практический интерес к искусственным формам рельефа в береговой зоне возникал еще более 150 лет назад. Он строился на необходимости решения технических задач, но не рассматривался как искусственная форма рельефа с позиций геоморфологии и физической географии вообще. Поэтому долгое время даже в учебники не включался соответствующий раздел.

Ценный опыт был получен после строительства портов Алжир, Мерсин, Порт-Саид, Цеара, Клайпеда, Владиславова, Сулина, берегозащитных форм на Одесском, Крымском и Кавказском побережьях Черного моря, на Южном берегу Балтийского моря и на многих других. Полученный при этом опыт и анализ научных материалов позволил установить основные направления –

взаимодействие между искусственными формами рельефа и его последствия [13], что сыграло важную роль в становлении прибрежно-морской антропогеоморфологии. На основании исследования опыта портостроения В. Г. Яковенко и Ю. М. Омельченко [26] обозначили главные последствия от влияния на окружающую природу. К ним относятся, прежде всего, загрязнения воздуха и морской воды, утилизация грунтовой массы от дночерпания, дноуглубления и планирования береговой территории, создание донных отвалов, строительство искусственных островов, технологические особенности портостроения. Это наиболее широкий и чаще всего решаемый круг задач. В то же время морфологии и динамике рельефа, перестройке литодинамических и морфодинамических процессов отводится второстепенное значение. В настоящее время вся сумма задач решается инженерной географией [3, 5, 19, 24] и ставится вопрос о развитии антропогеоморфологии [2].

Для того, чтобы портовые и берегозащитные сооружения эксплуатировались без перерыва и неожиданных препятствий, без стойкого негативного влияния на природу береговой зоны, необходимо располагать качественной и разнообразной научной информацией, четко представлять поведение сооружения по отношению к разным элементам окружающей природы. Немаловажное значение имеют природные закономерности развития береговой зоны морей, в том числе и Черного. Именно они в целом и отдельные их составляющие обеспечивают длительную эксплуатацию сооружений и сохранение природных ресурсов береговой зоны. К настоящему времени накоплен значительный опыт изучения закономерностей взаимовлияния портовых сооружений и окружающей природы береговой зоны морей, в том числе и Черного. С позиций этого опыта мы предпринимаем попытку достичь цели данной работы.

*Цель работы* состоит в оценке влияния портовых и берегозащитных сооружений как форм рельефа разных типов на природу береговой зоны Черного моря и возможное ее преобразование. Для достижения этой цели следует решить *ряд задач*: а) выполнить описание основных портовых и берегозащитных гидротехнических сооружений; б) проанализировать окружающие физико-географические условия, в которых построены и эксплуатируются портовые и берегозащитные сооружения; в) оценить влияние окружающих условий на исследованные сооружения; г) выполнить анализ изменений береговой зоны моря под влиянием искусственных сооружений, что требует изменения организационного статуса антропогеоморфологии; д) попытаться установить, хотя бы первоначально, некоторые положения концепции теории антропогеоморфологии и антропогеографии в целом.

В этой связи *объектом* исследований является освоенная хозяйственной деятельностью береговая зона Черного моря с разнообразными природными факторами и процессами, на которые влияет техногенная деятельность. *Предметом* исследований является анализ и физико-географическая оценка взаимовлияния основных портовых и ряда берегозащитных сооружений разных ти-

пов и разных компонентов природы береговой зоны. Автор исходит из того, что для береговой зоны инородными являются все гидротехнические сооружения. Данная оценка имеет важное практическое значение для обоснования местоположения порта, выбора конструкции, разработки методов и правил эксплуатации сооружений разных типов, для оценки изменений природы береговой зоны под влиянием портовых и берегозащитных сооружений (*«искусственных форм рельефа»*). Поэтому тема работы имеет важное *практическое значение*. Одновременно она обобщает наглядный опыт строительства и эксплуатации сооружений, их и природы взаимовлияние, верифицирует отдельные положения инженерной географии и береговедения.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения основных задач нашего исследования информация была получена в процессе маршрутно-экспедиционного обследования ряда морских портов (Усть-Дунайск, Белгород-Днестровский, Ильичевск, Одесса, Очаков и др.) (рис. 1). В отличие от других авторов, природа береговой зоны исследовалась в пределах всей литодинамической ячейки, где расположен тот или иной порт. При этом основное внимание уделялось внешним гидротехническим сооружениям. Учитывалось местоположение сооружений, длина занимаемого ими берега, насколько сооружения выдвинуты в море и на какую глубину, продольными или поперечными они являются. Кроме того, имела значение экспозиция по отношению к основным ветрам и волнам того берега, где находится порт, возвышенным или пониженным является берег, отмелым или приглубым является подводный склон, каковы контуры изобат, каков состав наносов в целом и на разных глубинах, какова продуктивность источников питания наносами, каковы размеры волн и скорости волновых течений, каков ветро-волновой режим вообще. Особое значение придавалось режиму вдольбереговых потоков и поперечных миграций наносов, к какому их участку приурочен порт и все портовые сооружения с конкретными размерами. При этом мы руководствовались необходимостью соблюдения стратегических положений застройки береговой зоны моря, как рекомендуют принципы и правила стратегии застройки [16, 20, 22, 28, 29, 32].

Различные подходы к исследованиям применяются к трем группам портов: *а)* в полузакрытых бухтах или лиманах; *б)* на открытом выровненном берегу; *в)* в устье реки, и в-четвертых – *г)* (лучше – *а* также) к различным берегозащитным сооружениям. В каждой группе различаются подгруппы по признакам уклонов подводного склона и запасов наносов. В данной работе мы обращаемся в основном к тем портам, которые расположены в лиманах, но имеют внешние навигационные и портовые сооружения.

Основной метод исследований, который применен нами в данной работе, это картографический. По мере его применения, нами проанализированы основные параметры и основные свойства окружающей природы, но с учетом

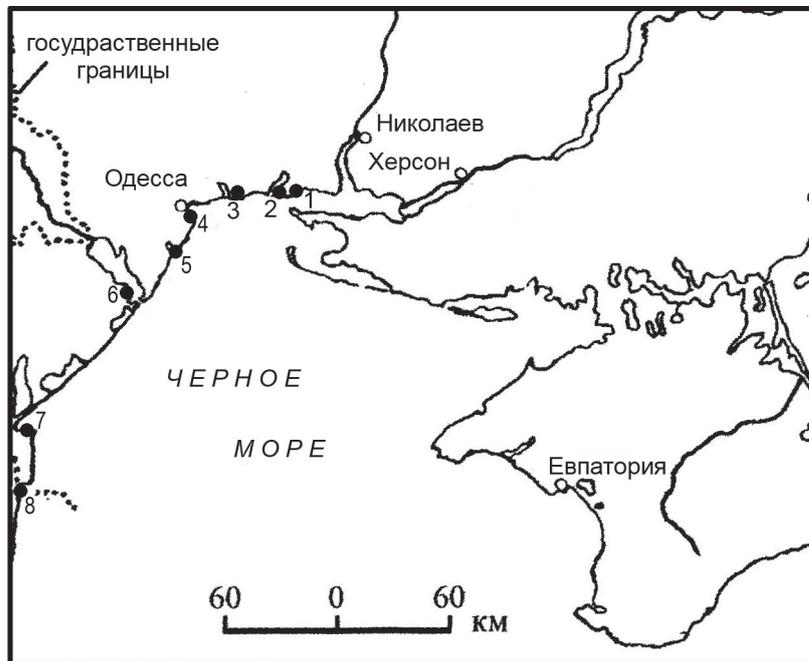


Рис. 1. Расположение морских портов на отмелем побережье Черного моря

- 1 – Очаков, рыбная гавань; 2 – п/п Очаков; 3 – Южный; 4 – Одесса;  
5 – Черноморск (Ильичевск до 2015 года); 6 – Белгород-Днестровский;  
7 – Усть-Дунайск; 8 – Сулина (не вошла в карту)

физико-механических свойств горных пород, напряженности волнового поля, баланса наносов, местоположения в пределах литодинамической ячейки, рельефа прибрежного дна. Особые требования были предъявлены к методу систематизации исходного материала, нахождения необходимых научных положений и однотипных выводов в работах разных авторов. Кроме того, были применены методы ретроспективный, системный, сравнительно-географический, аналитический, графический. Учитывались также основные нормы и правила, регулирующие влияние сооружений на природу береговой зоны.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ АНАЛИЗ

Для достижения цели работы прежде всего обратимся к оценке влияния портовых сооружений разных типов на природные черты береговой зоны Черного моря, на примере побережья между Крымским п-вом и устьем Дуная. Эта тема недостаточно полно исследовалась разными авторами. Даже в наиболее полной и известной публикации [26] о влиянии портовых сооружений на природу береговой зоны Черного моря ей уделено крайне мало места. Сейчас, когда накоплен достаточно объемный материал, а тема стала как никогда до этого

актуальной, её можно раскрыть на примере портов в северо-западной части Черного моря.

**Порт Очаков.** Этот старый порт имеет три небольшие гавани. Одна, состоящая из трех небольших причалов (глубина до 6 м), находится на берегу Черного моря к западу от м. Очаковского (рис. 2). Она является наиболее старой, существует с конца XVIII столетия. К ней подведен судоходный канал. Ранее портовая гавань была закрытой, огражденной волноломами и ограждающими шпорами [18, 24, 27]. Со временем портовые сооружения были перенесены в лиман при создании рыбного порта. В 70-х годах XX века были построены сооружения портовой базы по обслуживанию строительных организаций, занятых перекрытием Днепро-Бугского лимана (рис. 3), – планировалось лиман превратить в пресное озеро по аналогии с лиманом Сасык.

