

УДК 551.435

Муркалов А.Б.
кандидат географический наук,
старший преподаватель кафедры физической географии
и природопользования
Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова

СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ ПЛЯЖЕВОГО МОРФОЛИТОГЕНЕЗА (ОДЕССКАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА)

В настоящее время теория пляжевого морфолитогенеза и ее практическое внедрение не являются полными и удовлетворяющими запросы практики. Это отмечается в условиях постоянно возрастающего антропогенного пресса на береговые геосистемы в общем и пляжи в частности. Ретроспективный обзор результатов исследований кафедры физической географии и природопользования показал системность (географичность) в изучении пляжевого морфолитогенеза, что связано с проведением исследований в природе и привлечением количественных данных. Обоснованы основные закономерности, намечены направления дальнейшего изучения и практического применения теории пляжевого морфолитогенеза в береговедении и береговом природопользовании.

Ключевые слова: *берег, береговая зона, динамика, морфолитогенез, наносы, пляж, Черное море.*

Муркалов О.Б. Сучасний розвиток теорії пляжевого морфолітогенезу (Одеська школа)

Зараз теорія пляжевого морфолітогенезу і її практичне впровадження не є повними та задовольняючими запитами практики. Це відзначається в умовах постійно зростаючого антропогенного тиску на берегові геосистеми загалом і пляжі особисто зокрема. Ретроспективний огляд результатів досліджень кафедри фізичної географії та природокористування показав системність (географічність) у вивченні пляжевого морфолітогенезу, що пов'язана із проведенням досліджень у природі й залученням кількісних даних. Обґрунтовано основні закономірності, окреслені напрямки подальшого вивчення і практичного застосування теорії пляжевого морфолітогенезу в берегознавстві та береговому природокористуванні.

Ключові слова: *берег, берегова зона, динаміка, морфолітогенез, наноси, пляж, Чорне море.*

Murkalov A.B. The modern development of the theory of The beach morpholithogenesis (Odessa School)

The basic results were received during many-years cartographic and stationary natural instrumental observations; from 1997 to 2011 in the Department of Physical Geography. First of all, detail analysis was carry out of special coastal and geomorphologic publications. This literature pointed on different directions of investigation, main parts of the PhD-thesis and probable non-decided a problems.

During last years, anthropogenous press elevating, from one side, and low intensity of geomorphology evolution, from other side, stipulated necessity of new coastal researches, and the beach relief in especially. The researches were carry out along curved shore-line and straight shore-line according to ordinary methods. The Article devoted to estimation of coastal environment, structure and mechanisms of beach forming of the different types, with its systematic and analysis, with discovering of morphogenesis and lithogenesis beaches regularities as a most certain indicators of shore zone status for instance of the Black Sea beaches.

In the Article were analyzed basic factors and conditions of beach morphogenesis. In the used condition-list were paleogeographic history, geology texture, geomorphology and relief features, wind and wave regime, sea-level changes, near-shore currents, sea-ice sheef and its impact to beach morphogenesis.

Next part of the Article exposed results of sand beaches research along curved shore-line of Odessa Bay arch. Different factors and natural peculiarities were analyzed for working up of sand beach stability and conservation of coast resources. Received scientific results and conclusions have major significance: in sea-port construction, exploitation of navigate canals, coastal defence, mining of placers and ordinal sand, constructions of different communications etc.

Key words: *coast, coastal zone, beach, sediment, ice, morphogenesis, dynamics.*



Введение. Преобладающее количество научных результатов и выводов получено по данным исследований пляжей выровненных берегов. Очень мало данных о криволинейных берегах, исследованы отдельные начальные вопросы пляжевого морфолитогенеза, по этому встает ряд вопросов: соответствует ли степень изученности пляжей современным требованиям, может ли имеющаяся информация обеспечить комплексное понимание пляжевого морфогенеза, в каком состоянии находится теория пляжевого морфогенеза. Такая постановка исследования обуславливает его теоретическую ценность и актуальность.

Цель статьи – ретроспектива истории разработки теории пляжевого морфолитогенеза исследователями кафедры физической географии и природопользования и путей ее дальнейшего развития. Для достижения цели статьи решались следующие задачи: а) проведен короткий обзор работ кафедры посвященных пляжевому морфолитогенезу; б) освещены основные полученные результаты; в) сформулированы предпосылки получения выводов и закономерностей; г) определены пути дальнейшего развития теории пляжевого морфолитогенеза.

Объектом исследования в статье являются природные песчаные пляжи. **Предметом** исследования является история разработки теории пляжевого морфолитогенеза на кафедре физической географии и природопользования. Полученные результаты имеют значение для развития теоретической базы фундаментальных геоморфологических и специальных береговедческих исследований, истории географической науки.

