

# **ГЕОГРАФІЧНІ НАУКИ**



**Н. А. Берлинский<sup>1</sup>, Ю. И. Богатова<sup>2</sup>, В. И. Борулько<sup>1</sup>**, кандидаты географ. наук, старшие научные сотрудники  
**Ю. М. Деньга<sup>1</sup>**, старший научный сотрудник  
**Ю. И. Попов<sup>1</sup>**, канд. географ. наук, старший научный сотрудник

<sup>1</sup> Украинский научный Центр экологии моря

Минприроды Украины,

Французский бульвар, 89, Одесса-9, 65009, Украина

<sup>2</sup> МЧП Исследовательский центр “Ноосфера”,

ул. Приморская, 31/1, Одесса-26, 65026, Украина

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЗМОРЬЯ ДУНАЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЛУБОКОВОДНОГО СУДОВОГО ХОДА “ДУНАЙ — ЧЕРНОЕ МОРЕ”

Результаты мониторинга состояния водной среды и донных отложений взморья Дуная показали, что влияние дноуглубления и складирования грунтов ограничено районом дноуглубления и размерами морского подводного отвала. Концентрации загрязняющих веществ в разрабатываемых отложениях на устьевом баре рукава Быстрый по интегральному показателю соответствуют природно-чистым и условно чистым отложениям, складирование которых в море разрешено законодательством Украины.

**Ключевые слова:** Быстрый, дельта, взморье Дуная, судовой ход, мониторинг, взвесь, судоходство.

### Введение

Создание глубоководного судовой хода “Дунай — Черное море” решает проблему военной, топливно-энергетической и торгово-экономической независимости Украины в связи с приобретением автономного выхода в море из бассейна Дуная. Дунайский судовой ход станет неотъемлемой частью национальной и международной транспортной сети.

Трасса создаваемого глубоководного судовой хода (ГСХ) проходит по украинскому участку р. Дунай от Рени до взморья и далее до выхода в открытое море. Из рассмотренных вариантов создания судовой хода, как альтернативы существующему румынскому Сулинскому каналу, по соображениям технической и экономической целесообразности был выбран вариант прохождения трассы ниже г. Вилково по гирлу Быстрое (Новостамбульское). Проектная глубина определена из возможности прохождения судов с осадкой 7,2 м. Транспортный комплекс, использующий географическое преимущество Дунайского водного пути, служит основным градообразующим фактором развития придунайских городов. Важнейшие территориально-структурные характеристики Придунавья определяются функционированием дунайской водной артерии [1]. Со времени начала производства работ по восстановлению судоходства в сопряжении Дунай — Черное море выполняется экологический мониторинг сопровождения дан-

ных работ в дельте Дуная и на приустьевом взморье. В связи с изложенным, тему статьи считаем *актуальной*.

*Целью работы* является анализ результатов длительных наблюдений за географическими характеристиками в дельте Дуная и на его устьевом взморье. Для достижения этой цели решаются такие *основные задачи*: а) рассмотрение природных условий, при которых велись наблюдения; б) анализ распространения вод разной солености на взморье; в) распределение концентраций минеральных соединений азота, фосфора, кремния в дунайских водах; г) загрязняющие вещества и их количество в дельте Дуная. Все эти вопросы имеют важное *практическое значение*. Они помогают получить более полное представление о гидрохимии воды на взморье крупной реки, что вносит определенный вклад в разработку *теоретического значения* вопроса. Как можно видеть, *объектом наших исследований* является дельта и устьевое взморье реки Дунай, а *предметом* — анализ состояния водной среды и донных отложений в дельте и на взморье реки Дунай при развитии судоходства и наличии судоходного канала сквозь устьевой бар.

### Материал и методы исследований

В настоящей работе представлены результаты последних, за март 2009 г., наблюдений и анализ сформировавшихся условий на приустьевом взморье Дуная. Наблюдения проводили (рис. 1) на морском подходном канале (МПК) (станции 5, 6, 7) во время проведения дноуглубительных работ, в акватории строительства стыковочного с берегом участка морской дамбы (станции 2, 3, 4) и на дампинге грунта (станция 1) в момент сброса грунта землесосом “Прорвин”. Для последовательного пополнения базы гидрохимических данных о стоке взвешенных, минеральных и органических веществ Дуная были отобраны пробы воды в створе 2-го километра (устье) и истоке рукава Быстрый, на 18-м километре Килийского рукава (развилка рукавов Старостамбульский-Очаковский) — ст. 10, 11 и 12. Метеорологические и гидрологические исследования проводили в соответствии с Руководством [6]. Направление и скорость течения определяли вертушкой ВММ. Отбор гидрохимических проб проводили батометром Молчанова. Пробы грунта для определения гранулометрического состава, содержания загрязняющих веществ (ЗВ) отбирали дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,1 м<sup>2</sup>. Определение солености ( $S_{\text{‰}}$ ), растворенного кислорода ( $O_2$ ), величины водородного показателя  $pH$  проводили “in situ” с помощью приборов фирмы WTW — Conductivity meter LF 318, Oxi meter LF 420, pH-320. Расчеты процента насыщения воды кислородом проводили по [2, 3, 9]. Содержание взвешенного вещества (ВВ) определяли методом ультрафильтрации через ядерные фильтры с размером пор 0,45 мкм. Затем в фильтрате стандартными методами, в соответствии с [4, 7, 8], определяли аммонийный азот ( $NH_4^+$ ), нитриты ( $NO_2^-$ ), нитраты ( $NO_3^-$ ), фосфаты ( $PO_4^{3-}$ ), кремний ( $Si$ ), растворенное органическое вещество ( $POB$ ), общий ( $N_{\text{общ}}$ ) и органический азот ( $N_{\text{орг}}$ ), общий ( $P_{\text{общ}}$ ) и органический фосфор ( $P_{\text{орг}}$ ). Содержание в грунтах загрязняющих веществ (ЗВ) определяли:  $Hg$ ,  $Cd$ ,  $Pb$ ,  $Cu$ ,

Zn, As методом непламенной атомно-адсорбционной спектрофотометрии [10] на ААС “Spectr AA-8000” (Австралия), суммы нефтепродуктов (НУ) методом ИКС на спектрофотометре “UR-20” (ГДР) [10], фенолы спектрофотометрическим методом [4].

### Результаты исследований и их анализ

**Общие характеристики.** К основной составляющей антропогенной нагрузки на морскую экосистему относятся дноуглубительные работы на морском подходном канале (МПК) и сброс грунта на морскую подводную свалку или дампинг грунта. Эти виды работ проводились в 2004 г., на первом этапе открытия ГСХ, затем, после практически двухлетнего перерыва, были возобновлены в 2006 г. Помимо того, в 2004 г. был возведен полукилометровый фрагмент защитной дамбы (рис. 1), на удалении 1 км от устья, а в 2008–2009 гг. было завершено строительство первой очереди ГСХ, что включало и стыковку морского участка дамбы с берегом. Наблюдения в море проводили в период завершения строительства дамбы, поэтому в работе отображены гидродинамические эффекты, обусловленные незавершенной гидротехнической конструкцией.

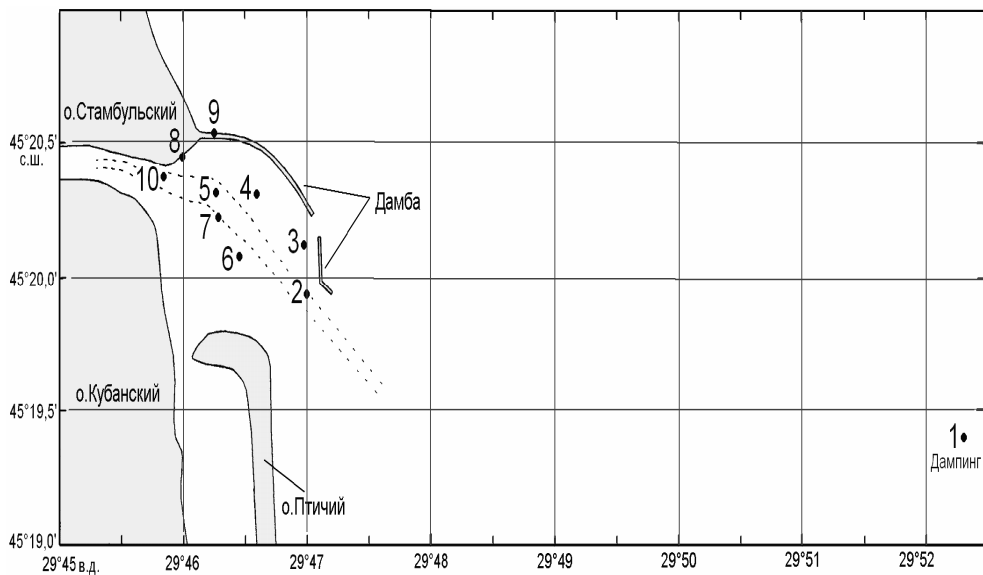


Рис. 1. Схема станций на взморье в марте 2009 г. (ст. 1 дампинг грунта, ст. 8, 9 — береговые станции в месте строящейся дамбы)

Расположение станций мониторинга на взморье Дуная позволяет представить результаты наблюдений в виде практически широтного разреза протяженностью около 8 км от устья рукава Быстрый до района дампинга грунта (ст. 10 — устье р. Быстрый, ст. 1 — дампинг). Мониторинг проводили при температуре воздуха 5°C при ветре северо-западных румбов со

скоростью до 12 м/с. При этом отмечали ветровое волнение моря, состояние поверхности моря от 1 балла — в акватории под прикрытием дамбы и до 3 баллов в открытом море. Высота волны изменялась от 1 до 3 баллов. Температура воды на поверхности моря варьировала по акватории от 5,90 до 6,30 °С. В районе мелководного бара отмечалась полная вертикальная изотермия вод — 5,90-6,00 °С. Это распределение обусловлено интенсивным фрикционным перемешиванием в условиях штормовой деятельности. На глубинах за пределами 10 м изобаты характер распределения не менялся и в районе дампинга грунта значения температуры составляли 6,10° в поверхностном и 6,05 °С в придонном горизонтах.