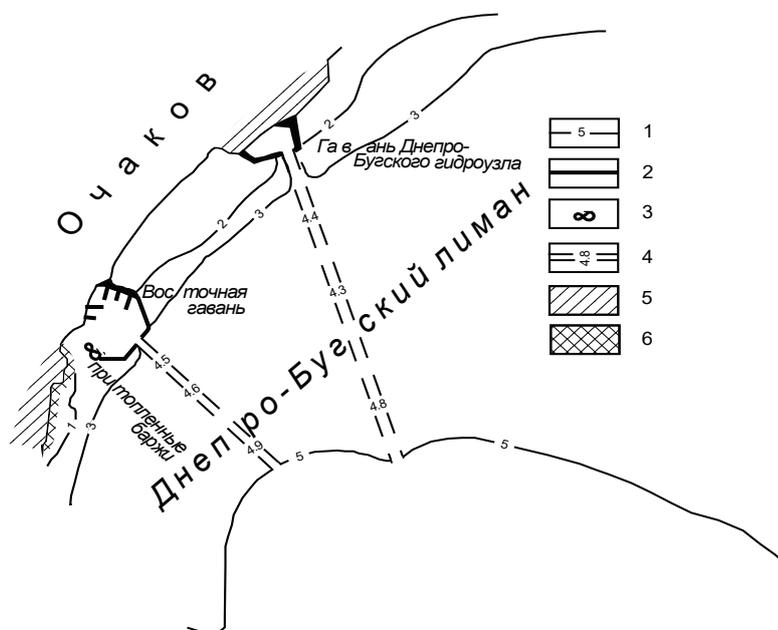


Рис. 2. Расположение различных положительных и отрицательных искусственных форм рельефа в западной части Днепро-Бугского лимана, северное побережье Черного моря

1 – изобаты (в м); 2 – искусственные гидротехнические сооружения (молы, пирсы, причалы, валы, гряды); 3 – притопленные баржи; 4 – судоходные каналы с отметками глубин (в м); 5 – искусственные песчаные насыпи; 6 – защитная каменная наброска

С точки зрения физико-географических условий, эксплуатация портовых сооружений различна. Для старого порта к западу от м. Очаковского (на морской стороне) наиболее опасными являются ветры и волнения от юго-запада и запада. Положение спасает отмель Одесской банки и, частично, – выступ о. Березань. Подводный склон здесь претерпевает активную абразию, но по-

ставляет почти исключительно алевроито-пелитовые фракции. Их количество добавляется из лимана – это днепро-бугские аллювиальные наносы, и тоже взвешенные. Они заносят Очаковский морской канал, но понемногу, а ремонтные черпания производятся без особого труда [18]. Зато две гавани в лимане находятся на пути действия восточных ветров, весьма сильных, с наибольшей повторяемостью штормовых (рис. 3). Поэтому размер волн, высота нагона и скорости течений являются повышенными, способными к большому влиянию на портовые сооружения. По этой же причине возможна значительная заносимость подходов каналов, но мелкозерным материалом.

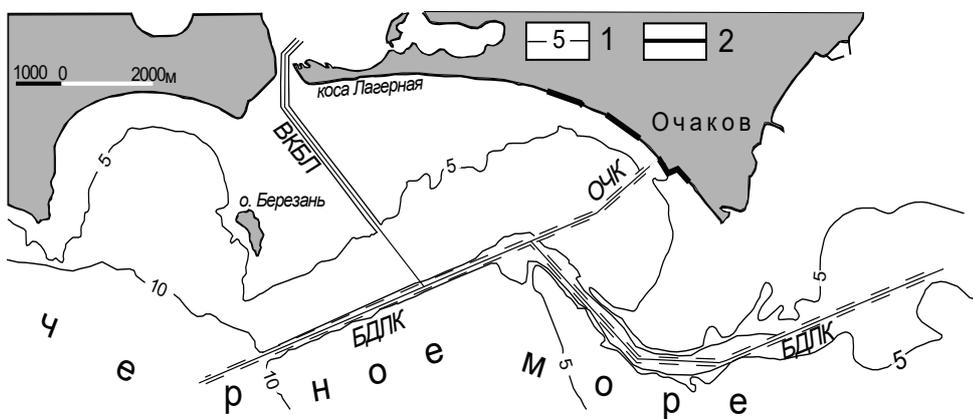


Рис. 3. Расположение искусственных отрицательных форм донного рельефа – судоходных каналов на дне северной части Черного моря

1 – изобаты (в м); 2 – береговые искусственные гидротехнические сооружения;  
БДЛК – Бугско-Днепровский лиманский канал; ВКБЛ – входной канал Березанского лимана;  
ОЧК – Очаковский судоходный канал

В данном примере более сильным выступает влияние окружающих условий на сооружения, чем наоборот. Сооружения образовали два искусственных выступа, которые отклоняют трассы стокового речного и волновых течений. Они нарушили рельеф лиманного дна выемкой судоходного канала (глубина до 4,7 м) и защитными набросками у подножья оградительных портовых строений. Занятый портом участок берега, ранее абразионного, превратился в стабильный. Строения и защитные наброски стали субстратом для крепления ряда бентосных организмов, в основном пресноводных. На флангах одного и другого порта в лимане образовались входящие углы, которые заполняются местными наносами. Но поскольку береговая зона лимана испытывает весьма острый дефицит наносов, то и «углы» характеризуются минимальными размерами. В них значительное содержание раковинного детрита. Усилилось загрязнение воды. Хотя и появился дополнительный субстрат для бентосных организмов и

дополнительное средство очистки воды, но все же негативное влияние оказывает загрязнение воды.

В практике строительства и эксплуатации портов наибольшие неудобства и затраты обусловлены влиянием штормов и заносимостью подходных каналов и акваторий [1, 6, 26]. Очаковские лиманные гавани не испытывают существенной заносимости, зато подвержены неблагоприятному влиянию волн и волновых течений. Заметного деструктивного влияния на сопредельные берега не обнаружено, а естественный дефицит наносов сохраняется на прежнем уровне. Поэтому целесообразно применение искусственных пляжей на всем Очаковском абразионном участке, к западу от порта, в сторону Лагерной косы.

Еще один лиман, Малый Аджалыкский (или Григорьевский) был занят *портом Южным*, возникшим в 1974 г. как перевалочный пункт азотных удобрений, серы и фосфоритов, а сейчас – еще и нефти. В начале XXI века в акватории лимана добавился частный порт «ТИСС». В 2010 г. их грузооборот составил более 18400 тыс. т/год. В естественном состоянии лиман имел глубину до 3,5 м, а в среднем 1,8 м. Дно было выстлано толщей илистых отложений антропогена. Длина лимана была равной 10 км, ширина 0,2-1,1 км, а площадь 6,3 км<sup>2</sup>. В настоящее время днище лимана углублено до 14-18 м. Его акватория соединяется с морем судоходным каналом, шириной 120-140 м, а глубиной до 18 м (рис. 4). Пересыпь разрезана на две части, её рельеф полностью изменен, а в целом канал является искусственной формой.

В процессе строительства берега лимана срезаны, частично – террасированы, местами – выположены. Прибрежная часть его дна углублена, приняла практически вертикальное положение. На значительном протяжении она облицована бетонными блоками или укреплена сваями при создании причалов.

Таким образом, строительство портовых сооружений потребовало существенного изменения рельефа как на дне Малого Аджалыка, так и на окружающих береговых склонах. Ложе лимана, вместе со склонами, превратилось в искусственную форму берегового рельефа. Ее борта укреплены, частично террасированы, приобрели стойкость и практически утратили динамичность. В этой связи данная искусственная форма утратила природные морфометрические черты, свои размеры, ход и интенсивность взаимодействия с соседними формами рельефа, испытала изменение соотношения между эрозионно-денудационными и аккумулятивными экзогенными процессами. Эта отрицательная форма продолжена в направлении моря, длиной до 3 км и шириной до 140-150 м. От морского края пересыпи лимана судоходный канал огражден внешними молами («парными шпорами»), которые выходят на глубину около 5 м. Пересыпь лимана осталась положительной формой рельефа, но оказалась состоящей из двух частей – западной и восточной (рис. 4).

Представленный перечень изменений рельефа в процессе портового строительства потребовал значительного объема экскавации. Количество перемещенной грунтовой массы превысило 18 млн. тонн [4, 19]. И конечно же, эту

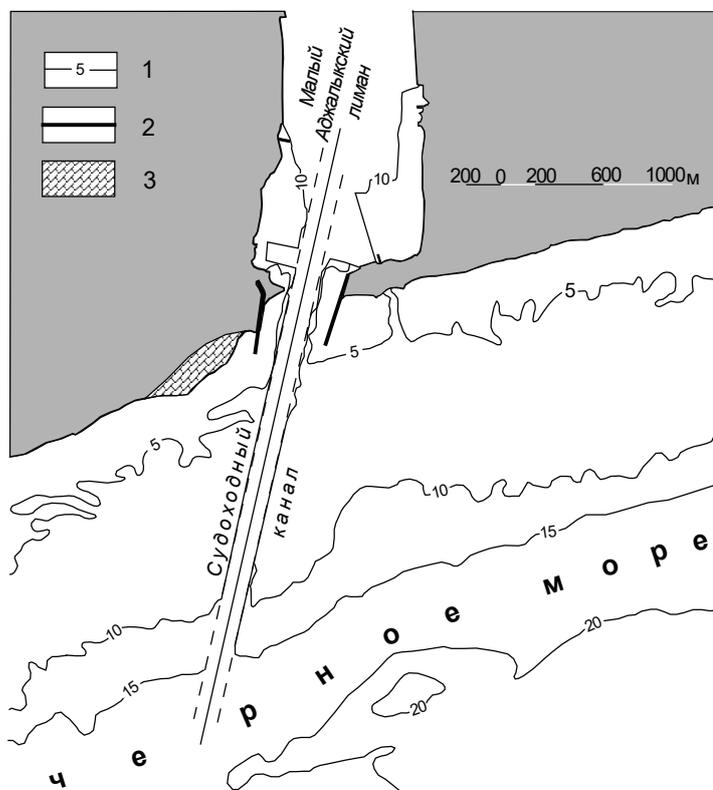


Рис. 4. Карта-схема расположения основных искусственных форм рельефа в районе порта Южный в северной части Черного моря

1 – изобаты (в м); 2 – искусственные сооружения 3 – искусственная грунтовая берегозащитная терраса

массу надо было куда-то девать. Обломки глинистых пород были истрачены на засыпку оврагов, частично пошли на подводный отвал и на формирование территории [20, 23]. Однако, места для 65% глинисто-известняковой грунтовой массы не находилось. Тогда кафедрой физической географии и природопользования ОНУ им. И.И. Мечникова была разработана рабочая схема утилизации излишков этой массы в виде серии нескольких (до 10-15) береговых террас у подножья абразионно-оползневого клифа между лиманами Малый Аджалыкский на западе и Сычавский на востоке (рис. 5). Фронтальную часть террас было предложено отсыпать из крупных обломков местного неогенового кристаллизованного известняка, и их волновая переработка могла бы быть источником наносов, которые образовали бы пляжи в вогнутостях между отдельными террасами. В данном случае могли бы проявиться несколько весьма полезных последствий. Однако, разнородная грунтовая масса была высыпана

в виде новой территории для промышленной зоны в верховьях Малого Аджалыкского лимана, уже за пределами береговой зоны моря.

И все-таки часть наброски скальных пород послужила для создания одной опытной берегозащитной террасы. Считалось так, что после постройки внешних оградительных молов и канала к западу от них, с подветренной стороны, возникнет закономерный очаг береговой абразии. И этим будет создана опасность существованию молов. Для упреждения этого негативного явления с западной стороны от оградительных молов была построена универсальная грунтовая терраса (рис. 4, 3). На её внешнем обрамлении были подобраны свойства пород и размеры обломков таким образом, что под волновым влиянием они продуцировали песчано-гравийные частицы и служили дополнительным средством питания пляжей наносами. Структура скальных пород была благоприятна для поселения бентосных животных, в первую очередь – моллюсков-фильтраторов, в основном мидий (*Mytilus galloprovincialis*). В итоге был создан очаг биологической очистки морской воды от загрязняющих веществ.