Материалы и методы исследования. При написании статьи привлечены работы сотрудников кафедры физической географии и природопользования, личные наблюдения автора. Рассмотренные в них закономерности получены в природе при маршрутных, стационарных и камеральных исследованиях. При анализе результатов использованы сравнительно-географический, исторический методы и систематизация.

Результаты изучения пляжей сотрудниками кафедры физической географии и природопользования разнородны и разнообразны.

Их удобнее представить в виде нескольких направлений: а) результаты исследования пляжей на берегах Мирового океана и отдельных морей, – на глобальном уровне; б) результаты работ, выполненных на берегах Черного моря – на уровне одного морского бассейна; в) результаты исследований в северо-западной части Черного моря – на региональном и локальном уровнях; г) результаты камеральной обработки.

Результаты исследований. Научная школа береговедения кафедры физической географии и природопользования относится к школе проф. Зенковича В.П. и базируется на ряде общепринятых понятий и определений:

- *пляжевый морфолитогенез* – совокупность природных процессов, находящих свое отражение в закономерностях морфологии, морфометрии (ширина, высота, объем наносов, уклон профиля, мощность пляжа) и динамике песчаных пляжей и пляжевых наносов в береговой зоне моря. В настоящее время утвердилось научное положение, согласно которому в береговой зоне морфогенез развивается одновременно и в совокупности с литогенезом [4; 11];

- *пляж* – это первичная элементарная аккумулятивная форма экзогенного рельефа, сложенная прибрежно-морскими наносами в береговой зоне моря, которая зарождается, локализована и развивается в сфере влияния волнового прибойного потока в области расположения береговой линии и делится линией уреза воды на надводную и подводную части [10; 12]. Стадию пляжа в своем развитии проходит каждая аккумулятивная форма береговой зоны моря, а сам пляж является важным структурным элементом береговой зоны моря и занимает в ней пограничное положение.

Исследование пляжей на кафедре физической географии и природопользования проводится уже длительное время, наиболее активно их изучают с начала XX века. Периодизация и введение понятий о временных границах в изучении пляжевого морфолитогенеза на кафедре физической географии скорее всего недопустимо. Это связано с тем, что многие полученные ранее идеи, закономерности и разработки продолжались исследователями в разное время. Кроме того сама сложность при-

родной системы береговой зоны моря не предполагает фрагментированности в ее изучении.

В ранних работах при изучении пляжей внимание акцентируется на вкладе различных физико-географических условий в пляжевый морфогенез, при этом не рассматривая сам пляжевый морфолитогенез в комплексе природных условий. Г.Н. Аксентьев [1] обратил внимание на процессы истирания наносов, роль абразионных источников питания в формировании пляжей, развития вдольбереговых потоков и миграций наносов. Отмечена важная роль пляжей в гашении энергии морских волн, акцентируется внимание на необходимости определения достаточной длины и толщины пляжей, обеспечивающих расход энергии морских волн на переработку наносов. Г.Н. Аксентьевым разрабатывается и впервые применяется для определения штормовой переработки пляжей метод неподвижных и скользящих стержней. Таким образом **складывался новый, балансовый подход к изучению береговой зоны и пляжей, как ее неотъемлемой части.**

В работе И.А. Хренникова [8] описывается формирование и дальнейшее антропогенное преобразование пляжа на участке Киностудия – стадион «Динамо» Одесского побережья. Они характеризуются как устойчивые на фоне большой подвижности берегов. Как и несколько его коллег, И.А. Хренников проследил синхронное изменение клифа и прилегающего к нему пляжа и сделал вывод о том, что **отступление клифа и его разрушение не сопровождаются соответствующим размывом пляжа.**

Необходимость проведения берегозащитных мероприятий в пределах Одессы потребовала установления параметров пляжей, способных защитить берега от разрушения. Проведенные предпроектные исследования позволили И.П. Зелинскому и Ю.Д. Шуйскому [9; 13] определить оптимальные параметры пляжей, обеспечивающих устойчивость берегов. Установлено, что ширина пляжей в данных условиях должна быть не менее 40 м. Для пригрузки основания берегового склона и покрытия слоем наносов подводного склона в них должно быть сосредоточено не менее 150 м³ берега на 1 погонный метр наносов. Таким

образом, **были получены параметры берегозащитных пляжей, обеспечивающие устойчивость берега и продолжительную эксплуатацию пляжа в конкретных физико-географических условиях.** Впервые размеры пляжей были увязаны с режимом вдольбереговых потоков наносов, с ветро-волновым режимом и длиной разгона: стало очевидным, что основным фактором является динамическая длина разгона волн. Отмечены особенности развития аккумулятивных и абразионных берегов, получены количественные характеристики протекающих в береговой зоне процессов и морфометрические показатели форм рельефа. **Установлена устойчивость линейных параметров аккумулятивных форм во времени.** В это же время были рассмотрены вопросы ритмики пляжевого морфолитогенеза, изучена стабилизация параметров искусственного пляжа после его отсыпки [9].