Представленные на рис. 2 поверхностные спутниковые распределения температуры, концентрации хлорофилла “А” и мутности поверхностного слоя воды, полученные за двое суток до начала проведения мониторинга, позволяют получить более общее представление о районе дунайского взморья. Так, 10-, 15-мильная прибрежная область от устья рукава Прорва до устья рукава Сфынтул-Георгиу была занята относительно теплыми водами (6,5–7,0 °С), на фоне которых проявляются узкие полосы относительно холодных вод (6,0–6,5 °С) речного выноса из основных рукавов Дуная. Мористее этой области располагается поток холодных трансформированных вод днепровско-днестровского генезиса. В целом, вся 30-мильная область дунайского взморья была охвачена весенним развитием фитопланктона, где концентрация хлорофилла составляла 5–10 мг/м<sup>3</sup> (рис. 2б). Вынос дунайских вод хорошо виден на рис. 2в, где они отделяются от вод, поступающих с севера, резким градиентом цветности воды. В дельте Дуная, от 18 км (ст. 12 — Вилковский пережат) до устья, и непосредственно в устье рукава Быстрый (ст. 5 и 7) температура вод в период наблюдений составляла 6,3–6,5 °С, т. е. на 0,4–0,5 °С выше вод, лежащих ниже по течению. Возможно, за двое суток (с 12 по 14 марта) произошло существенное повышение температуры вод, и они стали более теплыми, чем воды прибрежно-мелководья, по сравнению с ситуацией 12 марта.

Анализируя распределение солености на приустьевом взморье рукава Быстрый, важно отметить, что значение солености обусловлено интенсивным влиянием пресного стока Дуная. На расстоянии до 3 миль от устья значения солености не превышали 1‰. Это соответствует формированию гидрологической структуры вод, находящейся под определяющим влиянием устойчивой (более 2-х суток) ветровой деятельности западной составляющей. По мере удаления от устья соленость на поверхности моря монотонно возрастала до 12‰ в районе дампинга грунта. В придонном горизонте за пределами дамбы и МПК расположены водные массы открытого моря со значениями солености до 17‰ в районе дампинга (рис. 3).

Величина прозрачности воды по диску Секки на взморье характеризовалась низкими значениями — в устье рукава Быстрый 0,1 м и 0,3 м у мористого участка дамбы. На станции дампинга грунта, даже при условии постоянного отвала грунта землесосом “Прорвин”, работы которого зафиксированы в процессе съемки, прозрачность была достаточно высока — 6 м.

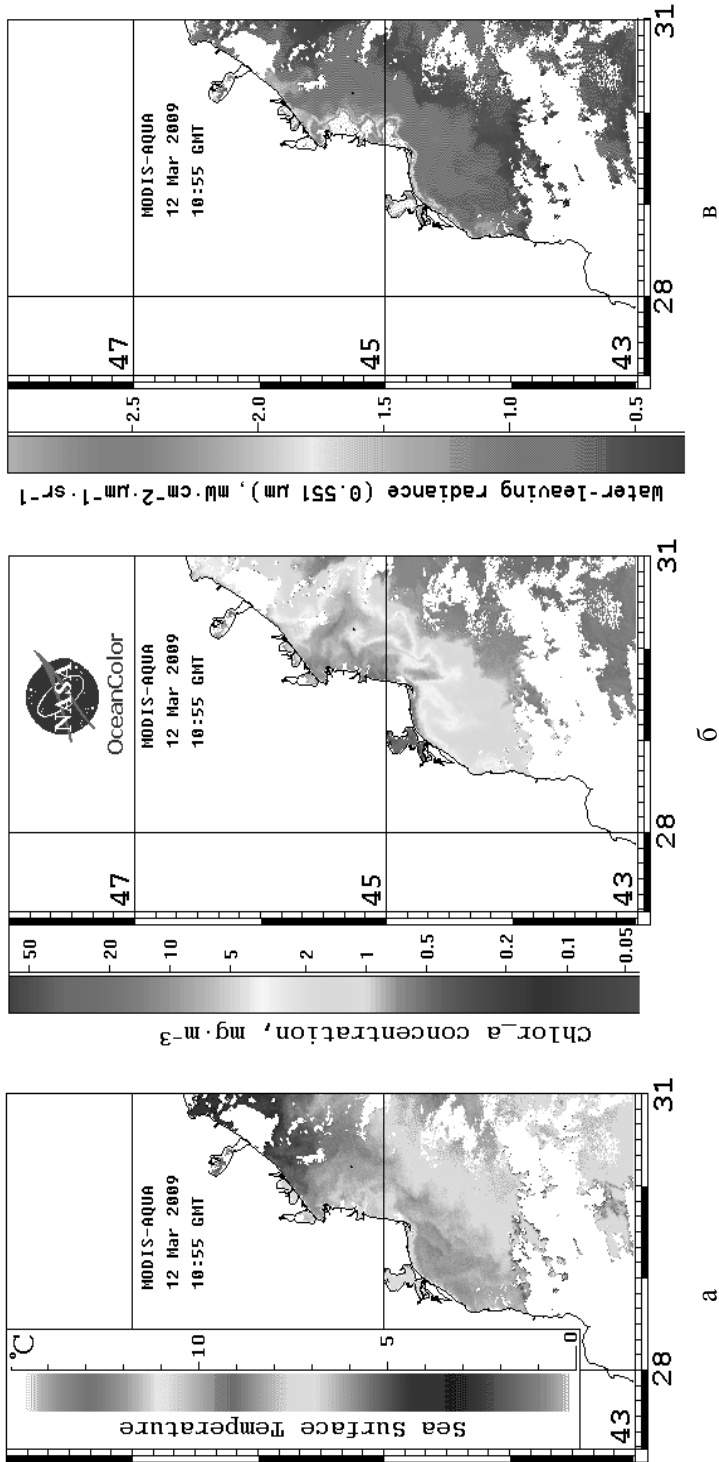


Рис. 2. Пространственное распределение температуры воды (а), концентрации хлорофилла “А” (б) и цветности воды (в) поверхностного слоя в придунайском районе Черного моря 12 марта 2009 г. (по данным спутниковых наблюдений NOAA-15, полученных из Remote Sensing Department, MHI NASU)

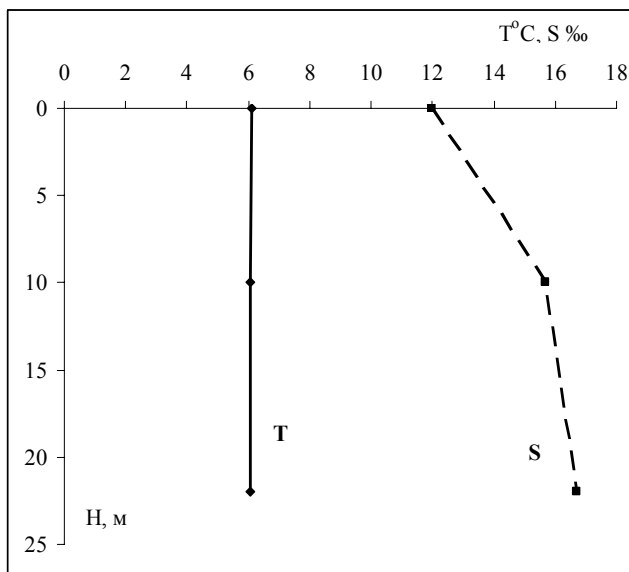


Рис. 3. Термохалинная структура вод в районе дампинга грунта: такая термохалинная структура воды характерна для устьевоего взморья Дуная в период половодья

Как видно из рис. 4, геометрия незавершенного участка дамбы формирует мощное отклонение от оси основного течения поверхностной пресной воды Дуная со скоростью до 50 см/с СВ направления. Максимальные векторы со значениями скорости 140 м/с ориентированы по оси МПК. В связи с этим, достаточно очевидна необходимость срочной достройки дамбы, с целью сохранения энергии потока пресных вод в море. Это обеспечит сильный вынос взвеси в стоковом течении и, таким образом, снизит вероятность заиления судоходной прорези.

**Распределение взвешенного вещества (ВВ) на взморье Дуная** обусловлено его выносом с речным стоком и переходом в донные отложения на приустьевом участке. Высокие скорости и массы его накопления встречены на дне, ограниченном дамбой, где отмечались высокие значения ВВ от поверхности до дна (рис. 5). Следует отметить, что содержание ВВ на МПК и в районе строящейся дамбы было значительно выше, чем в самом Дунае. Например, в поверхностном горизонте этого участка взморья концентрация ВВ составляла  $185,05 \text{ мг}\cdot\text{дм}^{-3}$ , в придонном  $191,58 \text{ мг}\cdot\text{дм}^{-3}$ , а на 18-м километре Дуная (ст. 12) только  $113,90 \text{ мг}\cdot\text{дм}^{-3}$ . Такое увеличение ВВ на этом участке МПК происходит за счет взмучивания донных отложений взморья во время действия штормовых ветровых волн. В этой связи достройка фрагмента защитной дамбы может способствовать не только сохранению энергии потока пресных вод в море, но и препятствовать размыву бровки канала и переносу донных отложений с мелководья в канал.

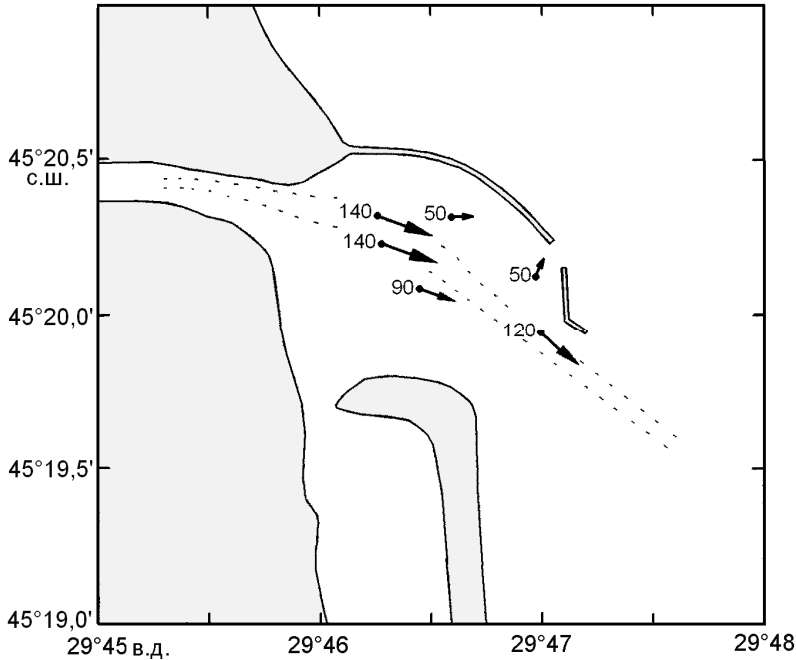


Рис. 4. Векторы скоростей поверхностных течений в районе МПК

В то же время в районе дампинга осадочного материала пробы на ВВ отбирались во время разгрузки землесоса “Прорвин”. Однако содержание ВВ было незначительным —  $7,78 \text{ мг}\cdot\text{дм}^{-3}$  в поверхностном и  $7,98 \text{ мг}\cdot\text{дм}^{-3}$  в придонном горизонтах (рис. 6). Во время пробоотбора развивалось ветровое волнение, вызванное ветром от северной стороны горизонта. При этом сила ветра составляла III балла, а высотой волны соответствовала 3 баллам по шкале балльности. Такая погода способствовала диффузии взвеси даже при определенной соленостной стратификации устьевой воды (рис. 4).