В этой связи можно считать, что возле порта Южный была применена уникальная для того времени берегозащита, которая не имела тогда и не имеет сегодня аналогов на Украине [4, 29, 30]. Она представляется в виде одной или нескольких последовательно расположенных террас, сложенных естественными разнородными грунтовыми массами на наиболее абразионно-опасных участках [29, 31] (рис. 5). Размеры и расположение террас рассчитывается рассчитываются для каждого берегового участка отдельно, в соответствии с законом географической локальности [16]. Данная берегозащита обеспечила синхронное сосуществование таких свойств: а) утилизацию избыточной грунтовой массы после обильной экскавации; б) сохранение большой площади пахотных черноземов высочайшей ценности, где могла быть складированной огромная масса бросового грунта; в) защиту участка морского берега от разрушения в наиболее опасном месте; г) создание дополнительного источника наносов, который способствовал увеличению размеров прислоненных пляжей и росту их рекреационной емкости; д) существенное увеличение размеров пляжей, что является фактором уменьшения скоростей абразии клифов; е) способность очищения морской воды от загрязняющих веществ вблизи большого морского порта и зоны отдыха города Южный; ж) экономия трудовых, материальных и финансовых ресурсов.

Вместе с тем внешние сооружения порта (рис. 4 5) перекрыли распространение вдольберегового потока наносов от востока в западном направлении. Конструкция и экспозиция восточной шпору оказалась такой, что практически вся нагрузка потока наносов оказывается в канале. Пока не был выработан профиль равновесия фронтальной части искусственной защитной террасы, потери наносов в канале компенсировались размывом этой террасы. Но выработка профиля (через 10-13 лет) привела к снижению поступлений настолько, что восточнее порта размеры пляжей сократились и активизировались скорости

абразии клифов. Их защитные размеры уменьшились почти в 2 раза, и это привело к дополнительным потерям береговой территории. Как видим, в данном случае часть положительных форм искусственного рельефа в виде крупных внешних молов сказывается негативно на балансе наносов в Аджиянской литодинамической системе.

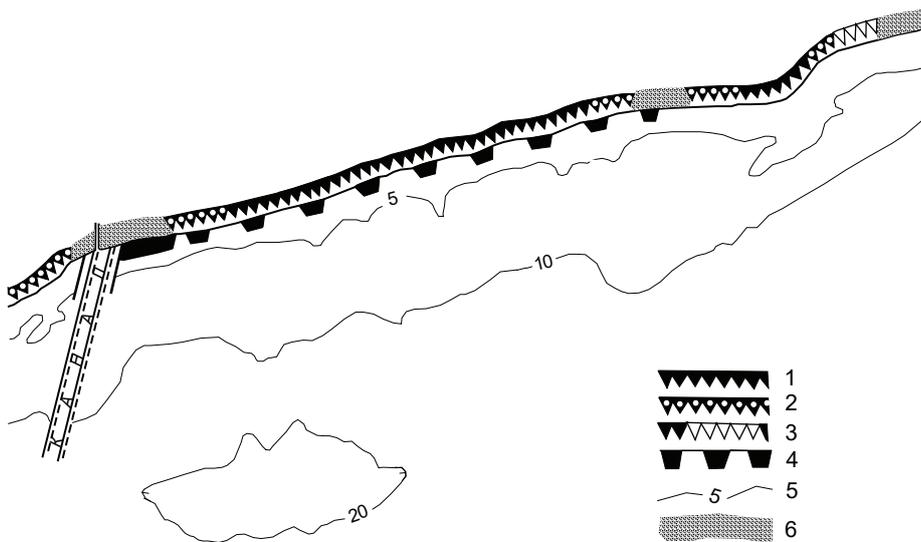


Рис. 5. Расположение береговых искусственных террас из разнородных грунтов между портом и пос. Южный

1 – абразионно-оползневые клифы; 2 – абразионно-обвальные клифы; 3 – отмершие клифы; 4 – грунтовые террасы; 5 – изобаты; 6 – береговые аккумулятивные формы

Как и возле всякого крупного современного порта, вода в море бывает грязнее, чем на соседних акваториях [1, 26, 27, 32]. Здесь наличие порта обусловило несколько антропогенных источников загрязнения: а) суда разного класса, назначения, тоннажа, состояния; б) химический комбинат – Одесский Припортовый завод; в) морской торговый порт Южный; г) морской торговый порт ТИСС; д) смыв со склонов лимана во время дождей и таяния снегов. Примечательно, что на протяжении последних 20-25 лет Одесский Припортовый завод и морской порт не нарушали природоохранных законов Украины. Загрязнения от всех перечисленных источников были, но они редко превышали предельно допустимые концентрации.

**Гавань «Сосновый Берег».** Ряд примеров показывает, что и небольшие портовые сооружения в виде искусственных форм рельефа могут играть существенную роль в изменениях рельефа береговой зоны. В частности, со стороны Одесского залива на западном фланге м. Северного Одесского была построена

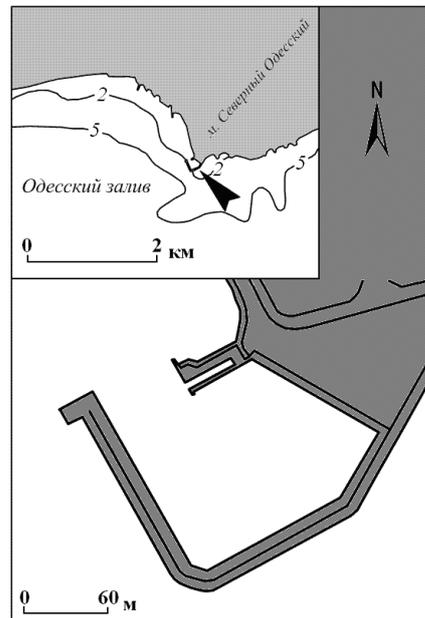


Рис. 6. Расположение малой гавани для лодок и яхт на мысе Северном Одеском при входе в Одесский залив, Черное море

небольшая гавань для катеров и яхт «Сосновый Берег», общей площадью 100x150 м (рис. 6). Оградительные сооружения выходят на глубину до 3,5 м. Возведенные ограждения гавани преобразили прежде всего рельеф вокруг мыса – они повлияли на состояние клифа и бенча. Искусственная положительная форма рельефа гавани оказалась стабилизированной и стала преградой на пути движения осадочного материала вокруг мыса в Одесский залив. При этом основная трасса движения наносов с востока, от м. Аджияск, приуроченная к глубинам от 1,5 до 4,5 м, была нарушена. Крупные наносы ( $\varnothing \geq 2,5$  мм) движутся в интервале глубин главным образом 0-2 м. Они составляют до 30% мощности Аджияского вдольберегового потока наносов и полностью идут на питание пляжей в вершине Одесского залива.

Следовательно, возведенные искусственные сооружения гавани «Сосновый Берег» оказались непропуском для таких

крупных наносов, с восточной стороны сооружений начал заполняться «входящий угол», а потому пляжи в заливе лишились значительной части питания. К тому же удлинение восточной части выступа мыса усилило вынос энергетическими и компенсационными течениями на дно залива более мелких наносов (песчаных и алевритовых), что в еще большей степени уменьшило питание пляжей на берегу Одесского залива. Следовательно, строительство данной гавани и смежных с ней сооружений нельзя назвать рациональным. Они перекрыли движение наносов во вдольбереговом потоке настолько, что в вершине береговой дуги Одесского залива слабая аккумуляция наносов на пляже (+0,5 м<sup>3</sup>/м·год) сменилась размывом (-1,1 м<sup>3</sup>/м·год) за последние 15-16 лет. Поэтому линейные размеры пляжа также стали уменьшаться, что заставляет природопользователей ежегодно завозить до 10 тыс. тонн песчано-ракушечных наносов на Лузановские пляжи в вершине залива. Хотя это почти в 3 раза меньше того, что разгружал естественный Аджияский вдольбереговой поток наносов в заливе еще в середине XX века.

Конечно же, искусственное изменение конфигурации мыса Северный Одесский и глубин вокруг него, создание новых положительных и отрицательных форм берегового рельефа изменило процесс рассеивания волновой энергии и режим волновых течений при входе в залив. Система этих течений оказалась

смещенной в сторону моря, в её составе усилились сгонно-нагонные течения, возросла интенсивность волновой турбулентности токов воды. А это в целом негативно отразилось на динамике окружающего естественного рельефа.

**Морской торговый порт Одесса** является наиболее старым в исследованной части Черного моря. Поэтому его сооружения давно (с 1793 г.) и весьма чувствительно повлияли на природную обстановку береговой зоны моря (рис. 7). Согласно первым гидрографическим картам Одесского залива [6, 20], на южном фланге данного залива возле м. Ланжерон естественный берег является и до сих пор высоким, оползневым, террасированным. Согласно картам капитана и кавалера И. И. Биллингса и описаниям натуралиста М. Гаюи, абразионно-оползневые клифы тогда были присущи фланговым берегам Одесского залива. Еще в 1812 г. здесь развивались большие оползни [7, 9]. Волны имели возможность абрадировать подножье клифа и постоянно нарушать устойчивость склона.

Морское дно было более отмелым и менее расчлененным. Встречались многочисленные оползневые формы, вплоть до валов выпирания и многочисленных их крупных обломков скальной породы. На многих участках прибрежного дна были распространены залегания таких пород, что существенно повышало трудоемкость дноуглубления для создания причалов торговой коммерческой гавани, купно с эллингом для строительства флота. Отдельно у причалов создавались необходимые глубины, чтобы ошвартовывать коммерческие суда и военные корабли. Поверхность каждого причала выравнивалась для подвоза грузов, для выгрузки/погрузки товаров.

От выступа м. Ланжерон внутрь залива была вытянута естественная песчано-гравийно-ракушечная коса, с примесью крупных обломков известняка [7, 9]. Длина косы не превышала 500 м, ширина 50 м, а толщина слоя наносов была не более 1,5 м. Но она играла роль естественного волнолома, который давал возможность мелкосидящим судам и лодкам укрываться от штормов. Поэтому строительство порта началось с отсыпки искусственной грунтовой террасы для получения новой территории под защитой косы и углубления морского дна. Портовые пирсы возникли на месте современных Каботажной и Новой гаваней, на выходе из Карантинной и Военной балок, а затем была создана и Карантинная гавань (рис. 7). Для этого по трассе упомянутой малой косы был отсыпан Карантинный мол, к концу XIX века продолженный Карантинным волноломом («брекватором»). Одновременно продолжалось углубление дна и увеличение портовой территории за счет отвоевания у моря все большей площади акватории Одесского залива за счет отсыпок террасы, в основном материала дноуглубления.