Значительный вклад в изучение пляжей района внесли исследования Д.Я. Бертмана. Так, проведенные на пересыпи Сухого и Днестровского лимана исследования позволили установить зависимость динамики пляжей района от силы и направления действующих ветров [2]. Оказалось, что **динамика пляжей различна при ветровых волнениях господствующих и второстепенных румбов.** В первом случае отмечается размыв пляжей, а во втором – увеличение их параметров. **Установлена зависимость проявления процессов аккумуляции и размыва на пляжах в зависимости от действия пологих и крутых волн.**

В этот период исследователями особое внимание уделяется изучению пляжей на очень динамичных абразионных берегах. Здесь получается особенно ценная информация о развитии пляжей в условиях сильного, среднего и слабого отступления клифов [10; 12]. Полученный на протяжении нескольких десятков лет богатый исследовательский материал, посвященный пляжам северо-западной части Черного моря, представлен в работах Ю.Д. Шуйского и его соавторов [9-14]. Приводятся основные закономерности развития пляжей. Основной упор сделан на зависимость параметров пляжей от физико-географических условий района и изменения гидрометеорологического режима береговой зоны. Установ-



лен ряд зависимостей: скоростей отступления клифов от объемов наносов, содержащихся в прислоненных пляжах; ширины пляжей, от объема заключенных в них наносов; объемов заключенных в пляжах наносов от условной волновой энергии волнений; уклона пляжей от их ширины и др. Получены коэффициенты корреляции и уравнения регрессии, указанных параметров, необходимые для анализа развития естественных и проектирования искусственных пляжей. Автором предложена численная классификация пляжей района [10; 13]. Установлены зависимости: а) средней многолетней скорости отступления клифов (W_a) от объема наносов (F_a), содержащихся в прислоненных пляжах; ширины пляжей (B_n) от объема заключенных в них наносов (F_a); объемов пляжевых наносов (F_a) от условной волновой энергии (E) (рис. 1).

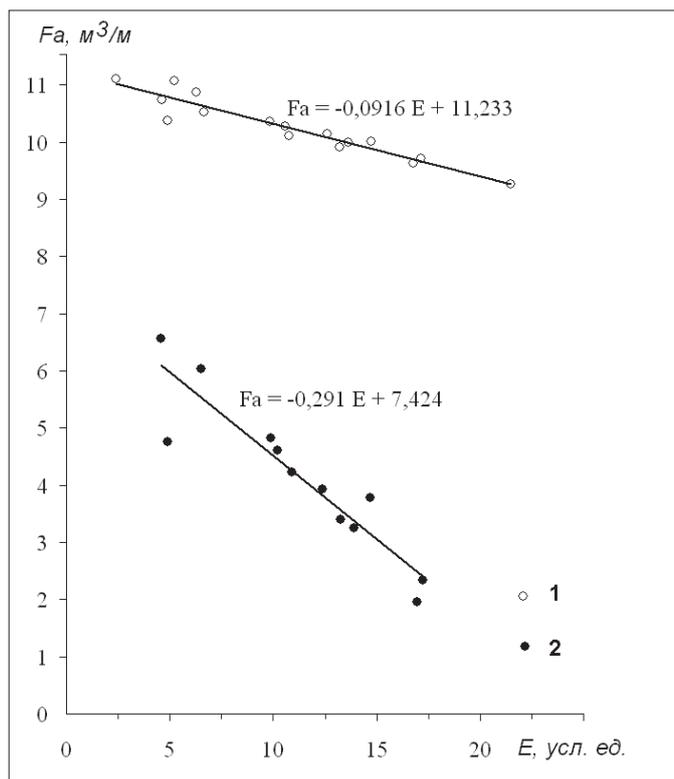


Рис. 1. Графики зависимости удельного количества наносов (F_a) в составе пляжей (1 и 2) от напряженности энергии волнового поля (E) в береговой зоне с выровненным берегом Черного моря. Пляжи: 1 – песчаные в районе Грибовской пересыпи и Терновской террасы; 2 – гравийно-песчаные с примесью гальки в районе мыс Большой Фонтан – устье Люстдорфской балки

Натурные исследования позволили установить расположение подводной границы пляжа на глубине начала обрушения штормовых волн (около $0,6-0,7 h$) [10; 12]. Надводная или верхняя граница пляжа располагается на линии верхнего заплеска прибойного потока. Так в северо-западной части Черного моря это составляет соответственно $0,5-1,5$ и $1,0-2,5$ м.

В последующих работах особое внимание обращается на особенности развития пляжей в условиях активной хозяйственной деятельности [7; 14]. Дана подробная характеристика изменения линейных и объемных параметров пляжей на участке берега от мыса Большой Фонтан до пересыпи Сухого лимана.