Таким образом, сток Дуная и гидрометеорологические условия (устойчивая, более 2-х суток ветровая деятельность западной составляющей) обеспечили значительное распространение на взморье пресных вод. Воды с соленостью  $< 1\text{‰}$  занимали участок на удалении  $> 3$  миль в море от устья рукава Быстрый от поверхности до дна. Здесь ветровая деятельность и форма незавершенного участка дамбы формировали мощное отклонение от оси струи основного течения поверхностной пресной воды, которое вызвало взмучивание донных отложений на устьевом мелководье, а также привело к размыву бровок канала. В связи с этим, для сохранения энергии стокового течения пресных вод в море, достаточно очевидна необходимость срочной достройки дамбы. Воздействие сброса грунта на дампинге землесосом “Прорвин” на увеличение содержания ВВ в водной толще в условиях волнения силой III балла с высотой волны 3 м в наших наблюдениях не зафиксировано.

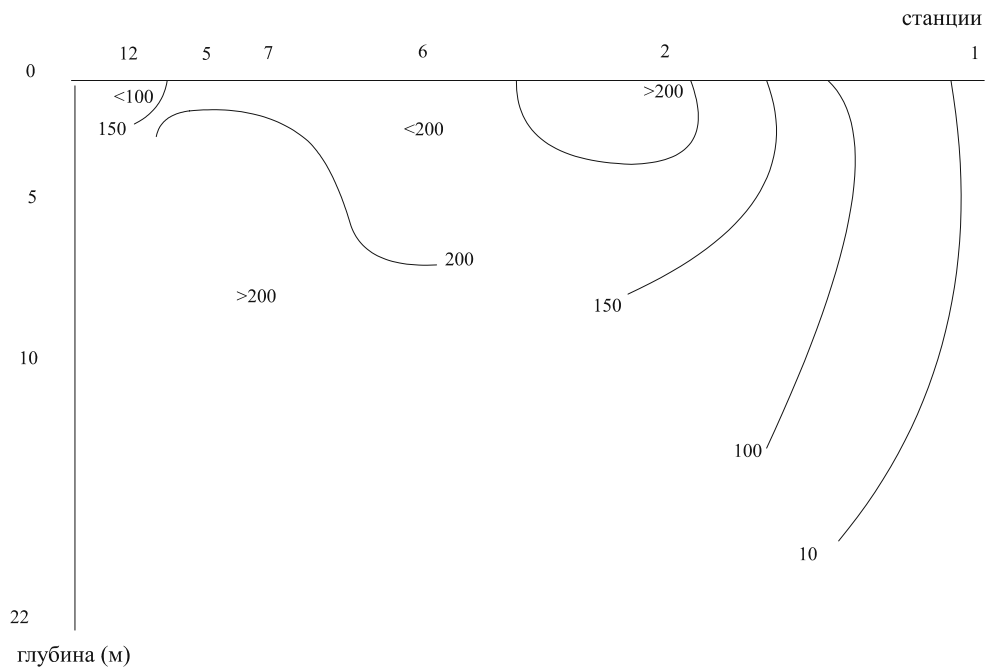


Рис. 5. Распределение взвешенного веществ (ВВ, мг·дм<sup>-3</sup>) на широтном разрезе “рукав Быстрый—море”

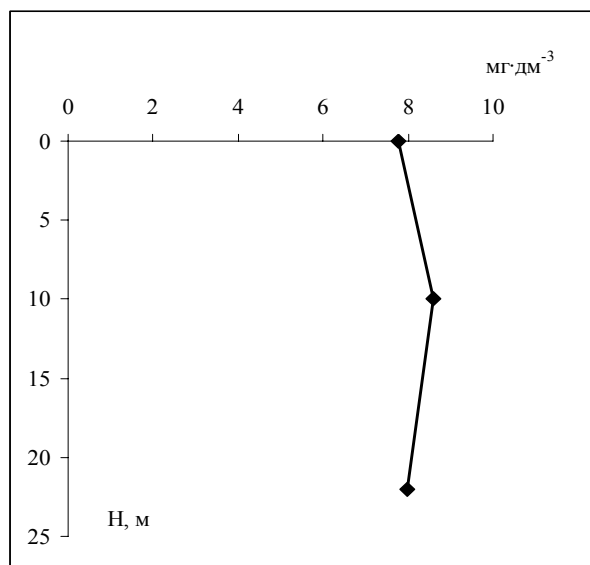


Рис. 6. Распределение взвешенного вещества (ВВ, мг·дм<sup>-3</sup>) по вертикали в районе дампинга грунта

**Распределение кислорода, соединений азота, фосфора и кремния.**

В связи с отмеченными выше характерными гидрометеорологическими условиями на морском крае и устьевом взморье, целесообразно рассматривать отдельно результаты гидрохимических исследований на устьевом баре ГСХ. Этот участок включает в себя район МПК и дамбы, где проводилось дноуглубление и строительство дамбы. Отдельно рассматривался район дампинга грунта.

Кислородный режим участка ГСХ сквозь устьевой бар был благоприятным. Здесь абсолютные значения растворенного в воде кислорода и процент его насыщения в поверхностном и придонном горизонте были близки: они составляли 13,41 и 13,35 мг-дм<sup>-3</sup>, т. е. 108,45 % и 107,88 % соответственно. На баре нами отмечались высокие значения величины  $pH$  — 7,45–7,82.

На устьевом взморье, восточнее 20-метровой изобаты, в очаге дампинга грунта, ветровое волнение силой до III баллов не привело к обогащению придонного горизонта воды кислородом. Здесь насыщение воды кислородом придонного горизонта было значительно ниже (62,9 %), чем поверхностного (105,7 %). Такое явление весьма характерно для стратифицированного по вертикали слоя воды на взморье Дуная.

Поступление дунайских вод на взморье обеспечило высокие концентрации минеральных соединений азота и фосфора, кремния на участке устьевого бара ГСХ, в зоне с соленостью воды < 1 ‰. Ветровое перемешивание способствовало почти однородному распределению этих соединений на участке взморья с малыми глубинами. В очаге дампинга грунтовой массы, во время её сброса на дно, распределение этих соединений было иным. Так, содержание нитритов, нитратов, фосфатов и кремния в придонном горизонте, сформированном водой морского генезиса с соленостью 16,7 ‰, было значительно ниже, чем в поверхностном горизонте, сформированном трансформированными дунайскими водами с соленостью ≤ 12,0 ‰ (рис. 7). Следует отметить, что концентрации этих ингредиентов в очаге дампинга были значительно ниже, чем на участке устьевого бара рукава Быстрый. Это значит, что увеличения концентраций минеральных соединений за счет сброса грунта отмечено не было по причине высокой динамической активности вод этого района.

В распределении растворенного органического вещества и органических соединений азота и фосфора как в районе МПК, так и в районе дампинга отмечали следующие тенденции. На устьевой бар растворенное органическое вещество (РОВ) и органический фосфор поступало со стоком Дуная и, по мере удаления от устья рукава Быстрый, в поверхностном горизонте содержание этих соединений снижалось. В придонном горизонте отмечали некоторое увеличение этих соединений за счет взмучивания и перемешивания во время шторма (рис. 8 а, в).

Для органических соединений азота, концентрации которых были очень низкими в поступающих дунайских водах, отмечено значительное увеличение в поверхностном и, особенно сильно, — в придонном горизонте (рис. 8б). Такое увеличение органического азота на участке приустьевого бара рукава Быстрый может быть связано как с его накоплением здесь

во время весны-осени предыдущего года, так и со взмучиванием донных отложений. Ведь в них концентрации органических соединений во много раз превышают концентрации в водной толще. В районе дампинга, в момент сброса грунта в придонном горизонте, по сравнению с поверхностным слоем, отмечали значительное увеличение растворенного органического азота — почти в 20 раз, растворенного органического вещества и органического фосфора — в 2 раза (рис. 9).

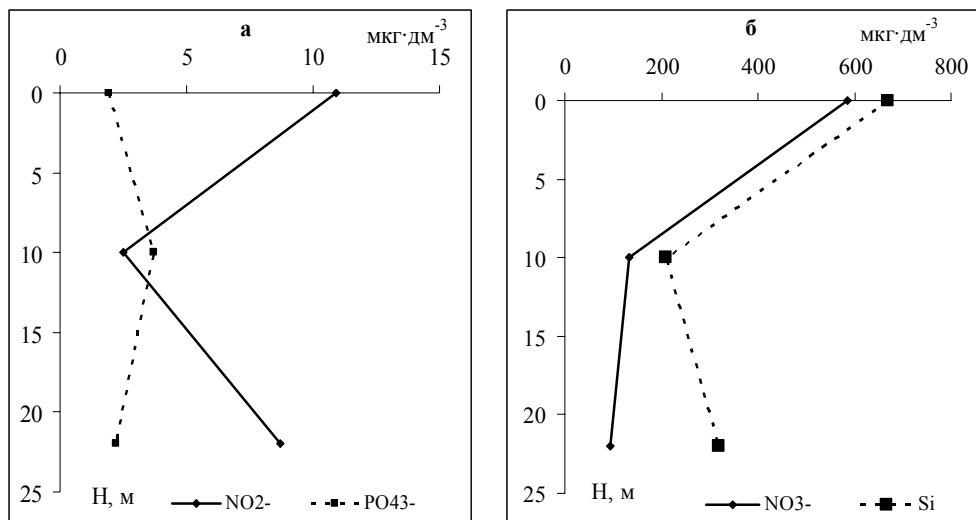


Рис. 7. Распределение нитритов и фосфатов (мкг·дм<sup>-3</sup>, а), нитратов и кремния (мкг·дм<sup>-3</sup>, б) в районе дампинга грунта

Содержание растворенного органического вещества и азота органического здесь было ниже, а азота органического выше, чем на баре рукава Быстрый. Если учесть, что увеличения содержания ВВ в придонном горизонте в районе дампинга не отмечалось (рис. 8), то рост органических соединений в придонном горизонте можно объяснить только выходом этих соединений из донных отложений. Именно они способны аккумулировать значительное количество отмершего органического вещества (фитопланктон) еще в теплый период 2008 года.