В настоящее время грузооборот порта Одесса превышает 25 млн т/год. Его искусственные (техногенные) сооружения заняли длину берега более 8,5 км. При этом длина причальной линии превышает 18 км, т.е. получается, что коэффициент извилистости береговой линии у искусственных форм рельефа

составил 2,85. Это обычно указывает на очень высокую плотность портовой застройки, весьма своеобразные искусственные формы берегового рельефа, а значит – на высокую степень антропогенного пресса [1, 2, 12]. К искусственному техногенному рельефу относятся молы с причалами, углубленные ковши отдельных гаваней, подходные каналы, волноломы, отдельные пирсы, временные свалки грунта и др. (рис. 7).

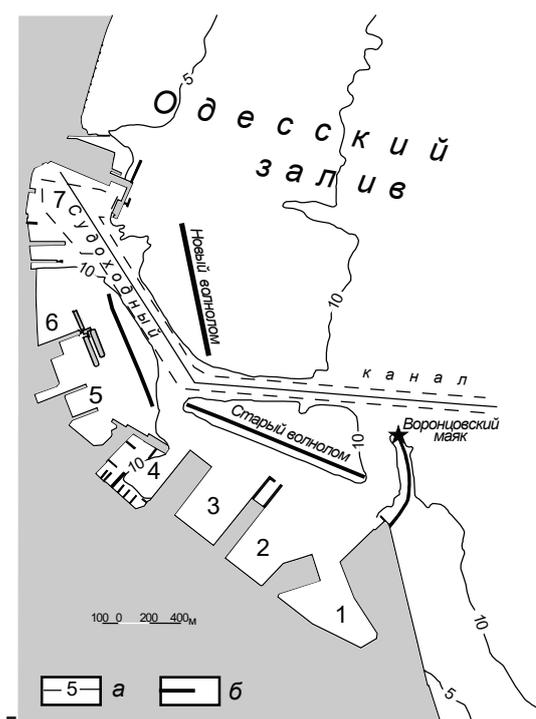


Рис. 7. Карта-схема Одесского морского торгового порта на берегах Одесского залива, Черное море. Обозначения: а – изобаты (в м); б – искусственные сооружения

1 – Карантинная гавань; 2 – Новая гавань; 3 – Каботажная гавань; 4 – Практическая гавань; 5 – Заводская гавань; 6 – Рабочая гавань; 7 – Нефтяная гавань

Особенно масштабные изменения претерпел подводный склон моря до глубины 14-15 м. На нем создано 5 больших гаваней (№№ 1-4 и 7), выходы из Карантинной и Практической, подходный канал к Практической и Нефтяной гаваням. До 6-8-метровой глубины вычерпано дно в Арбузной, Заводской, Хлебной и Рабочей гаванях. Для защиты от штормовых волн и волновых течений дополнительно построено 4 крупных волнолома. Основной вход в Карантинную и Новую гавани защищает Карантинный мол с Воронцовским мая-

ком на оконечности. Основные гавани № 1-4 защищены Старым волноломом, установленном на глубине около 10 м. Новый волнолом обеспечивает судоходство по каналу к Нефтяной гавани. Заводская, Арбузная и Рабочая гавани дополнительно защищены Заводским волноломом. В течение минувших 25 лет создана обширная дополнительная площадь контейнерного терминала на внешней стороне Карантинного мола, на глубинах 6-9 м. Все это показывает весьма сложную структуру портовой застройки, разнообразие искусственных форм рельефа, разную степень влияния сооружений на окружающие участки береговой зоны и на виды техногенного преобразования морского берега (рис. 7). Масса обломков горных пород и донных осадков была использована также и для наращивания площади порта, улиц Приморская и Де-Волановская. В течение развития порта создавались каменные наброски на внешнем контуре портовых сооружений. Можно четко видеть, что естественный берег коренным образом уничтожен, а сам порт представляет собой комплекс искусственных форм берегового рельефа. Да и построен порт вместе с ул. Приморской на искусственно отсыпанной грунтовой террасе, которой большей частью не было в естественном состоянии. Очевидно также и на примере искусственных форм рельефа («портовых сооружений») Одесского торгового порта, как и для сравнения портов Скадовск, Бердянск, Очаков, Южный и прочих, что положительные и отрицательные формы не должны быть динамичными и все время меняться. Их основная особенность – быть прочными, стабильными, неизменными, устойчивыми.

Как можно видеть, в данном порту сконцентрированы разнообразные по назначению, форме и размерам искусственные формы рельефа, как и для сравнения, – в портах Южный и «ТИСС». Одни являются подводными, другие – надводными. В отличие от других эти портовые формы создавались вместе с городскими формами, – берегозащитными, транспортными и селитебными. Поэтому исследовать необходимо не только каждую искусственную форму в отдельности или их функциональное множество, но и взаимоотношения, взаимовлияние в условиях воздействия естественных факторов, процессов и механизмов окружающей природы.

Одесский порт занимает всю южную часть Одесского залива между пересыпью Хаджибейского лимана и м. Ланжерон. До 60-х годов XX века считалось, что портовые сооружения полностью перекрыли трассу вдольберегового потока песчано-гравийных наносов [9, 11, 20]. Зарождаясь якобы далеко на юго-западе вдоль Бурнасского абразионного участка, этот поток, согласно старым несовершенным представлениям, наращивал свою мощность на пути к м. Ланжерон. Как раз он якобы и образовал небольшую косу у м. Ланжерон. А затем полностью разгрузался в Одесском заливе, привел к образованию и обеспечивал прирост пересыпей Хаджибейского и Куяльницкого лиманов, накопление наносов и выдвигание береговой линии в сторону моря. В итоге образовался самый крупный, комфортный и стойкий пляж Одессы в урочище Лу-

зановка, на котором могли отдыхать сотни тысяч рекреантов. Таким образом, еще в период 50-х годов XX века ряд инженеров и ученых были уверены, что именно огромный порт, сооружения которого достигают глубины 10-15 м, не позволили потоку наносов и впредь разгружаться в вершине Одесского залива [14, 29]. Эти сооружения оказались «непропуском» для наносов и, согласно тогдашним оценкам, стали главной негативной причиной деградации фронтального фасада пересыпей Хаджибейского и Куяльницкого лиманов, вместе с широким пляжем.

Но на самом деле, если исходить из дополнительных исследований с помощью различных методов во второй половине XX столетия, формирования и структуры берега между м. Аджияск и Одесским заливом, портовые сооружения Одессы не могли оказать существенного отрицательного влияния на природу береговой зоны Черного моря. Не они привели к деградации лузановских пляжей в вершине Одесского залива, как это следует из анализа влияния гавани «Сосновый Берег» у м. Северного Одесского на окружающую природу. Наоборот, благодаря строительству порта, была создана дополнительная площадь территории Одессы на грунтовой террасе вдоль активного оползневого клифа в южной части залива. Интенсивные здесь оползни были стабилизированы. Прекратились потери городской территории. Но, вместе с тем, конечно же, были нарушены условия обитания живых организмов, что привело к гибели немалого числа растений и животных. Сложившаяся ситуация, тем не менее, оказалась допредельной, сохранившей возможность восстановления негативных геологических, геоморфологических, гидробиологических и естественных ландшафтных явлений.

**Черноморск** (Ильичевск до 2015 года) представляет собой еще один крупный морской порт (сегодня грузооборот более 15 млн т/год), построенный на исследованном побережье в Сухом лимане и начавший свою работу с 1957 г. Как и Южный, он соединен с открытым морем подходным судоходным каналом до глубины 17,5 м. Борты канала ограждены парными шпорами, выдвинутыми до глубины 5,5 м (рис. 8). Дно лимана было вычерпано до глубин 12-18 м. Береговая линия оконтурена свайными и из бетонных блоков причалами, вдоль которых глубина сразу же может превышать 12-18 м. Причалы морского торгового порта расположились вдоль западного берега, включая и преобразованную пересыпь. На западе нижней части лимана расположилось хозяйство Ильичевского судостроительно-судоремонтного завода, а на востоке – международного железнодорожного парома. Далее, в пределах устьевой части лимана на его восточном берегу расположился рыбный порт, причалы производственного объединения «Антарктика» и завода деликатесных морепродуктов. Устьевая часть лимана прилегает к пересыпи и выходу в море. Характеризуется близостью к гидрохимическому и гидробиологическому режиму соседнего участка моря.

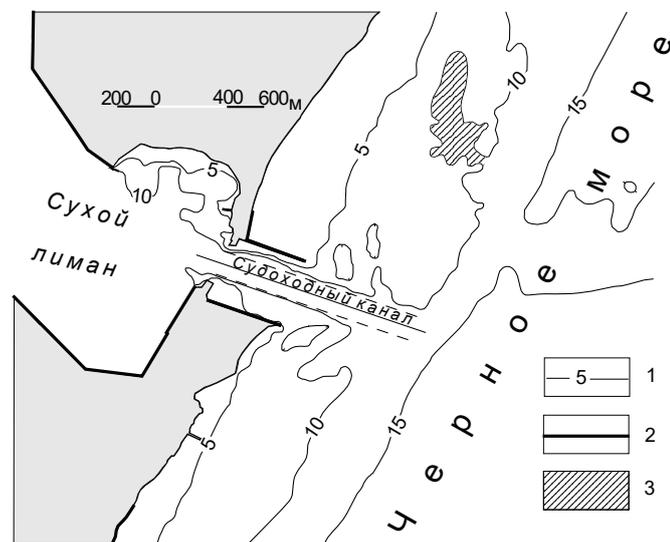


Рис. 8. Карта-схема Ильичевского морского торгового порта и подходной канал к нему на побережье Черного моря

1 – изобаты (м); 2 – искусственные гидротехнические портовые сооружения;  
3 – подводный карьер по добыче строительных песков

Все это означает, что Сухой лиман, в отличие от многих других изученных, был подвержен и подвергается сейчас сильному антропогенному влиянию [24]. Причем, это влияние вызвано в основном водным транспортом и работой береговых предприятий. Отличием порта является его неуклонное развитие, включая грузовой порт, рыбпорт, железнодорожную переправу и судоремонтный завод.