Результаты ранних исследований освещали главным образом генезис, морфологию и состав наносов пляжей, сезонную динамику пляжей на выровненном открытом берегу.

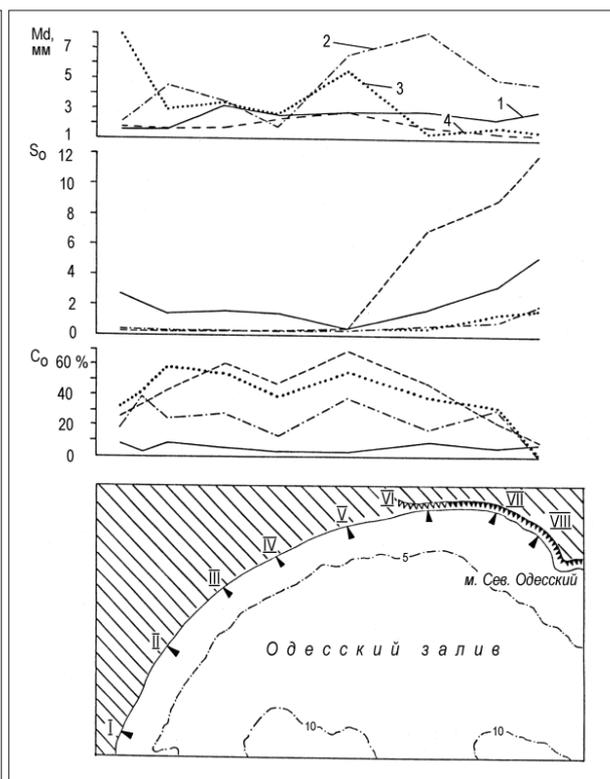


Рис. 2. Распределение вдоль берега Одесского залива значений гранулометрических характеристик пляжевых наносов: медианного диаметра (M_d , мм), коэффициента сортировки (S_o), ведущей фракции наносов $0,1-0,25$ мм (C_o , %) в среднем за многолетний период в течение различных сезонов года: 1 – зимой; 2 – весной; 3 – летом; 4 – осенью [3]

В связи с этим Г.В. Выхованец [3] был поставлен ряд стационарных наблюдений за динамикой пляжей Одесского залива (рис. 2). Автором указывается, что наиболее крупные и наименее динамичные пляжи тяготеют к центру дуги. Самые узкие песчаные пляжи в пределах береговой дуги отмечаются зимой и осенью, их ширина B_n изменяется от 6 до 31 м на разных участках. Летом ширина больше – от

15 до 48 м. величины вертикальных деформаций пляжей – в пределах от 0,3 до 1,7 м. Полученные результаты в дальнейшем были дополнены А.Б. Муркаловым и Ю.Д. Шуйским, в том числе уделено внимание изменениям пляжей при активном антропогенном преобразовании берегов Одесского залива [14].