Гидрохимические исследования показали, что поступление дунайских вод на взморье и ветровое перемешивание на участке с малыми глубинами (район ГСХ) привели к формированию квазиоднородной водной массы со значениями солености < 1‰ от поверхности до дна на расстоянии до 3-х миль от устья рукава. В этих условиях оценить воздействие дноуглубительных работ на гидрохимический режим этого участка взморья не представляется возможным. В придонном горизонте района дампинга, во время сброса осадочного материала, в условиях стратификации толщи воды отмечали недосыщение воды кислородом, увеличение содержания растворенных органических соединений. В связи с тем, что увеличения взвеси

в придонном горизонте зафиксировано не было, и в этом случае высокие концентрации органических веществ могут быть связаны с их выходом из донных отложений взморья, которые накопили значительное количество отмершего органического вещества (фитопланктон) в теплый период 2008 г.

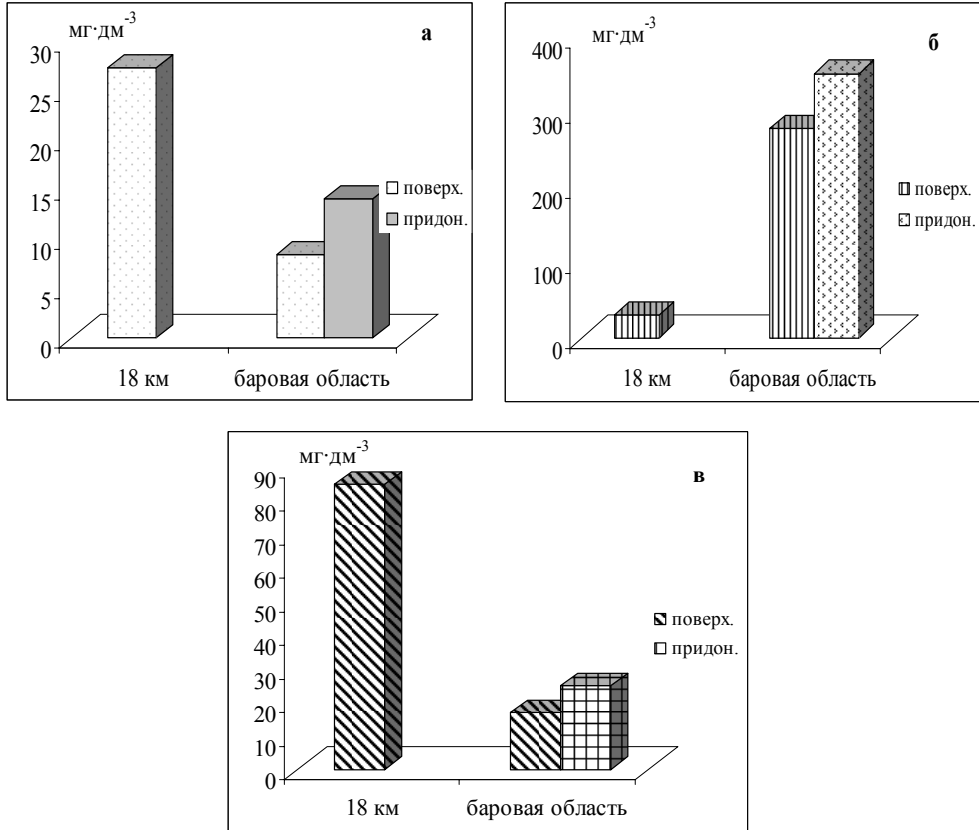


Рис. 8. Распределение органических соединений на разрезе от 18-го км Дуная до устьевого бара (МПК): а — РОВ (мг·дм<sup>-3</sup>), б — органический азот (мкг·дм<sup>-3</sup>) и в — органический фосфор (мкг·дм<sup>-3</sup>)

**Загрязняющие вещества в дунайских водах.** Результаты исследований загрязняющих веществ (ЗВ) в донных отложениях взморья Дуная показали, что концентрации всех исследуемых ингредиентов (табл. 1) соответствовали классам А-IV [5]. Интегральные показатели для исследуемого района взморья (за исключением ст. 5 — бровка МПК) соответствовали А-I классу — природно-чистые и условно чистые донные осадки. Складирование осадков такого класса в море разрешено законодательством Украины. Осадки станции 5 по интегральному показателю соответствовали II классу. Здесь были зафиксированы максимальные концентрации НУ (150 мг·кг<sup>-1</sup> сухого грунта), мышьяка (13,1 мг·кг<sup>-1</sup>), свинца (23,3 мг·кг<sup>-1</sup>) и

значительные концентрации фенолов ( $1,71 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ ). Относительно высокие показатели ЗВ в грунте на этой станции связаны с его гранулометрическим составом и близостью к устью рукава Быстрый. Алевритовый ил обладает большей, чем кварцевые пески района, адсорбционной способностью к поступающим с речным стоком загрязняющим веществам.

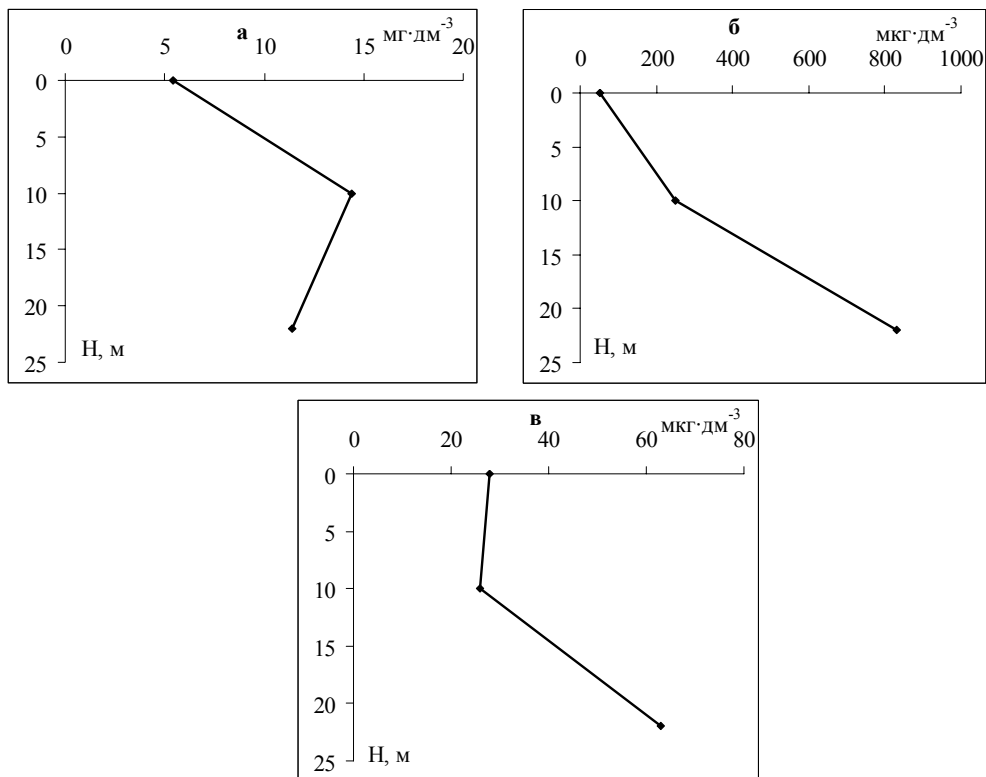


Рис. 9. Распределение органических соединений в районе дампинга грунта: а — РОВ ( $\text{мг}\cdot\text{дм}^{-3}$ ), б — органический азот ( $\text{мкг}\cdot\text{дм}^{-3}$ ) и в — органический фосфор ( $\text{мкг}\cdot\text{дм}^{-3}$ )

Для донных отложений взморья были характерны высокие концентрации фенолов  $0,82\text{-}1,84 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$  сухого грунта. В грунтах района дампинга нами отмечались максимальные для взморья концентрации фенолов —  $1,84 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$  сухого грунта, которые могут быть связаны с разложением отмершего органического вещества (моллюски, осевший планктон) во время летне-осенней гипоксии. Высокие концентрации фенолов в отложениях устьевого бара рукава Быстрый ( $1,71\text{-}1,76 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$  сухого осадка) можно объяснить выносом разложившегося органического вещества растительно-го происхождения из плавней дельты Дуная.

Таблица 1

Содержание загрязняющих веществ (мг·кг<sup>-1</sup> сухого грунта) в донных отложениях взморья Дуная в марте 2009 г.

Показатель	Станции						
	1	2	3	4	5	6	7
Нефтепродукты, мг·кг <sup>-1</sup> сухого грунта (с/г)	120	40	60	60	150	80	60
класс*	I	A	A	A	I	A	A
Ртуть, мг·кг <sup>-1</sup> с/г	0,073	0,022	0,029	0,125	0,088	0,035	0,023
класс*	A	A	A	I	A	A	A
Кадмий, мг·кг <sup>-1</sup> с/г	0,229	0,112	0,157	0,199	0,377	0,157	0,122
класс*	A	A	A	A	A	A	A
Свинец, мг·кг <sup>-1</sup> с/г	20,8	11,8	12,2	14,3	23,3	14,0	12,2
класс*	II	I	I	I	II	I	I
Медь, мг·кг <sup>-1</sup> с/г	20,3	4,4	9,4	11,5	34,4	7,8	5,5
класс*	A	A	A	A	I	A	A
Цинк, мг·кг <sup>-1</sup> с/г	93,1	36,8	44,9	59,2	112,0	54,3	40,1
класс*	II	A	A	A	II	A	A
Мышьяк, мг·кг <sup>-1</sup> с/г	10,4	5,2	4,4	6,9	13,1	6,0	4,9
класс*	IV	I	A	II	IV	I	A
Фенолы, мг·кг <sup>-1</sup> с/г	1,84	0,84	0,86	1,11	1,71	1,76	0,82
класс*	II	A	A	I	II	II	A
интегральный показатель, класс*	I	A	A	I	II	A	A

*Примечание:* классификация грунтов дноуглубления для условий Азово-Черноморского бассейна [5]

## Выводы

1. Сток Дуная и гидрометеорологические (устойчивая, более 2-х суток ветровая деятельность западной составляющей) условия обеспечили значительное распространение на взморье пресных вод. Воды с соленостью < 1‰ и высокими концентрациями минеральных и органических соединений азота и фосфора, кремния занимали участок на удалении до 3-х миль в море от устья рукава Быстрый от поверхности до дна. Изъятие грунта в баровой области рукава из-за высокой динамической активности вод не отразилось на кислородном режиме и содержании основных биогенных веществ этого участка взморья.

2. В районе дампинга отмечали гомотермию и соленостную стратификацию водных масс: поверхностный слой формировали трансформированные дунайские воды, придонный — воды морского генезиса с соленостью около 17‰ и недонасыщением воды кислородом, что характерно для взморья Дуная в условиях стратификации водных масс. В момент сброса грунта не отмечено увеличения концентраций взвешенных веществ, минеральных соединений азота и фосфора, кремния. Значительное увеличение содержания органических соединений в придонном горизонте, возможно, связано с выходом этих соединений из донных отложений взморья, аккумулировавших отмершее органическое вещество (фитопланктон) в теплый период 2008 года.