В последние несколько лет разрабатывается проект строительства стационарного моста и дноуглубления у стенок причалов с целью преодоления Сухого лимана напрямую из Одессы в Ильичевск и обратно, минуя окружное шоссе. Все дополнительные работы увеличивают число и разнообразие искусственного рельефа по сравнению с тем, если бы существовали бы одни лишь портовые сооружения. Со строительством морского порта было тесно связано сильное преобразование пересыпи Сухого лимана и прилегающего морского дна с помощью ряда искусственных форм берегового рельефа. На месте южного отрезка пересыпи была отсыпана искусственная грунтовая терраса и образована дополнительная территория для порта (положительная форма рельефа), площадью 13,5 га. С целью предотвратить абразионное разрушение клифа и потерю территории, у м. Северного была отсыпана дополнительная защитная грунтовая терраса, как и западнее входа в порт Южный. Чтобы не допустить размыва северного отрезка пересыпи в месте приращения с ней оградитель-

ной шпоры был возведен контрбанкет с обратным фильтром, длиной около 400 м. Застроенным оказался и сопредельный абразионный берег, где на террасах были возведены летние домики и лодочные причалы.

Громадный объем грунтовой массы был перемещен и утилизирован во время выравнивания склонов Сухого лимана. Эскавация была сплошной и проводилась в интересах строительства причалов, пирсов, прокладки автомобильных и железных дорог, электродорог под подъемно-транспортную технику, под строительства мастерских, зданий, складов и прочего. Получается, что дно и берега Сухого лимана являются одними из наиболее преобразованных, по сути искусственной выемкой для морского порта и его инфраструктуры на побережье Черного моря.

В связи со строительством порта было преобразовано также и прилегающее дно Черного моря. На первых шагах строительства причалов, складов и внешних гидротехнических сооружений в качестве сырья стал использоваться песок из подводного карьера невдалеке от берега. Он находился на глубинах 6-10 м, т.е. в сфере влияния штормовых волн (рис. 8). В итоге подводный склон стал круче – от 0,0174 до 0,0233 – т.е. почти на 35%. В итоге размеры приосвоенных пляжей к северо-востоку значительно уменьшились, а скорости абразии, мощность и частота оползневых подвижек возросли [4, 8, 14, 19]. Выемка стала перехватывать наносы пляжеобразующих фракций. Но поскольку участок расположения порта Ильичевск приурочен к району зарождения Северо-западного потока наносов, а второстепенные подвижки с юго-запада перехватываются прорезью судоходного канала, то заполнение карьера идет очень медленно. Даже после полувека выемка карьера не заполнилась: если бы эта часть береговой зоны относилась к очагу разгрузки потока наносов, как утверждали авторы [9, 24], то остатков карьера уже давно не было бы. В данном случае малоубедительными оказались доводы Р. Я. Кнапса и Н. И. Дзидикашвили, которые категорически утверждали о распространении мощного вдольберегового потока наносов в направлении на северо-восток. Однако, со временем было выполнено специальное обоснование направления и мощности вдольберегового потока, причем, комплексно, на принципах физической географии, с помощью расчетов по четырем кондиционным гидрометметодам, по методам петрографо-минералогических индикаторов, люминесцентных трассеров, морфодинамическим разной длительности, и ситуативных процессов размыва-аккумуляции. На участке между мысами Бол. Фонтан и Санжейский применялись длительные стационарные измерения, анализ состава береговых и донных наносов, оценивались запасы наносов и изменения уклонов подводного склона, анализировались процессы заполнения «входящих углов» у парных оградительных молв, наблюдались процессы заносимости подходного канала, выполнялись расчеты энергетических элементов по методам Шишова, Жданова, Кнапса и БДШ, проводились эксперименты с мечеными песками, учитывались геоморфологические характеристики береговой зоны [15, 20].

В настоящее время заносимость канала не превышает 30 тыс. м<sup>3</sup>/год в среднем за многолетний период. Это не так уж и много, а потому практически не мешает судоходству на канале.

С другой стороны, этот карьер находится «вверх» по вдольбереговому потоку ветро-волновой энергии. В этих условиях основная часть наносов (65-70%) сносится на юго-запад, в сторону судоходного канала. Убедительным подтверждением такого направления является процесс нарастания подводного «наветренного» входящего угла у северной оградительной шпоры [15]. В то же время резкое усиление «подветренного» размыва, в углу южной шпоры, заставило нарастить берег грунтовой террасой. В итоге здесь ширина пересыпи в 4 раза больше, чем на северном отрезке. Это привело к еще более сильному изменению рельефа не только берега, но и подводного склона. В итоге терраса выдвинулась в море на подводный склон до глубины почти 5 м в то время, как северо-восточнее канала изобата –5 м отстоит от берега на расстояние до 470 м. Для уменьшения заносимости по обе стороны подходного канала были устроены кулисообразные выемки, которые предназначены для улавливания части наносов перед каналом (рис. 8). Как видим, произошло всестороннее антропогенное влияние на рельеф береговой зоны Черного моря на участке расположения торгового порта Южный.

Что касается влияния природных процессов на портовые сооружения Ильичевска, то оно гораздо скромнее. Ряд причалов у подножья крутых склонов испытывают повышенное давление со стороны морских волн, а потому испытывают деформации, ослабление крепежа, а потому требуют ремонта. Важно рассчитать время, за которое гидротехническое сооружение потребует ремонтных работ. Это касается не только причалов, но также внешних стенок, откосов, оградительных шпор. Стенки и крутые откосы часто провоцируют образование волн отражения, а потому скорости в таких волнах являются размывающими. В итоге ранее находившиеся здесь односклонные пляжи обычно размывались и исчезали полностью. Этим самым нагрузка на гидротехнические сооружения возрастала. Мало того, прибойный поток получал прямой контакт с поверхностью сооружения, а потому возникали благоприятные условия для проявления абразивного эффекта. Прибойный поток подхватывал определенную массу наносов и на сооружения действовала пульпа. Так, нередко бывали случаи, когда под влиянием наносов, которые трутся в потоке прибоя по сооружению, стенки, сваи или блоки истирались существенно, а сваи перепиливались надвое [6, 8, 10]. Значительные изменения претерпевала также и искусственная отсыпка на юго-западной стороне преобразованной пересыпи Сухого лимана. Выдвинутая в море до глубины 4 м, она оказалась под влиянием больших малоразрушенных волн. Поэтому и до сих пор она требует искусственного питания наносами или соответствующей грунтовой массой.

В итоге, и в данном случае, в районе расположения порта Ильичевск, можно видеть сильно измененную окружающую природу морского побережья. Мож-

но с уверенностью утверждать, что портовые сооружения в условиях Черного моря в максимальной мере вторгаются в природную ситуацию. Они приводят к самым сильным изменениям береговой природной структуры. Но в то же время и сами могут испытывать негативное воздействие со стороны неблагоприятных природных факторов и процессов.

**Морской порт Белгород-Днестровский.** Наиболее старым портом на побережье Черного моря в пределах Украины является Белгород-Днестровский. В VI веке до Р.Х., во время нимфейской фазы голоцена он возник на самом полноводном рукаве Днестра как важный торговый центр античной Эллады с местными скифскими народами. Перейдя под власть Византии, порт служил центром торговли со славянскими государствами. В течение последующих веков в депрессии Нижнего Днестра сформировался лиман. Порт из речного превратился в морской, который достиг расцвета в IX-XI веках в период расцвета Византии. Важное значение приобрел Белгород-Днестровский порт и одноименный город в составе России, а затем — и Советского Союза.

Его нахождение внутри мелководного лимана имело много преимуществ. Портовые сооружения и сейчас остаются защищенными от ветров, ветровых волн и сильных течений. Вдоль лиманного берега в месте расположения портовых сооружений отсутствует вдольбереговой поток наносов волнового поля большой мощности, и с этой стороны нет серьезной опасности [22]. Акватория порта испытывает некоторую небольшую заносимость, она обеспечивается речными и лиманными взвесями. Относительно мало наносов попадает в судоходный канал, проложенный по дну лимана от порта до Цареградского гирла. Однако, в условиях активного промывного режима в лимане это не причиняет сколько-нибудь серьезного беспокойства. Гораздо большие неудобства доставляет выход из лимана и состояние подходного судоходного канала с морской стороны пересыпи (рис. 9). Непосредственно в гирле глубины превышают 14 м, но в направлении моря препятствием является устьевой бар, над которым в естественном состоянии глубины составляли до 2,0-2,5 м.

В начале XX столетия, пока в Белгород-Днестровский (бывший Аккерман) заходили суда с небольшой осадкой, достаточно было естественных глубин и ложбины стока. Но когда возникла необходимость в судах с осадкой более 5 м, то сквозь бар по естественной ложбине стока был построен канал, глубиной до 6,5 м (рис. 9). В последующие годы средний грузооборот порта достиг 1050 тыс. т/год. В условиях действия вдольберегового потока у морского берега Днестровской пересыпи происходит заносимость данного канала в количестве 40-50 тыс. м<sup>3</sup>/год [21, 22]. При действии волнений на юго-запад или даже на северо-восток наносы обязательно попадают в канал. Но поскольку от северо-востока количество ветро-волновой энергии больше на 30% в среднем за многолетний период, то именно северо-восточная составляющая определяет заносимость данного канала. Во время сильных штормов от северной стороны горизонта при паводках в Днестре в выемке канала развиваются сильные те-

чения (до 2 м/с). Попадающие в канал наносы из вдольберегового потока выносятся на морской край устьевого конуса, где заносимость канала максимальна. Затем господствующими от северо-востока и востока, наиболее частыми сильными штормами по южному краю конуса наносы подаются к берегу вдоль изобат -4 м и -5 м. На меньших глубинах к югу от канала, где сильнее всего гасятся штормовые волны, образовалась бóльшая часть конуса и по площади, и по объему наносов.

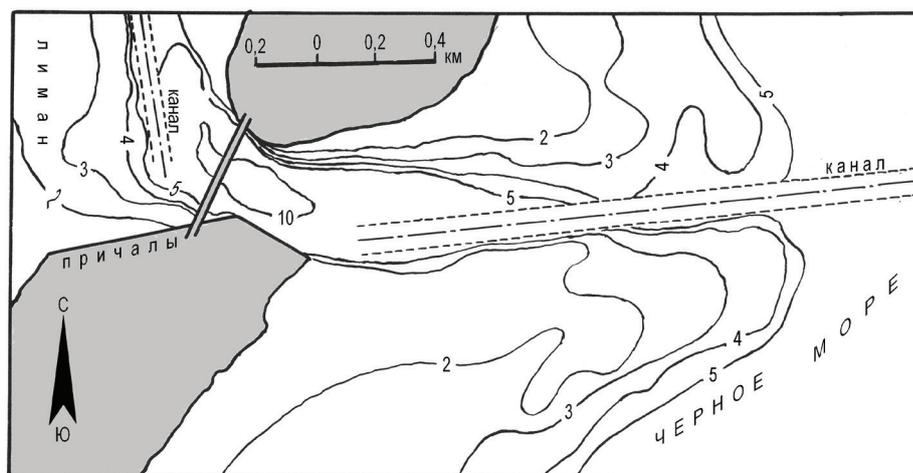


Рис. 9. Расположение искусственной выемки на морской части подходного Днестровско-Цареградского судоходного канала вдоль побережья Черного моря. Сплошные тонкие линии – изобаты, в метрах

В этом необычном явлении решающую роль сыграло стоковое течение в выемке канала: как «гидравлическая буна», она на 30-40% гасила энергию вдольберегового потока ветро-волновой энергии (волн и энергетического течения). В этой связи резко снижалась наносодвижущая способность волнового потока и создавались более благоприятные условия для аккумуляции наносов – вот почему конус скошен на юго-запад. Как видим, особенности динамики Цареградского конуса выноса, с учетом влияния судоходного канала, сводят деструктивное его воздействие к нулю. Наносы из вдольберегового потока (от СВ) перехватываются каналом, но не задерживаются в нем. Стоковым течением они приходят на внешний край конуса, в сферу влияния северо-восточных и восточных волнений, вдоль изобат смещаются к берегу на подветренный участок относительно расположения конуса и распространяются далее по трассе вдольберегового потока наносов. Поэтому в данном случае отпадает необходимость в применении «бай-пассинга». Но при этом остается весьма актуальным обязательный учет общего острого дефицита прибрежно-морских наносов по трассе данного вдольберегового потока наносов.