В результате изучения пляжей на абразионных берегах Ю.Д. Шуйским и Г.В. Выхо-

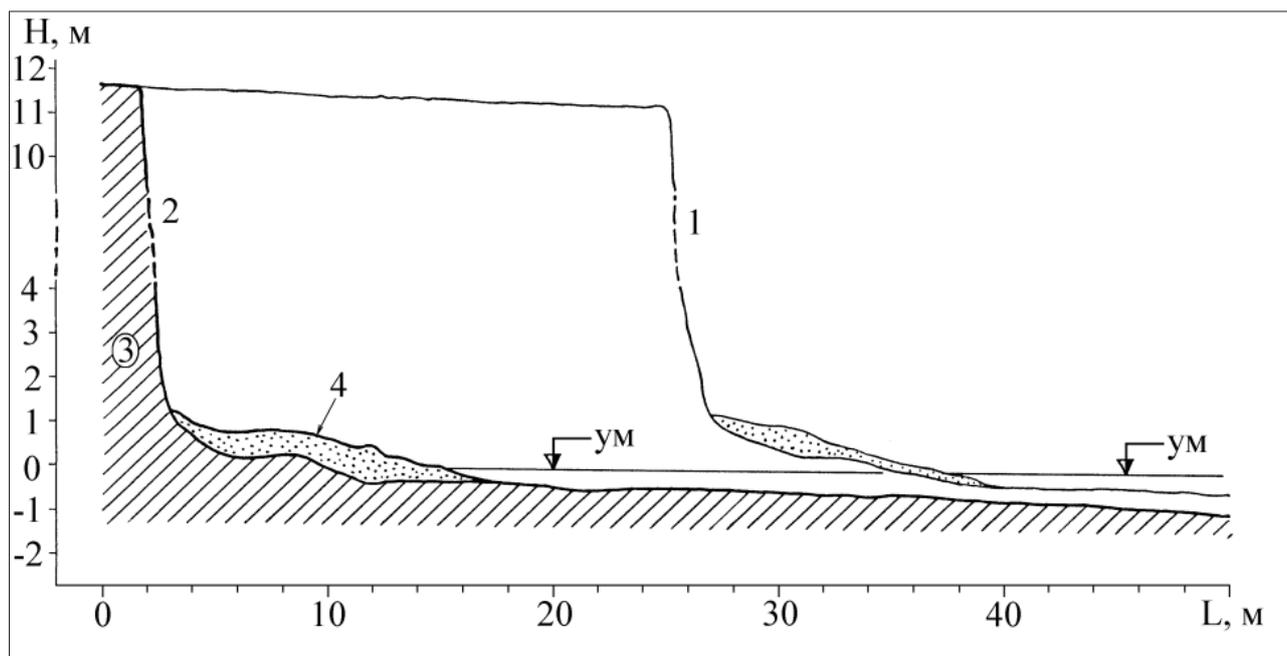


Рис. 3. Размеры прислоненного односклонного пляжа в районе м. Бурнас в условиях сильной абразии клифа и бенча по данным съемки: 1 – в 1999 г.; 2 – в 2007 г.; 3 – глинистые породы в клифе и на бенче; 4 – толщина пляжевых песчаных наносов.

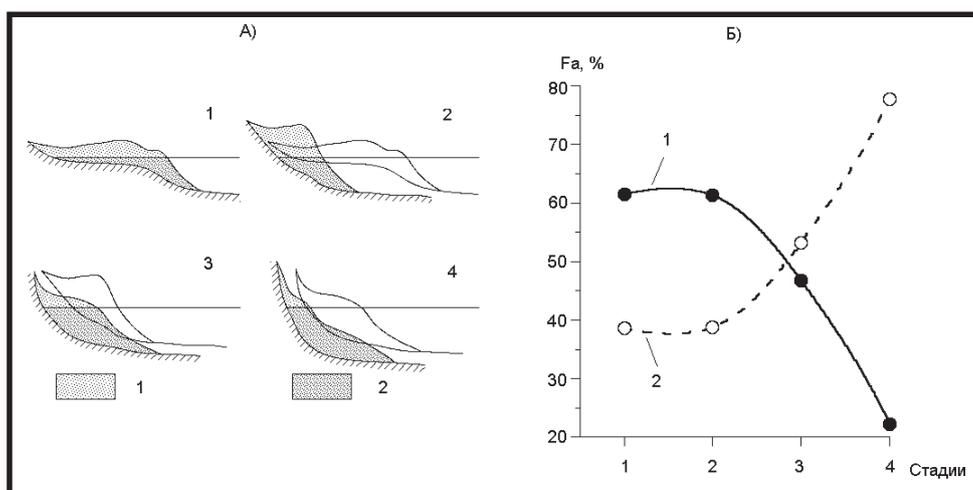


Рис. 4. Стадии развития прислоненного пляжа при выработке ложа (А) и изменение соотношения объемов наносов в надводной и подводной частях пляжа (Б) по стадиям



ванец [12] было сформулировано положение о **динамической стабильности параметров пляжей в течение длительного времени**. Данная устойчивость главным образом объема наносов, как интегральной характеристики пляжей, объясняется устойчивостью природных условий региона, постоянным наносообменом во вдольбереговых потоках наносов между разными частями литодинамических ячеек и берегом и подводным склоном (рис. 3).

В настоящее время (начало XXI века) отмечается главным образом систематизация, обобщение и дальнейшая разработка полученных ранее данных и закономерностей. Возрастает роль привлечения многолетних рядов наблюдений. Эти работы выполняются Ю.Д. Шуйским, Г.В. Выхованец, А.Б. Муркаловым и В.В. Неведюком. Установлено, что естественные условия привели к тому, что средние объемные размеры исследованных пляжей всех типов равняются $10-20 \text{ м}^3/\text{м}$, максимум – до $70-110 \text{ м}^3/\text{м}$. при этом прислоненные односклонные пляжи меньше ($2-37 \text{ м}^3/\text{м}$), чем смешанные ($6-70 \text{ м}^3/\text{м}$)