3. Геометрия незавершенного участка дамбы и ветровое перемешивание приводили к отклонению от оси основного течения поверхностной пресной воды, вызывая взмучивание донных отложений и размыв бровок канала. Завершение строительства стыковочной с берегом дамбы — необходимое условие для увеличения энергии потока речных вод в море, за счет исключения ее дисперсии.

4. Грунты морского и подходного канала и района дамбы, за исключением бровки канала, были представлены хорошо сортированными кварцевыми, среднезернистыми песками, которые по интегральному показателю содержания загрязняющих веществ относятся к природно-чистым и условно чистым осадкам. Их складирование на морском дне разрешено законодательством Украины.

Таким образом, следует считать, что по широкому спектру рассмотренных параметров, характеризующих условия устьевой экосистемы, уровень антропогенной нагрузки при строительстве дамбы и проведении дноуглубительных работ на взморье Дуная не превышает допустимых величин, принятых национальным законодательством.

## Литература

1. Берлинский Н. А. Оценка вариантов расположения ГСХ в сопряжение “Черное море— р. Дунай” // Людина і довкілля. Збірник наукових праць Харківського нац. університету. — 2005. — Вип. 7. — С. 4–10.
2. *Международные океанологические таблицы.* — Вып. 1. — Москва: Гидрометеиздат, 1969. — 107 с.
3. *Методы гидрохимических исследований океана.* — Москва: Наука, 1978. — 261 с.
4. *Методические указания по определению загрязняющих веществ в морских донных отложениях:* № 43. — Москва: Гидрометеиздат, 1979. — С. 40.
5. *Рекомендации по снижению влияния дноуглубительных работ и дампинга на качество водной среды.* — Мин. транспорта Украины, Государственный департамент морского и речного транспорта. — Одесса, 1996. — 43 с.
6. *Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях.* — Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. — 725 с.
7. *Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши.* — Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. — 532 с.
8. *Руководство по химическому анализу морских вод* РД 52. 10. 243-92. — Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1993. — 263 с.
9. *Таблицы растворимости кислорода в морской воде.* — Ленинград: Гидрометеиздат, 1976. — 195 с.
10. *Manual for geochemical analyses of marine sediments and suspended matter — Reference Methods for Marine Pollution Studies:* № 63. — IAEA: NEP/FAO/IOC, 1995. — P. 18 — 42.

**М. А. Берлінський<sup>1</sup>, Ю. І. Богатова<sup>2</sup>,  
В. І. Борулько<sup>1</sup>, Ю. М. Деньга<sup>1</sup>, Ю. І. Попов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Український Науковий центр  
екології моря Мінприроди України,  
Французький бульвар, 89, Одеса-9,  
65009, Україна

<sup>2</sup>ПП Дослідний центр “Ноосфера”,  
вул. Приморська, 31/1, Одеса-26,  
65026, Україна

## **МОНІТОРИНГ СТАНУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ДОННИХ ВІДКЛАДЕНЬ УЗМОР'Я ДУНАЮ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГЛИБОКОВОДНОГО СУДНОВОГО ХОДУ “ДУНАЙ — ЧОРНЕ МОРЕ”**

### **Резюме**

Результати моніторингу стану води та донних відкладень узмор'я Дунаю показали, що вплив днопоглиблення і складування ґрунтів обмежений районом днопоглиблення і розмірами морського підводного відвала. Концентрації забруднюючих речовин у відкладах гирлового бару річища Бистре за інтегральним показником відповідають природно-чистим і умовно чистим відкладам, складування яких у морі дозволене законодавством України.

**Ключові слова:** Бистрий, дельта, узмор'я Дунаю, судновий хід, моніторинг, завись, судноплавство.

**N. Berlinsky<sup>1</sup>, Yu. Bogatova<sup>2</sup>, V. Borulko<sup>1</sup>,  
Yu. Denjga<sup>1</sup>, Yu. Popov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ukrainian Scientific Center of Sea Ecology,  
Environment Ministry of Ukraine,  
89, Frantsuzsky bl.-vd., Odessa-9, 65009,  
Ukraine

<sup>2</sup>Research Center “Noosphera”, Priv. Enterprise,  
31/1 Primorskaya St., Odessa-26, 65026, Ukraine

## **MONITORING OF WATER AND BOTTOM SEDIMENTS WITHIN THE DANUBE MARINE MARGIN AREA DURING NAVIGATING WATER WAY “THE DANUBE — BLACK SEA” USING**

### **Summary**

The results of water and bottom sediments monitoring of the Danube coastal zone shown that dragging and dumping influence limited by sizes of dragging area and dumping area. Integral indicator of contamination concentrations in the bottom sediments in the Bystriy arm coastal zone correspond to naturally clean and tentative clean sediments. Dumping of this type of sediments is permitted according to Ukrainian laws.

**Key words:** Bystriy, delta, Marine margin, water-way, monitoring, suspension, navigation.

**Я. М. Біланчин**, канд. географ. наук, доц.,

**І. В. Свідерська**, студ.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

кафедра ґрунтознавства і географії ґрунтів,

вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

## ПРО КИСЛОТНІСТЬ ЧОРНОЗЕМНИХ ҐРУНТІВ ОСТРОВА ЗМІІНИЙ

Аналізуються результати вивчення речовинно-хімічного складу і властивостей чорноземних ґрунтів о. Зміїний, в числі яких показники кислотності основної характеристики. Висловлюється думка про визначальну роль у формуванні складу і властивостей острівних чорноземів та їх кислотності зокрема порід геологічної споруди острова (конгломератів, конглобрекцій, пісковиків) екстракислого силікатно-хімічного складу.

**Ключові слова:** острів Зміїний, чорноземні ґрунти, ґрунтова кислотність, хімічний склад порід.

### Вступ

Проведені нами вперше на о. Зміїний у 2003–2008 рр. ґрунтово-генетичні дослідження засвідчили специфічність як генетичної природи сформованих тут чорноземів, так і їх речовинно-хімічного складу і властивостей [1–3,8,9]. Процес чорноземуотворення на острові протікає на ділянках малопотужного кам'янисто-щебенюватого некарбонатного елювію чи елюво-делювію щільних порід кислого хімічного складу (конгломератів, конглобрекцій, пісковиків), рідше строкатоколірних глин під покривом степової різнотравно-злакової рослинності. Чорноземні ґрунти острова формуються в умовах практично постійного аерально-імпульверизаційного привносу солей з акваторії Чорного моря. Особливістю їх морфології є мала потужність профілю (належать до неповнорозвинених та короткопрофільних за потужністю гумусового горизонту  $H_q+H_{rq}$  до 25 і 25–45 см відповідно), некарбонатність, сильна щебенюватість, висока гумусованість, практична безструктурність при добре вираженій мікроагрегованості. Та зовсім непередбачуваною виявилась кислотність (а часто і сильна кислотність) ґрунтів острова, що не властиво типово чорноземним ґрунтам суходолу України. В рамках виконання у 2008–2009 рр. дослідження генетичної природи речовинно-хімічного складу і властивостей ґрунтів о. Зміїний нами були проведені аналітичні визначення показників кислотності чорноземів острова, результати яких і висвітлюються нижче.

### Об'єкти та методика дослідження

У відібраних ґрунтових зразках з генетичних горизонтів по профілю досліджуваних чорноземів неповнорозвинених і чорноземів короткопрофільних, поряд із загальноприйнятими лабораторними аналізами (грану-

лометричний склад, вміст гумусу, легкорозчинних солей, обмінно-поглинутих катіонів та живильних елементів), визначались наступні показники кислотності ґрунтів:

- реакція ґрунтового розчину (рН водний і рН сольової витяжки);
- кислотність обмінна за Дайкухара;
- алюміній рухомий (обмінний) за Соколовим;
- кислотність гідролітична за Каппеном.

### **Результати вивчення показників кислотності чорноземних ґрунтів острова та деякі міркування щодо її природи**

Подані у таблиці 1 результати виконаних лабораторно-аналітичних досліджень чорноземних ґрунтів о. Зміїний по суті ілюструють висловлену вище думку про специфічність (і навіть унікальність) їх речовинно-хімічного складу і властивостей, особливо зважаючи на аналітично фіксовану кислотність досліджуваних чорноземів острова. Так, рН водн. у верхніх горизонтах пересічної більшості досліджуваних ґрунтів в межах 5,0–6,0 з варіюванням від 4,6 до 6,1. Значення ж рН сольової витяжки у переважній більшості верхніх горизонтів цих ґрунтів у межах 4,0–5,5 з варіюванням від 3,4 до 6,0 і навіть 6,4–6,6 в умовах господарського окультурення. За цими показниками згідно з [7] переважна більшість ґрунтів острова характеризується кислою та сильнокислою реакцією. З глибиною по профілю ступінь кислотності зростає — у переважній більшості до сильнокислого рівня із значеннями рН водн. 4,0–4,5, а рН сол. 3,2–3,6. Це дає підстави висловити думку, що кислотність чорноземів острова у визначальній мірі обумовлена ґрунтоутворюючими та підстеляючими їх породами, точніше хімічним складом цих порід.