Таким образом, для возникновения и развития Белгород-Днестровского порта важнейшее значение имела защищенность от штормовых волн и волновых течений и от заносимости из вдольберегового потока наносов внутри Днестровского лимана. Полностью вся акватория лимана не была использована для портовых нужд по причинам того, что лиман имеет важное рыбопромысловое значение. Его пересыпь широко используется в рекреационном хозяйстве, а природа устьевой области Днестра уникальна для сохранения биологического разнообразия и дикой природы. Сейчас грузооборот порта не достигает 1,5 млн т в год, как и много лет назад.

**Порт Усть-Дунайск** по своему расположению принципиально отличается от многих остальных черноморских портов. Он находится в дельте Дуная, в южной части дельтовой Жебриянской бухты, вдоль северного фланга дельты (рис. 10). Он разместился между дельтовыми островами Полуночный на западе и Шабаш на востоке вдоль гирла Шабаш, на широком прибрежном мелководье устьевого взморья Дуная (рис. 1, 10). Такое расположение определяет все возможные негативные последствия дальнейшей эксплуатации порта. Они были определены и сформулированы еще на стадии строительства.

При этом использовался опыт эксплуатации выхода из порта Сулина и особенности динамики дельты Дуная [15, 17], однако, основные рекомендации не были учтены. Оказалось, что со временем негативные черты влияния окружающей природы обострились и, в конечном итоге, привели к существенному ограничению деятельности порта. Еще 20 лет назад грузооборот Усть-Дунайска превышал 200 тыс. тонн в год, а в 2015 г. составил всего 28,1 тыс. тонн, или 31,8% от показателя предыдущего года.

В 70-х годах XX века этот порт начал функционировать наряду с прямым водным путем в Дунай через дельтовый рукав Прорва (работал с 1957 г.). К середине 80-х годов сильное русловое удлинение этого рукава достигло такого состояния, что борьба с заносимостью оказалась нерентабельной. Отдельно Усть-Дунайск использовал более благополучный т.н. «технический» канал. При этом сильной заносимости был подвержен подходный канал к ковшу порта. Ситуация была хотя и неблагоприятной, но все же терпимой за счет огромных объемов переработки грузов (до 7-8 млн тонн в год). Но когда Прорва удлинилась и была забита «пробкой» наносной отмели, то сток наносов из Очаковского гирла стал сбрасываться по «техническому» каналу, т.е. прямо в гавань порта (рис. 10).

Поскольку сток наносов из Дуная превышал десяток млн тонн в год, наносы поступали также от сопредельного мелководного дна взморья во время волнений северного сектора горизонта, а заносимость канала и гавани превышала 4,5 млн тонн в год. Наносы поступали не только с мелководий Жебриянской бухты и из крайнего устья рукава Прорва, но и из технического канала. Водность его неуклонно растет, что усилило отмирание Прорвы. Кстати, морфодинамический анализ показал [25], что долгих перспектив у подходного канала

Усть-Дунайська нет, они укладываются в рамки четвертого класса капитальности. В течение первых лет XXI века порт еще держался, хотя грузооборот снизился до 1,0 млн тонн/год. Ситуация оказалась такой, какой она была представлена в отчете [25]: авторы пришли к выводу, что через 30-40 лет порт и подходной канал к нему будет занесен и практически полностью выйдет из строя. Главной причиной было названо изменение берегов дельты Дуная, изменение ветро-волнового режима и перестройка трасс движения наносов. Аналогичные причины привели к острой проблеме эксплуатации порта Сулины и Сулинского рукава в целом. Именно эти причины заставили искать замену рукаву Прорва как основному судоходному. Выбор пал на рукав Быстрый [17]. Но уже сейчас, после 10 лет устойчивой эксплуатации, стала ясной необходимость начинать тщательный морфолого-генетический анализ природы Килийской дельты для определения сроков надежной эксплуатации Быстрого как основного судоходного канала для Украины в дельте Дуная.

Мало того, из-за отсутствия потоков грузов суда стали загружаться высококачественными песками на дельтовой территории и вывозиться в другие страны в качестве строительного материала. Этим наносился значительный ущерб территории Дунайского Биосферного заповедника: ведь речь шла о физическом уничтожении среды обитания растений и животных, в т.ч. и краснокнижных.



Рис. 10. Антропогенное преобразование дна Жебриянской бухты путем создания ковша гавани и подходного канала к порту Усть-Дунайск (схема 1992 года). Темная заливка – поверхность дельтового конуса

В 2004 г. началась эксплуатация многоводного дельтового рукава Быстрый как трассы глубоководного пути. Этот вариант был выбран в связи с использованием его еще в период 40-50-х годов XX века. Он имел много преимуществ и снимал ряд острых вопросов, обеспечивая рациональное природопользование в дельте Дуная [17]. Этот ход быстро «набрал обороты», а необходимость в Усть-Дунайске как крупном портовом предприятии фактически отпадала. В общем оправдался прогноз сорокалетней давности, – место для расположения Усть-Дунайска было выбрано крайне неудачно [25]. В этой связи надо заметить, что и в устье Быстрого, в общем, строительство портов и их влияние на береговую зону чаще всего приводит к сокращению запасов наносов в береговой зоне морей и росту дефицита наносов.

Первое десятилетие XXI века ознаменовалось сильнейшей заносимостью подходного судоходного канала Усть-Дунайска. В отсутствие необходимого черпания грунтовой массы на канале, на глубинах от 12 м возле портового ковша до 1 м на мористом крае канала заполнение дунайскими наносами произошло очень быстро – за 6-8 лет. На месте выемки канала появились пионерные аккумулятивные формы рельефа. Величины аккумуляции на выемке достигали от 930 м<sup>3</sup>/м до 53 м<sup>3</sup>/м, или соответственно от 155 м<sup>3</sup>/м·год до 6 м<sup>3</sup>/м·год на разных участках канала и в течение разных лет. В общем, была прослежена тенденция с максимальной величиной заносимости в течение 90-х годов и ее плавное снижение до 2010-2013 гг. В результате к 2015 г. проход более-менее больших судов прекратился, а подходной канал (рис. 10) оказался полностью занесен наносами.

## ВЫВОДЫ

1. Портовые и берегозащитные гидротехнические сооружения являются условно вписанными в природную среду исследованного побережья Черного моря. Одновременно они приводят к существенному преобразованию не только рельефа побережья Черного моря, но также и качества воды, растительного покрова, животных, болотных почв и проч. Важнейшим последствием оказались нарушения литодинамического режима береговой зоны.

2. Наибольшие нарушения побережий при строительстве портов были зафиксированы в лиманах – Сухом и Малом Аджалыкском (порты Ильичевск и Южный). Полностью были преобразованы не только лиманы, но и прилегающий подводный склон моря, прилегающие берега. Наибольшее отторжение природа оказала сооружениям порта Усть-Дунайск, быстрее остальных и в максимальной степени.

3. На побережье Черного моря между устьями Дуная и Днестра располагаются многочисленные подводные и надводные портовые сооружения, весьма разнообразные, разных размеров, конструкций, назначения, степени влияния на природу. Совокупность искусственных форм рельефа, анализ их размеров, мест расположения, взаимовлияния на сопредельные берега Черного моря яв-

ляется одним из важных обстоятельств и объектов для разработок теории антропогенной геоморфологии.

4. Во время строительства и эксплуатации морских портов на изученном побережье Черного моря приобретен богатый опыт строительства и эксплуатации портовых сооружений, которые гармонизированы в природную систему морского побережья. При оценках эффективности портовых сооружений важно придерживаться принципа единства состояния надводных и подводных форм искусственного (антропогенного) рельефа в рамках инженерно-организованных геоморфологических систем.

5. Разработаны основные положения концепции гармоничного взаимодействия между искусственными сооружениями морских портов и природой окружающего побережья как части теории антропогенной геоморфологии. Главнейшие требования концепции: а) сооружения должны эффективно противостоять негативным явлениям природы береговой зоны; б) сооружения должны быть прочными, стойкими, не размываться и не разрушаться; в) сооружения не должны быть активными, не должны способствовать заносимости и активизировать абразию прилегающего берега и подводного склона, должны сохранять необходимые глубины в портовых гаванях и подходных каналах.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность сотрудникам кафедры физической географии и природопользования ОНУ имени И. И. Мечникова доцентам А. А. Стояну и А. Б. Муркалову за помощь в полевых исследованиях и специалисту-географу В. В. Неведюку за фотографические и компьютерные работы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Айбулатов Н. А.* Деятельность России в прибрежной зоне моря и проблемы экологии [Текст] / Н. А. Айбулатов. – Москва: Наука, 2005. – 364 с.
2. *Айбулатов Н. А.* Геоэкология берегов Мирового океана [Текст] / Н. А. Айбулатов, Ю. В. Артюхин. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1993. – 304 с.
3. Антропогенная геоморфология [Текст] / [отв. ред. Э. А. Лихачева]. – Москва: МедиаПРЕСС, 2013. – 416 с.
4. *Бертман Д. Я.*, Искусственные формы рельефа как средство защиты морских берегов от разрушения [Текст] / Д. Я. Бертман, Ю. Д. Шуйский // Физическая география и геоморфология. – 1983. – Вып. 29. – С. 127 – 134.
5. *Бертман Д. Я.* Характеристика движения морских наносов вдоль пересыпи Сухого лимана [Текст] / Д. Я. Бертман, Ю. Д. Шуйский, И. В. Шкарупо // Труды СоюзморНИИпроекта (Москва). – 1968. – Вып. 20 (26). – С. 143 – 148.
6. *Божич П. К.* Морское волнение и его действие на сооружения и берега [Текст] / П. К. Божич, Н. Н. Джунковский. – Москва: Машстройиздат, 1949. – 336 с.
7. Гидрография Черноморского флота 1696-1982 гг. Исторический очерк [Текст] / [под ред. Л. И. Митина]. – Севастополь: Б/и, 1984. – 382 с.
8. *Жданов А. М.* Искусственное восстановление защитной полосы пляжа при укреплении морских берегов [Текст] / А. М. Жданов // Проект. и строит. берегоукреп. сооружений. – Вып. 40. – 1960. – С. 22 – 57.
9. *Зенкович В. П.* Основы учения о развитии морских берегов [Текст] / В. П. Зенкович. – Москва: Изд-во АН СССР, 1962. – 710 с.
10. *Казаков Л. К.* Инженерная география [Текст] / Л. К. Казаков, В. П. Чиждова. – Москва: Изд-во Московск. унив., 2001. – 286 с.