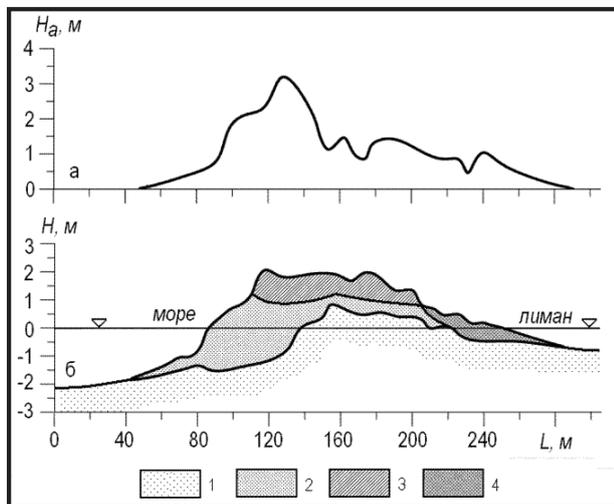


Рис. 5. Структура слоя волновой переработки на пляжах полного профиля по данным многолетних съемок на пересыпи лимана Бурнас: а – график распределения мощности СВП (H_a , м) на поперечном профиле; б – элементы структуры СВП: 1 – песчано-ракушечные отложения фундамента пересыпи; 2 – гидрогенные наносы, перерабатываемые морскими волнами; 3 – смешанные наносы со стороны лимана; 4 – эоловые наносы, которые перерабатываются прибойным потоком

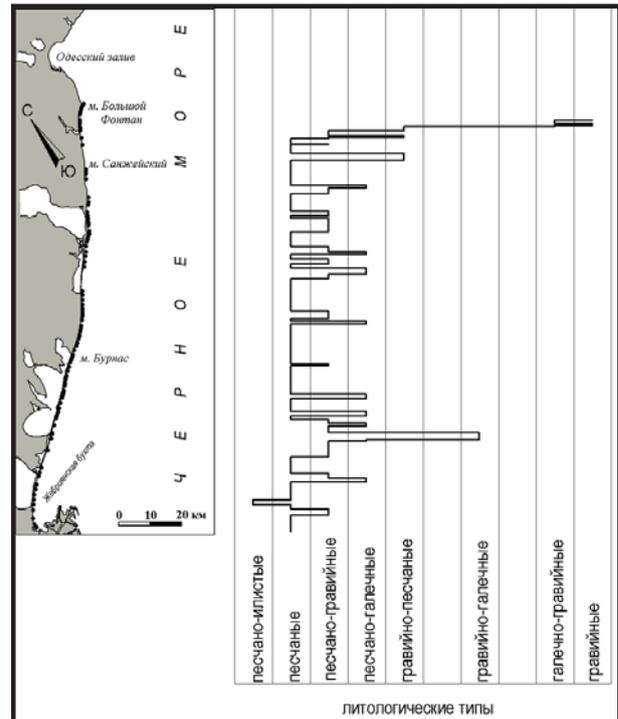


Рис. 6. Распределение литологических типов наносов на берегу Черного моря между мысом Большой Фонтан и Жебрианской бухтой, средние значения за период 1972-2011 гг.

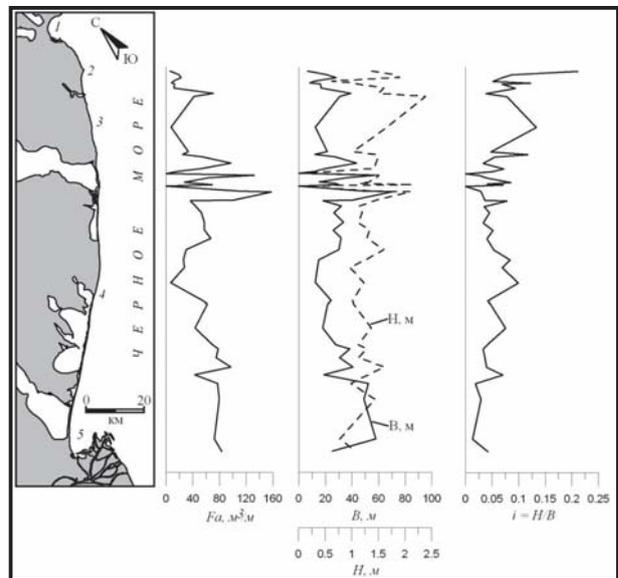


Рис. 7. Распределение удельного объема (F_a , $\text{м}^3/\text{м}$), ширины (B , м), высоты (H , м) и уклона поверхности ($i = H/B$) песчаных пляжей вдоль выровненного берега Черного моря между м. Бол. Фонтан и Жебрианской бухтой.
Районы берега: 1 – Одесский залив; 2 – Большой Фонтан; 3 – Санжейский; 4 – Бурнасско-Сасыкский; 5 – Жебрианский

и двухсклонные полного профиля (9-110 м³/м). В результате исследований пляжей на абразионных берегах уточнена схема развития абразионного профиля и ложа пляжа в верхней приурезовой части (рис. 4) [5; 6].

Целенаправленно исследуется явление «слой волновой переработки» (СВП), уточнена структура, параметры и проведена типизация видов слоя волновой переработки по данным более чем 25 летних стационарных наблюдений (рис. 5).

Авторами уточнен ряд зависимостей уклона пляжа от крупности слагающих его наносов, распределения гранулометрических и морфометрических характеристик наносов вдоль берега, проведена типизация пляжей по составу наносов и их географическое распространение (рис. 6-7).