Практично ідентичними є результати визначення і потенційної кислотності чорноземів острова — як її обмінної, так і гідролітичної складової. Величина обмінної кислотності у верхніх горизонтах пересічно не висока (0,10–0,50 мекв/100 г ґрунту), що відповідає більш високим значенням в цих горизонтах рН сольової витяжки. Донизу по профілю ґрунтів значення обмінної кислотності суттєво, а часто й різко зростають, відповідно зменшенню значень рН сол. донизу по профілю, досягаючи максимуму в перехідному горизонті Н<sub>р</sub>q та в ґрунтоутворюючій породі. Якщо у верхніх горизонтах обмінна кислотність обумовлена головно Н-іонами, причому основним їх джерелом є, ймовірно, органічні кислоти включно з гумусовими [12, 15], то донизу — по мірі зменшення вмісту гумусу, суттєво, а часто й різко в обмінній кислотності зростає доля обмінного алюмінію (див. табл. 1). Очевидно, обмінні Al-іони тут досить інтенсивно витісняються із кристалічних решіток мінералів та гідроксидів при дії розчинів навіть нейтральних солей (наприклад KCl). Незвично висока в досліджуваних ґрунтах і гідролітична кислотність, значення якої співставимі хіба що із гідролітичною кислотністю сильнокислих бурих лісових ґрунтів Карпат [16, с. 154–155], що також утворились на продуктах вивітрювання кислих гірських порід. Абсолютні значення цієї форми потенційної кислотності

Таблиця 1

Деякі результати аналітичного дослідження ґрунтів о. Зміїний

Розріз, ґрунт	Генет. горизонт	Глибина, см	Скелет (>1мм), % від маси ґрунту	Час-ток <0,01 мм	Гумус		Σ солей, %	рН водн. рН сол.	Обмін. кислотність Al рухомий	Гідрол. кисл-сть	Σ поглин. основ	Na <sup>+</sup> поглин.	Ступінь насич. основ. ми, %
					% від маси дрібнозему (<1мм)	мекв/100 г ґрунту							
ОЗ-2, Ч <sub>н</sub>	Нq	6-16	71,5	15,6	14,86	0,093	4,65 3,45	0,86 0,76	29,43	17,71	2,02	37,6	
	Нrq	16-24	72,9	22,4	13,17	0,092	4,45 3,50	1,96 1,83	31,27	13,11	1,84	29,5	
	Phq	30-40	83,3	19,3	9,96	0,088	4,50 3,45	1,42 1,31	22,08	не визначались			
ОЗ-4, Ч <sub>к</sub>	Нq	10-20	73,6	36,1	8,23	0,090	5,95 5,10	0,10 0,04	8,50	27,04	1,10	76,1	
	Нq(Fs)	35-45	31,6	38,4	8,95	0,067	5,18 3,96	0,18 0,09	16,46	18,27	0,66	52,6	
	P(h)q	55-65	48,9	38,9	3,61	0,052	5,18 4,45	0,14 0,05	9,64	не визначались			
ОЗ-5а, Ч <sub>к</sub>	Нq	5-15	65,5	31,9	11,72	0,105	5,30 4,35	0,16 0,06	16,20	20,44	1,40	55,8	
	Нrq	25-35	65,8	25,8	8,35	0,081	5,48 4,25	0,16 0,07	15,42	21,51	1,89	58,2	
ОЗ-7, Ч <sub>к</sub>	Нq	7-17	70,0	20,3	13,17	0,087	5,15 4,30	0,26 0,18	23,21	26,36	1,59	53,2	
	Нrq	20-30	73,8	27,2	9,15	0,080	4,17 3,60	0,50 0,40	28,56	15,20	1,16	34,7	

Закінчення табл. 1

Розріз, ґрунт	Генет. горизонт	Глибина, см	Скелет (>1мм), % від маси ґрунту	Час-ток <0,01 мм		Гумус	Σ солей, %	рН водн. рН сол.	Обмін. кислотність Al рухомий	Гідрол. кислот-сть	Σ поглин. основ	Na <sup>+</sup> поглин.	Ступінь насич. основними, %
				% від маси дрібнозему (<1мм)	меқв/100 г ґрунту								
ОЗ-8, Ч <sub>к</sub>	Hq	3-13	59,9	14,7	14,12	0,069	4,58 4,05	0,50 0,38	24,88	31,59	1,16	55,9	
	Hrq	14-24	83,5	25,2	12,73	0,054	4,33 3,45	1,46 1,33	34,60	14,38	0,62	29,4	
	Phq	28-38	76,7	20,1	10,10	0,092	4,57 3,52	0,63 0,53	29,35	не визначались			
ОЗ-9, Ч <sub>н</sub>	Hq	5-12	64,0	21,0	8,51	0,136	5,70 4,95	0,18 0,00	6,48	25,06	0,90	79,4	
	Hrq	12-22	62,6	35,5	9,32	0,128	4,47 4,02	0,75 0,18	16,56	24,69	2,19	59,8	
	Phq	30-40	71,8	39,3	3,93	0,135	4,05 4,00	2,91 1,18	16,64	не визначались			
ОЗ-10, Ч <sub>к</sub>	Hq	11-21	78,8	18,1	11,88	0,166	6,08 5,50	0,09 0,01	6,22	36,12	1,20	85,3	
	Hrq	24-34	78,6	26,5	10,52	0,259	4,93 4,80	0,15 0,07	17,34	21,39	0,50	55,2	

\* Індекси ґрунтів: Ч<sub>н</sub> — чорнозем неповнорозвинений; Ч<sub>к</sub> — чорнозем короткопрофільний

у верхніх горизонтах змінюються від 3–6 до 9 мекв/100 г ґрунту в умовах кислої і слабокислої реакції до 23–29 мекв/100 г в умовах сильнокислої реакції (розрізи ОЗ-2, 7, 8 та ін.). Донизу по профілю досліджуваних ґрунтів величина гідролітичної кислотності зростає. Це однозначно наводить на думку, що основною причиною кислотності чорноземних ґрунтів острова є вихідні материнські породи, точніше їх кислий хімічний склад.

Для підтвердження чи заперечення цього висновку резонно звернутись до результатів визначення валово-хімічного складу горних порід острова. Такі дані нами запозичені із дисертаційної роботи О. К. Кацук [11] і подаються у наступній таблиці.

Таблиця 2

Результати силікатного аналізу порід о. Зміїний [за 11]

Зразок	Порода	Вміст елементів, %										
		Si	Ti	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K	P	Cr
12–5	Кварцит	96,0	0,07	1,16	0,82	0,01	0,04	0	0	0,31	0,01	0,02
12–11	Пісковик кварцитовий	95,6	0,08	2,28	0,49	0,01	0,2	0,1	0	0,5	0,11	0,02
12–8	Пісковик	97,5	0,05	1,05	1,55	0,01	0,07	0	0	0,17	0,06	0,02
13–12	Кварцит	98,3	0,05	0,74	0,04	0,01	0,08	0,09	0	0,24	0,09	0,02
13–1	Конгло- брекчія	97,1	0,04	0,86	0,53	0,01	0,02	0,38	0	0,11	0,58	0,02

Як засвідчують подані у таблиці дані силікатного аналізу, вміст кремнекислоти в геологічних породах острова досягає 96–98 % їх маси. За цим показником це супер- чи екстракислі породи, оскільки кислими вважаються [10, с. 144] породи уже із вмістом  $\text{SiO}_2$  більше 65 %. В той же час у валово-хімічному складі порід містяться у мізерній кількості, а часто й відсутні зовсім лужні та лужноземельні хімічні елементи. Так, повністю відсутній натрій, а часто і кальцій (зокрема у пісковиках). Фоновий вміст кальцію і магнію в породах на рівні сотих долей процента, причому вміст магнію зазвичай більший. Досить низький також валовий вміст у породах алюмінію та заліза. Вміст же фосфору, зокрема у конгломерато-брекчіях, на яких головно й утворюються ґрунти острова, децю підвищений.

Головний висновок за результатами валово-хімічного аналізу порід геологічної основи острова як вихідної материнської породи для ґрунтоутворення: на таких кислих чи екстракислих породах, згідно із вітчизняною теорією ґрунтоутворення [5, 12, 15 та ін.] формуються виключно кислі та сильнокислі ґрунти. Для прикладу:

- на кислих породах різної генези тайгово-лісової зони Північної Європи та Східноєвропейської рівнини сформувались кислі та сильнокислі ґрунти підзолистого типу ґрунтоутворення [4, 5 та ін.];

- це буроземи гірсько-лісового поясу Карпат на елювії та елюво-делювії кислих гірських порід з екстракислою як актуальною, так і потенційною кислотністю [6, 16];

– аналогічна кисла реакція характерна для червоноземів, жовтоземів та червоно-жовтих фералітних ґрунтів вологолісових областей субтропічних і екваторіально-тропічних широт Землі на кислих фералітних корах вивірювання [4, 5];

– це кислі чорноземовидні ґрунти на некарбонатних (кислих) породах під високотравними преріями суббореального поясу Північної Америки й Східної Азії та червоно-чорні ґрунти субтропічних прерій Північної і Південної Америки на фералітизованих кислих породах [4, 5].

Можна продовжувати перелік прикладів обумовленості кислотності ґрунтів кислим валово-хімічним складом ґрунтоутворюючих порід. Цікавим у цьому плані буде відомий із ґрунтознавчо-географічної літератури [4, 5, 16] наступний факт: у Західній і Центральній Європі та Криму, поряд з буроземами із кислою реакцією ґрунтового середовища на кислих материнських породах, широко зустрічаються буроземи на основних і навіть карбонатних породах із слаболужною і навіть лужною реакцією ґрунтового середовища.

Враховуючи викладені вище приклади суттєвої залежності кислотності основних властивостей ґрунтів від хімізму ґрунтоутворюючих порід та зважаючи на екстракислий хімічний склад порід о. Зміїний, стає очевидним, що ґрунтоутворюючі породи в нашому випадку визначають специфіку речовинно-хімічного складу і властивостей чорноземів острова, в тому числі й незвично високу їх кислотність, що посилюється з глибиною по профілю. Практично ідентичну думку висловлює відомий ландшафтознавець В. М. Пащенко у недавно виданій монографії “Острів Зміїний. Природа...”: *силікатний* (хімічно кислий. — Я. Б.) склад порід острова обумовлює належність самих цих порід і сформованих на них ландшафтних комплексів до класу *кислих ландшафтів* [13, с. 55]. До цього висновку Володимира Михайловича явно напрошується наш додаток про *належність* і сформованих на цих породах *ґрунтів* як важливого компоненту ландшафтних комплексів острова *до класу кислих*.

Із навчальної літератури [12, 15] відомо, що кисла реакція водних чи солевих витяжок із ґрунтів зумовлена наявністю в них іонів водню і алюмінію. Джерелом Н-іонів, згідно з В. А. Черновим [17], є органічні кислоти, які утворились при розкладанні і гуміфікації органічних решток, чи інші органічні сполуки, які включають кислі функціональні групи. В малогумусованих горизонтах кислих ґрунтів (підзолистих, підзолів, буроземів, червоноземів) обмінна кислотність практично повністю обумовлена обмінними Al-іонами. В гумусових же горизонтах у формуванні кислотності приймають участь як Al-, так і Н-іони. В цих горизонтах водневий іон переважає над алюмінієм, чи навіть Al-іони відсутні зовсім. Аналогічна ситуація, як засвідчують дані табл. 1, простежується і в ґрунтах о. Зміїний: у верхніх горизонтах їх кислотність обумовлена головню Н-іонами, донизу по профілю — по мірі зменшення вмісту гумусу, у величині кислотності ґрунтів суттєво зростає доля обмінного алюмінію.