11. Пазюк Л. И. Особенности литологии пляжевых отложений Черного моря к югу от Одессы [Текст] / Л. И. Пазюк, Н. И. Рычковская // Геология узбережжя і дна Чорного та Азовського морів у межах УРСР. Вип. 1. – Київ: Вид-во КДУ, 1967. – С. 97 – 114.
12. Сокольников Ю. Н. Инженерная морфодинамика берегов и ее приложения [Текст] / Ю. Н. Сокольников. – Киев: Наукова думка, 1976. – 227 с.
13. Тселентис Б. С. Система мер по охране окружающей среды для портов. Управление порта и действий гавани [Текст] / Б. С. Тселентис, С. Ф. Вулдридж. // Судходство. – 2002. – № 11-12. – С. 96 – 97.
14. Шуйский Ю. Д. О динамике морских берегов в местах строительства бун и молов (искусственных препятствий) [Текст] / Ю. Д. Шуйский // Инженерная геология. – 1986а. – № 4. – С. 88 – 94.
15. Шуйский Ю. Д. Проблемы исследования баланса наносов в береговой зоне морей [Текст] / Ю. Д. Шуйский. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1986б. – 240 с.
16. Шуйский Ю. Д. Основы стратегии строительства в береговой зоне Черного и Азовского морей [Текст] / Ю. Д. Шуйский. // Исследование береговой зоны морей: Сб. науч. трудов. – Киев: Карбон Лтд, 2001. – С. 8 – 24.
17. Шуйский Ю. Д. Гидролого-морфологические черты формирования современной Килийской дельты Дуная [Текст] / Ю. Д. Шуйский. // Вісник Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова. Екологія. – 2003. – Том 8. – Вип. 11. – С. 4 – 17.
18. Шуйский Ю. Д. Берега и подводный склон Черного моря в районе Кинбурнского пролива [Текст] / Ю. Д. Шуйский. // Вісник Одеського національного університету імені І.І. Мечникова. Географічні та геологічні науки. – 2014. – Т. 19. – Вип. 1 (20). – С.15 – 33.
19. Шуйский Ю. Д. Динамика морских берегов в районах крупного гидротехнического строительства [Текст] / Ю. Д. Шуйский, Д. Я. Бертман, В. П. Зенкович. // Известия АН СССР. Сер. геогр. – 1981. – № 3. – С. 50 – 61.
20. Шуйский Ю. Д. Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в северо-западной части Черного моря [Текст] / Ю. Д. Шуйский, Г. В. Выхованец. – Москва: Недра, 1989. – 198 с.
21. Шуйский Ю. Д. Распределение наносов на подводном склоне устьевого взморья Днестра, Северо-западная часть Черного моря [Текст] / Ю. Д. Шуйский, Г. В. Выхованец. // Причорноморський Екологічний бюлетень. – 2005. – № 3-4. – С. 46 – 53.
22. Шуйский Ю. Д. Природа Причерноморских лиманов [Текст] / Ю. Д. Шуйский, Г. В. Выхованец. – Одеса: Астропринт, 2011. – 280 с.
23. Шуйский Ю. Д. Геоморфолого-литодинамические вопросы рационального природопользования на побережье Черного моря в связи с проблемой строительства порта Южный. Рукопись [Текст] / Ю. Д. Шуйский, Г. В. Выхованец, М. И. Исаков, С. В. Жмурко, Г. С. Педан. // Научн. отчет по НИР ГГФ ФГ № 112 / 83-85, № гос. рег. 01840032146. Часть 1. – Одесса, 1984. – 155 с.
24. Шуйский Ю. Д. Опыт анализа берегозащитных сооружений на песчаных берегах Черного моря [Текст] / Ю. Д. Шуйский, Г. В. Выхованец, Р. П. Перейрас // Труды Крымской Академии строительства. – 2011. – Том 35. – С. 55 – 64.
25. Шуйский Ю. Д. Разработка мероприятий по определению рациональных мест временных свалок грунта на советском участке реки Дунай. Геоморфологическое обоснование [Текст] / Ю. Д. Шуйский, Т. П. Федорченко, И. П. Маргаринт, В. Б. Дроздов // Рукопись. Научно-технический отчет по НИР 22-05/72. – Фонды ОГУ и ЧНИИП: Одесса, 1972. – 35 с.
26. Яковенко В. Г. Портові споруди і захист навколишнього середовища [Текст] / В. Г. Яковенко, Ю. М. Омельченко. – Київ: Будівельник, 1993. – 127 с.
27. Aminti, P. L. New trend in coastal protection – recent experiences in Italy, Proceedings of the International Symposium “Coastal zone ‘03” (Poland, Gdansk) [Текст] / ed. Z. A. Pruszek, Gdansk: IBW PAN Publ., 2003. – pp. 89 – 114.
28. Pruszek, Z. A. Akweny Morskie. Zarys procesow fizycznych i inzynierii srodowiska [Текст] / Z. A. Pruszek. – Gdansk: IBW PAN Publ., 2003. – 272 p.
29. Shuisky, Y. D. Im pact of Sea-ports constructions on dynamics of connected natural shores within untidal seas [Island Environment and Coast Development] [Текст] / Y. D. Shuisky. – Nanjing: Nanjing Univ. Press, 1992. – pp. 393 – 404.
30. Shuisky, Y. D. An Experience of Studying Artificial Ground Terraces as a Means of Coastal Protection [Текст] / Y. D. Shuisky // Ocean & Coastal Manag. (UK). – 1994. – Vol. 22. – pp.127 – 139.
31. Shuisky, Y. D. Human impact and rates of shore retreat along the Black [Текст] / Y. D. Shuisky, M. L. Schwartz // Sea coast, Journ. Coastal Research, USA. – 1988. – Vol. 4. – No 3. – pp. 405 – 416.
32. Wong, P. P. Singapore [The Worlds Coastline] [Текст] / P. P. Wong. – New York: Van Nostrand Reinhold Co., 1985. – pp. 797 – 802.

## REFERENCES

1. Aybulatov, N. A. (2005), *Deyatel'nost' Rossii v pribrezhnoy zone morya i problemy ekologii* [Activity of Russia in a neritic region of a sea and an ecology problem], Moscow: Nauka, 364 p.
2. Aybulatov, N. A., Artyukhin, Yu. V. (1993), *Geoekologiya beregov Mirovogo okeana* [Geocology of coast of the World ocean], Leningrad: Gidrometeoizdat, 304 p.
3. Likhacheva, E. A., Palienko, V. P., Spasskaya, I. I. (2013), *Antropogennaya geomorfologiya* [Anthropogenic geomorphology], Moscow: MediaPRYeSS, 416 p.
4. Bertman, D. Ya., Shuisky, Yu. D. (1983), *Iskusstvennye formy reliefa kak sredstvo zashchity morskikh beregov ot razrusheniya* [Artificial forms of a relief as a protection frame of sea coast from destruction], *Fizicheskaya geografiya i geomorfologiya*, vol. 29, pp. 127 – 134.
5. Bertman, D. Ya., Shuisky, Yu. D., Shkarup, I. V. (1968), *Kharakteristika dvizheniya morskikh nanosov vdol peresypti Sukhogo limana* [The characteristic of locomotion of sea deposits along a repimple of Dry estuary], *Trudy SoyuzmorNIiproekta (Moscow)*, vol. 20, No 26, pp. 143 – 148.
6. Bozhich, P. K., Dzhunkovskiy, N. N. (1949), *Morskoe volnenie i ego deystvie na sooruzheniya i berega* [Sea excitement and its action on constructions and coast], Moscow: Mashstroyizdat, 336 p.
7. *Gidrografiya Chernomorskogo flota 1696-1982 gg. Istoricheskiy ocherk* [Hydrography of the Black Sea fleet 1696-1982 year. The Historical sketch. Ed. by Mitin, L. I.], Sevastopol: B/i, 1984, 382p.
8. Zhdanov, A. M. (1960), *Iskusstvennoe vosstanovlenie zashchitnoy polosy plyazha pri ukreplenii morskikh beregov* [Artificial restoration of a protective strip of a beach at strengthening of sea coast], *Proekt. i stroit. ber egoukrep. Sooruzheniy*, vol. 40, pp. 22 – 57.
9. Zenkovich, V. P. (1962), *Osnovy ucheniya o razvitii morskikh beregov* [Doctrine bases about development of sea coast], Moscow: Izd-vo AN SSSR, 710 p.
10. Kazakov, L. K., Chizhova, V. P. (2001), *Inzhenernaya geografiya* [Engineering geography], Moscow: Izd-vo Moskovsk. univ., 286 p.
11. Pazyuk, L. I., Rychkovskaya, N. I. (1967), *Osobennosti litologii plyazhevykh otlozheniy Chernogo morya k yugu ot Odessa* [Features lithology a beach of depositions of Black sea to the south from Odessa], *Geologiya uzberezhzhya i dna Chornogo ta Azovskogo moriv u mezhakh URSS*, Kiiiv: Vid-vo KDU, vol. 1, pp. 97 – 114.
12. Sokolnikov, Yu. N. (1976), *Inzhenernaya morfodinamika beregov i ee prilozheniya* [Engineering morphodynamics coast and its appendix], Kiev: Naukova dumka, 227 p.
13. Tselentis, B. S., Vuldrizh, S. F. (2002), *Sistema mer po okhrane okruzhayushchey sredy dlya portov. Upravlenie porta i deystviy gavani* [System of measures on preservation of the environment for ports. Harbour authorities and harbour actions], *Sudokhodstvo*, No 11-12, pp. 96 – 97.
14. Shuisky, Yu. D. (1986), *O dinamike morskikh beregov v mestakh stroitelstva bun i molov (iskusstvennykh prepyatstviy)* [About dynamics of sea coast in sites of bunas and piers (artificial hardles)], *Inzhenernaya geologiya*, No 4, pp. 88 – 94.
15. Shuisky, Yu. D. (1986), *Problemy issledovaniya balansa nanosov v beregovoy zone morey* [Problems of research of balance of deposits in a coastal region of seas], Leningrad: Gidrometeoizdat, 240 p.
16. Shuisky, Yu. D. (2001), *“Osnovy strategii stroitelstva v beregovoy zone Chernogo i Azovskogo morey”* [“Bases of strategy of building in a coastal region of Black and Azov seas”], *Issledovanie beregovoy zony morey* [Research of a coastal region of seas], Kiev: Karbon Ltd, pp. 8 – 24.
17. Shuisky, Yu. D. (2003), *Gidrologo-morfologicheskie cherty formirovaniya sovremennoy Kiliyskoy delty Dunaya* [Gidrologo-morphological lines of formation of modern Kilijsky delta of Danube], *Visnik Odeskogo natsionalnogo universitetu im. I. I. Mechnikova. Yekologiya*, vol. 8, No 11, pp. 4 – 17.
18. Shuisky, Yu. D. (2014), *Berega i podvodnyy sklon Chernogo morya v rayone Kinburnskogo proliva* [Coast and an underwater slope of Black sea around Kinburnsky passage], *Visnik Odeskogo natsionalnogo universitetu imeni I. I. Mechnikova. Geografichni ta geologichni nauki*, vol. 19, No 1 (20), pp. 15 – 33.
19. Shuisky, Yu. D., Bertman, D. Ya., Zenkovich, V. P. (1981), *Dinamika morskikh beregov v rayonakh krupnogo gidrotekhnicheskogo stroitelstva* [Dynamics of sea coast in areas of large hydraulic engineering building], *Izvestiya AN SSSR. Ser. geogr.*, No. 3, pp. 50 – 61.
20. Shuisky, Yu. D., Vykhovanets, G. V. (1989), *Ekzogennyye protsessy razvitiya akkumulyativnykh beregov v severo-zapadnoy chasti Chernogo morya* [Exogenous developments of accumulative coast in a northwest part of Black sea], Moscow: Nedra, 198 p.
21. Shuisky, Yu. D., Vykhovanets, G. V. (2005), *Raspredelenie nanosov na podvodnom sklone ustevogo vzmorya Dnestra, Severo-zapadnaya chast Chernogo morya* [Allocation of deposits to an underwater slope of a mouth of a beach of Dnestr, the Northwest part of Black sea], *Prichornomorskiy Yekologichniy byuleten*, No 3-4, pp. 46 – 53.
22. Shuisky, Yu. D., Vykhovanets, G. V. (2011), *Priroda Prichernomorskikh limanov* [The nature of Prichernomorskiy estuaries], Odesa: Astroprint, 280 p.