Проведены исследования роли ледового фактора в пляжевом морфолитогенезе. Выделено 5 прямых ледовых механизмов и 4 косвенных ледовых механизмов пляжевого морфогенеза. В северо-западной части Черного моря прямое влияние в наибольшей мере выражается путем: а) механического выпахивания подводной и надводной частей пляжа и преобразование пляжевого рельефа; б) блокирования ледовым припаем действия морских волн; в) вмержанием пляжевых наносов в ледовую толщу, что обуславливает для пляжа потерю наносов, потеря является безвозвратной в случае выноса таких льдин в открытое море.

Ширина полосы насыщения наносами составляет до 70-110 м. В нижнюю поверхность ледовой толщи наносы вмержают на глубинах 0,5-0,9 м. Толща льда охватывает

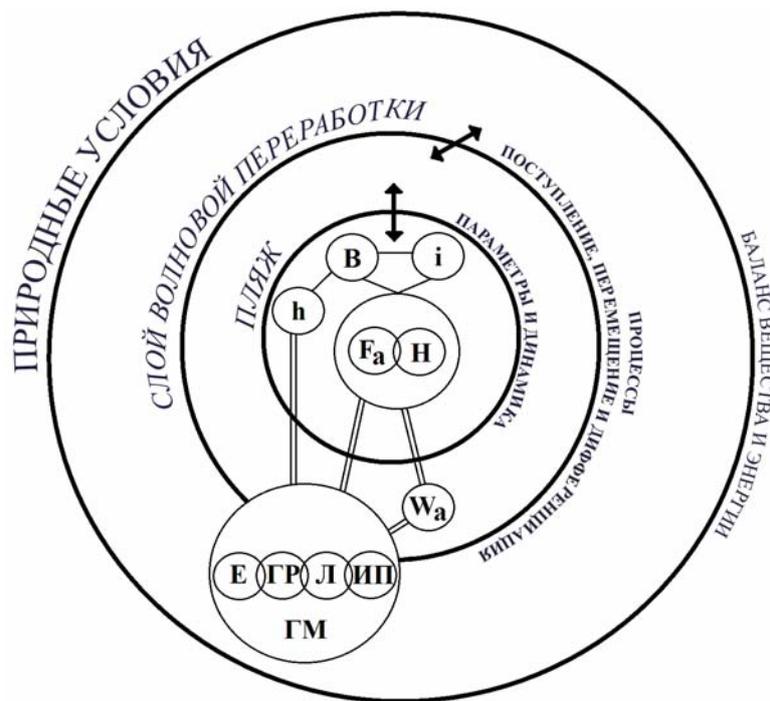


Рис. 8. Обобщенная схема пляжевого морфолитогенеза, построенная по результатам исследований кафедры физической географии и природопользования. Условные обозначения:

ГМ – гидрометеорологический режим, E – условная ветро-волновая энергия, ГР – геологическое строение и рельеф прилегающей суши и морского дна, Л – ледовый фактор, ИП – источники питания наносами, W_a – скорость абразии (размыва, смещения), H – прибрежно-морские наносы, h – уклон пляжа, B – ширина пляжа, i – тангенс угла наклона пляжа, F_a – объем наносов, заключенных в пляже. Одиночные линии – структурные зависимости, двойные – комплексные, черные – взаимообусловленные



надводную, и подводную части пляжа. Вмерзание пляжевых наносов в припае в Одесском заливе может достигать до 130-150 кг/пог. м, что в среднем составляет порядка 10-20% всей массы песчано-ракушечных наносов. Ледовый фактор, таким образом, не в состоянии кардинально влиять на размеры пляжей.

Анализ и обобщение результатов исследований. Рассмотрение результатов исследований пляжевого морфолитогенеза кафедры физической географии и природопользования позволяет провести некоторые обобщения. Их удобней представить в виде схемы пляжевого морфолитогенеза (рис. 8). Эта схема отражает большую часть полученных зависимостей и взаимосвязей, в целом иллюстрируя целостность природы береговой зоны и ее пограничное положение между континентальной частью и Мировым Океаном.

Выводы. Выполненные сотрудниками кафедры физической географии и природопользования многолетние маршрутно-экспедиционные и стационарные исследования песчаных пляжей вогнутой береговой дуги Одесского залива и выровненного берега моря между м. Очаковским на востоке и Жебриянской бухтой на юго-западе в северо-западной части Черного моря, позволили получить основные закономерности пляжевого морфолитогенеза. Теория пляжевого морфолитогенеза может быть представлена следующими положениями:

1. Современные пляжи являются неотъемлемой составляющей частью береговой зоны моря. По своей морфологии, составу наносов и динамике выделяются пляжи полного профиля, неполного профиля и смешанные.