Ще одним джерелом Н-іонів у ґрунтах, а відповідно й їх кислотності, як встановлено дослідженнями А. В. Петербурзького і Д. А. Сабініної [14]

та І. М. Гоголева [6], можуть бути продукти виділень активних коренів рослин. Встановлено, що поступання живильних речовин і елементів на поверхню кореневих волосків представляє собою обмінно-адсорбційний процес. Адсорбуючи іони живильних елементів, рослини виділяють в оточуюче середовище еквівалентну кількість інших іонів відповідного заряду. Основним “обмінним фондом” рослин, за рахунок якого вони отримують необхідні для росту і розвитку катіони, є іони водню (протони), а за необхідні їм аніони віддають у прикореневе середовище аніони органічних низькомолекулярних кислот та  $\text{HCO}_3^-$ -іони. За підрахунками І. М. Гоголева [6], на створення 1 г органічної речовини трав’янисті рослини поглинають від 0,95 до 2,00 мекв. катіонів, а отже стільки ж протонів  $\text{H}^+$  десорбують у ґрунт. Ці дані показують, яка велика кількість вільних іонів водню може надходити із коренів трав у ґрунт. І вірогідно, суттєвим джерелом  $\text{H}^+$ -іонів у верхніх горизонтах ґрунтів острова можуть бути кислі виділення активного коріння степової трав’янистої рослинності, однак це питання потребує подальшого дослідження.

Джерелом  $\text{Al}^3+$ -іонів (рухомого алюмінію), в ґрунтах як “носія” їх кислотності, згідно з [6, 12] є алюміній кристалічних решіток мінералів і несилікатних форм гідроокисів. Перехід алюмінію у рухому форму може бути наслідком процесу інактивації  $\text{H}^+$ -іонів, яка полягає у проникненні  $\text{H}^+$ -іонів у кристалічні решітки первинних і вторинних мінералів, що було констатовано І. М. Гоголевим для умов Карпат як процес протолізу мінералів [6]. При цьому мінерали переходять у нестійкий (метастабільний) стан, а наявний в них алюміній може легко витіснятися у ґрунтовий розчин і бути причиною кислотності цих ґрунтів.

## Висновки

1. Унікально-специфічними для чорноземних ґрунтів о. Зміїний є показники їх кислотності. Практично на всій території острова ґрунти характеризуються кислою реакцією. Причому донизу по профілю величина як актуальної, так і потенційної кислотності досліджуваних ґрунтів зростає.

2. Джерелами  $\text{H}^+$ -іонів в чорноземних ґрунтах острова, на нашу думку, є органічні кислоти і кислі продукти виділень активних коренів рослин. Вірогідним джерелом рухомого алюмінію в ґрунтах може бути алюміній кристалічних решіток первинних і вторинних мінералів, що знаходяться на різних стадіях протолізу (необмінного поглинання  $\text{H}^+$ -іонів), в результаті чого наявний в них алюміній може витіснятися у ґрунтовий розчин і бути першопричиною кислотності цих ґрунтів.

3. За результатами проведених досліджень чорноземних ґрунтів острова висловлюється думка про визначальну роль у формуванні їх речовинно-хімічного складу і властивостей та кислотності зокрема вихідних материнських порід геологічної споруди острова, точніше екстракислого силікатно-хімічного складу цих порід.

## Література

1. Біланчин Я. М., Жанталай П. І., Тортик М. Й., Медінець В. І. Умови та процеси ґрунтоутворення на острові Зміїний // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. Екологія. — 2005. — Т. 10. — Вип. 4. — С. 50–55.
2. Біланчин Я. М., Жанталай П. І., Тортик М. Й., Буяновський А. О. Ґрунти острова Зміїний: морфологія, літологія, засоленість // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. Екологія. — 2005. — Т. 10. — Вип. 4. — С. 56–65.
3. Біланчин Я. М., Жанталай П. І., Тортик М. Й., Буяновський А. О. Умови формування та генетичні особливості ґрунтів острова Зміїний // Причорноморський екологічний бюлетень. — 2006. — № 3–4. — Частина перша. — С. 89–101.
4. Глазовская М. А. Почвы зарубежных стран: География почв и сельскохозяйственное использование. — М: Мысль, 1975. — 351 с.
5. Глазовская М. А., Геннадиев А. Н. География почв с основами почвоведения: Учебник. — М: Изд-во Моск. ун-та, 1995. — 400 с.
6. Гоголев И. Н. Бурные горно-лесные почвы Советских Карпат: Дис. ... д-ра сельскохозяйственных наук. — Львов: ЛГУ, 1965. — 484 с.
7. Гордієнко В. П., Недвіга М. В., Осадчий О. С., Осінній М. Г. Основи ґрунтознавства і землеробства: Підручник. — К.: Фенікс, 2000. — 390 с.
8. Звіт про результати виконання науково-технічної роботи “Вивчити процеси острівного ґрунтоутворення та провести картографування і оцінку стану ґрунтів о. Зміїний (ЗМ/334-2008)”.  
1 етап. Дослідження сутності і специфіки процесів ґрунтоутворення в умовах о. Зміїний. Генетико-морфологічне вивчення ґрунтів і ґрунтового покриву острова (проміжний). — ОНУ імені І. І. Мечникова, 2008. — 29 с.
9. Звіт про результати виконання науково-технічної роботи “Вивчити процеси острівного ґрунтоутворення та провести картографування і оцінку стану ґрунтів о. Зміїний (ЗМ/334-2008)”.  
2 етап. Дослідження генетичної природи речовинно-хімічного складу і властивостей ґрунтів о. Зміїний (проміжний). — ОНУ імені І. І. Мечникова, 2008. — 55 с.
10. Зелінський І. П., Крижанівська І. М. Загальна геологія: Курс лекцій. — Одеса: Астропринт, 2001. — 168с.
11. Кацук О. К. Литология и метаморфизм складчатого фундамента Скифской плиты в пределах Украинского Черноморья: Дис. ... канд. геол. наук. — Одесса: ОГУ, 1997. — 141 с.
12. Орлов Д. С. Химия почв: Учебник. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. — 376 с.
13. Пащенко В. М. Острів Зміїний. Природа, мешканці, землеустрій: Монографія. — К.: НДІГК, 2008. — 140 с.: 307 іл.
14. Петербургский В. А. Агрохимия физиология питания растений. — М.: Россельхозиздат, 1970. — 334 с.
15. Почвоведение: Учебник для ун-тов: В 2 ч. / Под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. — Ч. 1. Почва и почвообразование. — М.: Высш. школа, 1988. — 400 с.
16. Природа Украинской ССР. Почвы / Н. Б. Вернандер, И. Н. Гоголев и др. — К.: Наук. думка, 1986. — 216 с.
17. Чернов В. А. О природе почвенной кислотности. — М: Изд-во АН СССР, 1947. — 186 с.

**Я. М. Біланчин, І. В. Свідерская**

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
кафедра почвоведения и географии почв,  
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

## **О КИСЛОТНОСТИ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ОСТРОВА ЗМЕИНЫЙ**

### **Резюме**

Анализируются результаты изучения вещественно-химического состава и свойств черноземных почв о. Змеиный, в числе которых показатели кислотно-основной характеристики. Высказывается мнение об определяющей роли в формировании состава и свойств островных черноземов и их кислотности, в частности пород геологического сооружения острова (конгломератов, конглобрекчий, песчаников) экстракислого силикатно-химического состава.

**Ключевые слова:** остров Змеиный, черноземные почвы, почвенная кислотность, химический состав пород.

**Ya. M. Bilanchyn, I. V. Sviderska**

Odessa Mechnikov National University,  
Department of Soil Science and Soil Geography,  
Dvorianskaya St., 2, Odessa, 65082, Ukraine

## **ABOUT ACIDITY OF ZMIINY ISLAND CHORNOZEM SOILS**

### **Summary**

Results of substantive and chemical investigation of Zmiiny island chornozem soils as well as their peculiarities, based on acid characteristics, are analyzed. Opinion is expressed about a main role of geological island construction (conglomerates, conglobrectias, sand rock) and extra-acid silicate composition in forming consistence and peculiarities of island chornozems and their acidity.

**Key words:** Zmiiny island, chornozem soils, soil acidity, chemical rock composition.

**Я. М. Біланчин**, канд. географ. наук, доц., **А. О. Буяновський**, асп.,  
**І. В. Свідерська**, студ., **М. Й. Тортик**, канд. географ. наук, доц.  
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
кафедра ґрунтознавства і географії ґрунтів,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

## БІОМАСА СТЕПОВИХ ФІТОЦЕНОЗІВ ТА ҐРУНТИ РІЗНИХ ГЕОМОРФОГЕННО-ГІПСОМЕТРИЧНИХ РІВНІВ (ЗОН) ПОВЕРХНІ ОСТРОВА ЗМІІНИЙ

Приводяться результати визначення біомаси степових фітоценозів та морфолого-генетичного дослідження ґрунтів різних геоморфогенно-гіпсометричних рівнів (зон) острова Зміїний. Встановлена визначальна роль зволоження у забезпеченості життєдіяльності степової рослинності острова та формуванні її біомаси, а в значній мірі й потужності профілів сформованих тут ґрунтів. **Ключові слова:** острів Зміїний, степова рослинність, надземна фітомаса, дернина (підстилка), біомаса коріння, ґрунти.

### Вступ

Проведені нами вперше на о. Зміїний, починаючи з 2003 року, дослідження ґрунтів і ґрунтового покриву [3] засвідчили, що в своєрідних природно-екологічних умовах на ділянках малопотужного кам'янисто-щебенюватого елювію чи елюво-делювію між виходами на поверхню щільних скельних порід під покривом степової різнотравно-злакової рослинності тут протікає процес специфічного острівного чорноземутворення. Особливістю чорноземних ґрунтів острова є мала потужність профілю (належать до неповнорозвинених та короткопрофільних за потужністю гумусового горизонту  $H_q + H_{r_q}$  до 25 см і 25–45 см відповідно), некарбонатність, сильна щебенюватість, висока гумусність (до 12–15 % гумусу в горизонті  $H_q$ ), практична безструктурність, кислотність, а часто і сильна кислотність ґрунтового середовища. У формуванні цих унікально-специфічних особливостей речовинно-хімічного складу і властивостей чорноземних ґрунтів острова суттєва роль, безумовно, належить степовій рослинності, яка на більшій частині його території збереглась практично у незайманому стані (не коситься, не випасається). В числі значимих біочинників ґрунтоутворення — це в першу чергу загальна біомаса степових ценозів та зокрема надземна фітомаса, біомаса коріння, маса опаду надземної рослинності та її коріння, яка зосереджена головню у горизонті дернини (підстилки [за 2,6]), органічні кислоти та кислі продукти прижиттєвих виділень активних коренів рослин. Однак, в літературі відсутня будь-яка інформація щодо кількісної оцінки біомаси степових ценозів та прижиттєвих кореневих виділень трав'яної рослинності острова. Відома хіба що достатньо повна характеристика видового складу флори острова [1].