23. Shuisky, Yu. D., Vykhoanets, G. V., Isakov, M. I., Zhmurko, S. V., Pedan, G. S. (1984), "Geomorfologo-litodinamicheskie voprosy ratsionalnogo prirodopolzovaniya na poberezhe Chernogo morya v svyazi s problemoy stroitelstva porta Yuzhnyy. Rukopis" ["Geomorfologo-Litodinamichesky questions of rational wildlife management at coast of Black sea in connection with a problem of building of port Southern"] Nauchn. otchet po NIR GGF FG № 112 / 83-85, № gos. reg. 01840032146. Chast 1 [The scientific report], Odessa: OGU, 155 p.
24. Shuisky, Yu. D., Vykhoanets, G. V., Pereyras, R. P. (2011), Opyt analiza beregozashchitnykh sooruzheniy na peschanykh beregakh Chernogo morya [Experience of the analysis coastal protective constructions on sandy coast of Black sea], *Trudy Krymskoy Akademii stroitelstva*, vol. 35, pp. 55 – 64.
25. Shuisky, Yu. D., Fedorchenko, T. P., Margarint, I. P., Drozdov, V. B. (1972), "Razrabotka meropriyatiy po opredeleniyu ratsionalnykh mest vremennykh svalok grunta na sovetskom uchastke reki Dunay. Geomorfologicheskoe obosnovanie Rukopis" ["Working out of actions for definition of rational places of time dumps of a ground on the Soviet field of the river Danube. A geomorphological substantiation"] Nauchno-tehnicheskyy otchet po NIR 22-05/72 [The scientific report], Odessa: Fondy OGU i ChNIIP, 35 p.
26. Yakovenko, V. G., Omel'chenko, Yu. M. (1993), *Portovi sporudy` i zaxy`st navkoly`shn`ogo seredovy`shha* [Port constructions and protection surrounding mediums], Ky`yiv: Budivel`ny`k, 127 p.
27. Aminti, P. L. (2003), New trend in coastal protection – recent experiences in Italy, Proceedings of the International Symposium "Coastal zone '03" (Poland Gdansk) (ed. Z.A. Pruszek), Gdansk: IBW PAN Publ., pp. 89 – 114.
28. Pruszek, Z. A. (2003), *Akweny Morskie. Zarys procesow fizycznych i inzynierii srodowiska*, Gdansk: IBW PAN Publ., 272 p.
29. Shuisky, Y. D. (1992), Impact of Sea-ports constructions on dynamics of connected natural shores within untidal seas [Island Environment and Coast Development], Nanjing: Nanjing Univ. Press, pp. 393 – 404.
30. Shuisky, Y. D. (1994), An Experience of Studying Artificial Ground Terraces as a Means of Coastal Protection, *Ocean & Coastal Manag. (UK)*, vol. 22, pp.127 – 139.
31. Shuisky, Y. D., Schwartz, M. L. (1988), Human impact and rates of shore retreat along the Black Sea coast, *Journ. Coastal Research, USA*, vol. 4, No 3, pp. 405 – 416.
32. Wong, P. P. (1985), Singapore [The Worlds Coastline], New York: Van Nostrand Reinhold Co., pp. 797 – 802.

Поступила 30.04.2019 г.

**Ю. Д. Шуйський**, доктор геогр. наук, професор  
Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова,  
кафедра фізичної географії та природокористування,  
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна,  
physgeo\_onu@ukr.net

## ПОРТОВІ СПОРУДИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА БЕРЕГОВУ ЗОНУ ЧОРНОГО МОРЯ

### Резюме

Протягом кількох минулих десятиріч економіко-промислової діяльності населення приморських країн призвело до широкого розповсюдження численних та різноманітних будов, споруд, екскаваційних виемок тощо. Ця тенденція зачепила також і узбережжя Чорного моря в межах України між гирлами Дніпра та Дунаю. Всі вони, за визначенням ІГ НАН України, були віднесені до штучних (антропогенних) форм рельєфу. Виникла необхідність їх детального дослідження. Актуальною стала проблема активного впливу штучного портового рельєфу на навколишнє середовище, а з іншого боку – вплив навколишньої природи на споруди. Вирішення цих питань виконане шляхом розвитку географічного напрямку «антропогенна геоморфологія». В статті розглядається, аналізується та надається оцінка портовим спорудам кількох

морських торговельних портів України в межах дослідженого узбережжя. На підставі досліджень, що виконані, вперше встановлена різноманітність штучних форм прибережно-морського рельєфу, особливості їх розташування, відміни форм підводних від надводних, позитивних від негативних, складених різними матеріалами в напруженому хвильовому полі берегової зони моря.

Найважливіші наслідки виявилися у вигляді порушень литодинамічного режиму в береговій зоні. Вони проявилися поперше в лиманах – в Сухому і в Малому Аджалицькому (морські порти Іллічівськ та Южний). Повністю був трансформований рельєф не тільки в лиманах, але й в межах прилеглої підводного схилу та суміжних берегів. Найбільше отторгнення склалося для споруд порту Усть-Дунайськ, бистріше за інші та максимально. Це створює різноманітну реакцію та наслідки впливу споруд на берегову зону та берегової зони на споруди. Вони розглядаються як штучні форми рельєфу різних видів та різних типів у різних умовах експлуатації для подальшої розробки положень і теорії антропогенної геоморфології. Сьогодні ця теорія розвивається на прикладах тих споруд, які розташовані на суходолі, тому умови берегової зони є особливо важливими.

Прибережно-морське середовище принципово інакше впливає на розвиток процесів рельєфоутворення, це додає певний оригінальний матеріал в геоморфологічні розробки. Справа в тому, що тут розвиваються дві протилежні довкілля – надводне та підводне. Таких умов більше немає в жодній частині географічної оболонки. Тому треба обов'язково враховувати принцип єдності стану надводних та підводних споруд у цілому чи їх частин в межах інженерно-організованих геоморфологічних систем..

**Ключові слова:** Чорне море, берегова зона, будівництво, порт, канал, мол, буна, гавань.

**Yu. D. Shuisky**

Odessa I. I. Mechnikov National University,  
Physical Geography Department,  
2, Dvoryanskaya St., Odessa, 65082, Ukraine,  
physgeo\_onu@ukr.net

## **SEA-PORT CONSTRUCTIONS AND THEIR IMPACT ON THE BLACK SEA COASTAL ZONE**

### **Abstract**

**Problem Statement and Purpose.** Any anthropogenic violation of the natural mode of development of the coastal zone of the sea causes a restructuring of the coastal system. Such an impact can lead to both positive and negative consequences. In order to foresee them in the process of monitoring and to maintain harmonious interaction between port hydraulic structures and elements of the sea coast is actual in the Black sea region. The purpose of the work is to assess the impact of port and coastal protection structures as different forms of relief on the nature of the coastal zone of the Black Sea and its possible transformation.

**Data & Methods.** The basic data were received during coastal routes for cartographic development the Black Sea coasts between the Dnieper estuary and Danube delta.

On constructed maps were represented different sea-ports in Ochakov, Yuzhniy, Odessa, Ill'ichevsk etc., the 9 ports in total. During geographical elaboration were considered shores, limans, submarine slopes and other elements of the Black Sea coast. Essential attention was devoted to navigation canals to different sea-ports. All the port's constructions represented as artificial hydro technical forms of shore relief. The article is an introduction to the theory of anthropologic geomorphology.

**Results.** Investigated port facilities are located in a harsh natural environment, with a different wave energy field, with various deposits of sediment, of various sizes and shapes. This creates a variety of reactions and consequences of the impact of buildings on the coastal zone and the coastal zone on the buildings. They are considered as artificial forms of relief of various types and different types in different conditions of exploitation for the further development of the provisions and the theory of anthropogenic geomorphology. Today, this theory develops on examples of those structures that are located on the land, so the conditions of the coastal zone are particularly important.

Coastal and marine environment fundamentally differently influences the development of relief formation processes, it adds some original material to geomorphological developments. The fact is that there are two opposing environments – surface and underwater. Such conditions are no longer present in any part of the geographic shell. It should take into account the principle of the unity of the state of surface and underwater structures in whole or their parts within the engineering-organized geomorphological systems.

**Keywords:** Black Sea, coastal zone, construction, sea-port, canal, jetty, groin, harbour.