2. Пляжи являются первичными элементарными аккумулятивными формами рельефа в сфере влияния прибойного потока. Они сложены наносами «волнового поля» и являются наиболее динамичными аккумулятивными формами в береговой зоне морей на протяжении отдельных штормов, сезонов года и десятилетий.

3. Пляжи являются составляющей частью «слоя волновой переработки» в береговой зоне моря.

4. Современные тенденции пляжевого морфогенеза определяются: а) отличиями в пита-

нии пляжей наносами (количеством и составом в течение разного времени); б) многолетними изменениями линейных и объемных параметров; в) изменениями гранулометрического состава наносов, г) открытостью берега.

5. Параметры пляжей устойчивы во времени. Обособливается среднее значение, которое тесно связано с окружающими природными условиями – «емкостью пляжа». Она является величиной постоянной и изменяется вместе с изменениями окружающих условий.

6. Роль ледового фактора в пляжевом морфолитогенезе выражается путем: а) механического выпаживания подводной и надводной частей пляжа и преобразование пляжевого рельефа; б) блокирования ледовым припаем действия морских волн; в) вмерзанием пляжевых наносов в ледовую толщу.

7. На формирование современных пляжей существенно влияет антропогенная деятельность, в результате чего происходит их разрушение, снижается объем питания пляжей наносами, активизируется дефицит наносов, уменьшаются их линейные и объемные параметры.

СПИСОК

ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Аксентьев Г.Н. Опыт подсчета количества песчано-галечного материала, поступающего на пляжи Одесского побережья / Г.Н. Аксентьев // Научный ежегодник Одесск. гос. унив. – 1960а. – Вып. 2: Географические науки. – С. 85-87.
2. Бертман Д.Я. Опыт изучения динамики пляжей в зависимости от направления и силы действующего ветра / Д.Я. Бертман, Ю.Д. Шуйский, И.В. Шкарупо // Океанология (Москва). – 1971. – Том 11. – Вып. 3. – С. 450-459.
3. Выхованец Г.В. Динамика естественных песчаных пляжей Одесского залива (Черное море) / Г.В. Выхованец // Известия Всес. Географич общества. – 1981. – Том 112. – Вып. 3. – С. 253-259.
4. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов / В.П. Зенкович. – Москва: Изд-во АН СССР, 1962. – 710 с.
5. Муркалов О.Б. Розвиток притулевих пляжів на абразійних берегах в північно-західній частині Чорного моря / О.Б. Муркалов // Вісник Одеськ. нац. унів. Геогр. та геол. науки. – Т. 8. – Вип. 5. – 2003. – С. 60-66.
6. Муркалов А.Б. Относительная устойчивость параметров пляжей во времени как отражение природы береговой зоны моря / А.Б. Муркалов // Причорноморський екологічний бюлетень. – 2008. – № 1 (27). – С. 211-220.

7. Соловей Р.Н. Дослідження динаміки наносів на штучних піщаних пляжах Одеського берегозахисного комплексу / Р.Н. Соловей // Ерозія берегів Чорного і Азовського морів. – Київ: Карбон ЛТД, 1999. – С. 72-77.
8. Хренников И.А. Особенности оползневого склона отдельных участков Одесского побережья / И.А. Хренников // Труды Одесск. гос. унив. Серия геол.-геогр. наук. – 1960. – Том 150. – Вып. 7. – С. 81-116.
9. Шуйский Ю.Д. Фактор времени при анализе процессов развития береговой зоны моря / Ю.Д. Шуйский // Инженерная геология и гидрогеология (София). – Кн. 5. – София, 1976. – С. 3-16.
10. Шуйский Ю.Д. Динамика песчаных пляжей и их роль в развитии клифов / Ю.Д. Шуйский // Физическая география и геоморфология. – 1981. – Вып. 26. – С. 97-106.
11. Шуйский Ю.Д. Проблемы исследования баланса наносов в береговой зоне морей / Ю.Д. Шуйский. – Ленинград: Гидрометеоздат, – 1986. – 240 с.
12. Шуйский Ю.Д. Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в Северо-западной части Черного моря / Ю.Д. Шуйский, Г.В. Выхованец. – Москва: Недра, 1989. – 198 с.
13. Шуйский Ю.Д. Провідні закономірності формування штучних пляжів на Одеському березі Чорного моря / Ю.Д. Шуйський, О.Б. Муркалов // Актуальні екологічні проблеми півдня України: Зб. наук. Праць / [Відп. ред. О.В. Давидов]. – Херсон: Вид-во ПП Вишемирський В.С., 2006. – С. 160-173.
14. Шуйский Ю.Д. Закономерности развития естественных прислоненных односклонных пляжей на абразионных берегах Черного моря / Ю.Д. Шуйский, А.Б. Муркалов // Вісник Одеськ. нац. унів. Геогр. та геол. науки. – Т. 17. – Вип. 3 (16). – 2012. – С. 8-31.