Зважаючи на викладене вище, у другій декаді липня 2009 р. нами вперше проведено спряжене вивчення біомаси степових фітоценозів та ґрунтів острова в розрізі геоморфогенно-гіпсометричних рівнів (зон) поверхні острова [за 4]. При цьому відзначимо, що липень — це період депресії у розвитку степової рослинності після найбільш біопродуктивного весняно-ранньолітнього періоду її розвитку [6, с. 12].

### **Об'єкти та методика досліджень**

Спряжені фітоценотичні та ґрунтові дослідження на о. Зміїний нами проведені на 9 ключових станціях в межах 4 геоморфогенно-гіпсометричних рівнів (зон) його поверхні (див. табл. 1). В залежності від геоморфогенно-гіпсометричного рівня і місцеположення в межах території острова ключові станції різняться умовами природного зволоження та потужністю ґрунтово-підґрунтової товщі. Виразними в умовах острова є експозиційні відмінності схилів і частин його території, зумовлені головно впливом кліматичних чинників. Згідно з [5], західна частина острова та схили західної експозиції приймають найбільшу кількість опадів — мало не половину їх суми, у північній частині острова краще зберігається волога у ґрунтах. В результаті атмосферно краще зволожені західна і північна частини острова та схили відповідних експозицій (ключові станції ОЗ-18,19,20). На них краще розвинений ґрунтово-рослинний покрив, особливо на виположених делювіально-акумулятивних підніжжях схилів (ОЗ-17) та днищах ерозійних улоговин у північно-західно-схиловій частині острова (ОЗ-21). Східна і південна частини території острова та схили відповідних експозицій атмосферно звожуються недостатньо (ключові станції ОЗ-13,14,16), ґрунтово-рослинний покрив розвинений тут суттєво гірше порівняно із західною і північною частинами території острова. Однак, на виположених делювіально-акумулятивних шлейфах у підніжжях схилів і тут зволоження оцінюється як оптимальне (ОЗ-15) за рахунок поступання додаткової вологи з поверхневим і підґрунтовим стоком із гіпсометрично вищих вершинно-вододільного і привододільно-схилових рівнів території острова.

Визначення біомаси степових фітоценозів на ключових станціях проведено згідно із вітчизняними методичними рекомендаціями і посібниками [2, 6, 7]. Визначена надземна фітомаса з цьогорічними засохлими частинами рослин; маса степової повсті та дернини (підстилки) — нерозкладених та в різній мірі розкладених, а часто й оторфованих залишків трав'яної рослинності, що лежать на поверхні ґрунту (горизонт  $H_0$  ґрунтового профілю) і густо переплетені живим корінням трав. По профілю відкритих на ключових станціях ґрунтових розрізів був проведений облік біомаси коріння трав'яної рослинності.

Таблиця 1

Загальні відомості про ключові станції фітоценотично-ґрунтових досліджень

Ключові станції та закладені ґрунтові розрізи	Місцезоложення, рельєф	Абс. висота, м	Оцінка зволоження	Загальна характеристика рослинного покриву	Висота травостою, см: <i>середня</i> межі варіювання	Тип ґрунту*	Нижня межа профілю ґрунту та об'єму кореневої біомаси, см
<b>Геоморфогенно-гіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільних плато і приводільних пологих схилів</b>							
03-14-09	Південна частина вододільного плато, слабій ухил південної експозиції	37	Атмосферне, недостатнє	Добре сформований, домінують свиновий пальчастий, ячмінь мишачий, грабельки звичайні, мальва та ін.	<u>30</u> 25-33	Чк	39
03-19-09	Північна частина вододільного плато	38	Атмосферне, з децю більшою кількістю опадів	Потужна високотравна степова рослинність із домінуванням пірїю лучного	<u>84</u> 74-87	Чн	38
<b>Геоморфогенно-гіпсометричний рівень (зона) схилівих місцевостей ухилом до 3-5°</b>							
03-13-09	Східна частина острова, схил східної експозиції	24	Атмосферне, недостатнє	Рослинний покрив гірший порівняно із вододільним плато. Домінують у травостой свиновий пальчастий, астра, хандрила ситникова	<u>25</u> 23-30	Чн слабовмістий	32

Продовження табл. 1

Ключові станції та закладені ґрунтові розрізи	Місцезаляження, рельєф	Абс. висота, м	Оцінка зволяження	Загальна характеристика рослинного покриву	Висота травостою, см: <i>середня</i> межі варіювання	Тип ґрунту*	Нижня межа профілю ґрунту та обліку кореневої біомаси, см
ОЗ-16-09	Південна частина острова, схил південної експозиції	28–29	Атмосферне, недовостатнє	Травостій розріджений, домінують свинорій пальчастий, анізанта покрівельна, хандріла ситникова, грабельки звичайні	25–22–40	Чл слабозмитий	34
ОЗ-20-09	Північна частина острова, схил північної експозиції	32–33	Атмосферне, з децю більшою кількістю опадів	Потужна високоотравна степова рослинність із домінуванням злакових-пірий лучний, війник, свинорій пальчастий	84–74–87	Чк	38
ОЗ-21-09	Північна схилова частина острова. Днище ерозійної улоговини структурно-тектонічного заляження відносно глибиною 2–3 м	30	Оптимальне за рахунок децю більшої кількості атмосферних опадів та поступання вологи з поверхневим і підґрунтовим стоком	Багата високоотравна рослинність із домінуванням злакових — війник, пірий лучний, свинорій пальчастий	72–60–95	Чл намитий	74

Продовження табл. 1

Ключові станції та закладені ґрунтові розрізи	Місцезнаходження, рельєф	Абс. висота, м	Оцінка зволоження	Загальна характеристика рослинного покриву	Висота травостою, см: <i>середня</i> межі варіювання	Тип ґрунту*	Нижня межа профілю ґрунту та обліку кореневої біомаси, см
<b>Геоморфогенно-гісометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних місцевостей у підніжжях схилів</b>							
ОЗ-15-09	Південно-східна частина острова, вилітаний шлейф у підніжжі схилу	25–26	Оптимальне за рахунок поступання вологи з поверхневим і підґрунтовым стоком	Потужна лучно-степова рослинність із домінуванням злакових — пірій лучний, свинорій палчастий, війник	<u>44</u> 38–53	Чк	52
ОЗ-17-09	Західна частина острова, виположена шлейфово-аккумулятивна смуга у підніжжі схилу	28–29	Атмосферне, з децю більшою кількістю опадів	Високотравна степова рослинність, антропогенно децю змінена із домінуванням злакових — пірій лучний, ячмінь мишачий	<u>85</u> 76–100	Чк	51
<b>Геоморфогенно-гісометричний рівень (зона) давніх морських терас</b>							
ОЗ-18-09	Північно-західна вилітано-рівнинна частина острова	26	Атмосферне, з децю більшою кількістю опадів	Рослинність у середньому стані, антропогенно децю змінена із домінуванням злакових — свинорій палчастий, фестука валійська	<u>25</u> 17–33	Чн	29

\* Індекси ґрунтів: Чн — чорнозем неповнорозвинений; Чк — чорнозем короткопрофільний; Чл — лучно-чорноземний

## Результати досліджень та їх попередній аналіз

Результати визначення біомаси степових фітоценозів о. Зміїний на 9 ключових станціях у розрізі різних геоморфогенно-гіпсометричних рівнів (зон) його поверхні наведені у табл. 2. Уже попередній аналіз одержаних нами матеріалів з усією очевидністю засвідчує визначальну роль зволоження у забезпеченості життєдіяльності степової рослинності острова та формуванні її біомаси. Так, в умовах недостатнього атмосферного зволоження, що характерно для східної і південної частин острова та тутешніх схилів відповідної експозиції (ключові станції ОЗ-13,14,16), наведена надземна фітомаса мінімальна — лише 37–38 ц/га в межах схилових місцевостей і 68 ц/га на вершинно-вододільній станції ОЗ-14. Більш висока фітомаса в останньому випадку, крім рівнинності поверхні, може бути зумовлена й потужнішим профілем сформованих тут чорноземних ґрунтів. Відносно невелика у східній і південній частині острова маса степової повсті з дерниною на поверхні ґрунту — всього 102 ц/га на ОЗ-13 і 174-175 ц/га на станціях ОЗ-14 і 16.

Таблиця 2

### Результати визначення біомаси степових фітоценозів о. Зміїний

Ключові станції	Надземна фітомаса та цьогорічні засохлі частини рослин, ц/га	Біомаса коріння		Надземна фітомаса + біомаса коріння, ц/га	Степова повість + дернина (підстилка)		
		Заг. маса, ц/га	Осн. маса (%) зосереджена у верхньому горизонті ґрунту до глибини (см)		Товщина горизонту, см	Візуальна характеристика [за 8]	Маса, ц/га
<i>Геоморфогенно-гіпсометричний рівень (зона) вершинно-вододільного плато і привододільних пологих схилів</i>							
ОЗ-14-09	68	26	96 % до 18 см	94	2–3	пухкого зложення, злегка сира	175
ОЗ-19-09	199	19	90 % до 16 см	218	3–5	пухкого зложення, злегка сира, локально слабо оторф'яніла	649
<i>Геоморфогенно-гіпсометричний рівень (зона) схилових місцевостей ухилом до 3–5°</i>							
ОЗ-13-09	38	48	86 % до 14 см	86	2–4	пухкого зложення, сира(після дощу), слабо оторф'яніла	102
ОЗ-16-09	37	57	96 % до 17 см	94	2–3	пухкого зложення, суха	174

*Продовження табл. 2*

Ключові станції	Надземна фітомаса та цьогорічні захоплені частини рослин, ц/га	Біомаса коріння		Надземна фітомаса + біомаса коріння, ц/га	Степова повсть + дернина (підстилка)		
		Заг. маса, ц/га	Осн. маса (%) зосереджена у верхньому горизонті ґрунту до глибини (см)		Товщина горизонту, см	Візуальна характеристика [за 8]	Маса, ц/га
ОЗ-20-09	134	63	95 % до 25 см	197	4	пухкого зложення, з ознаками слабого оторф'яніння	468
ОЗ-21-09	215	75	92 % до 54 см	290	5–6	пухкого зложення, злегка сира, в нижній частині оторф'яніла	468
<b><i>Геоморфогенно-гіпсометричний рівень (зона) делювіально-аккумулятивних місцевостей у підніжжях схилів</i></b>							
ОЗ-15-09	194	203	98 % до 33 см	397	6–7	пухкого зложення, сира, оторф'яніла	766
ОЗ-17-09	86	21	83 % до 18 см	107	3–5	пухкого зложення, ознаки антропогенної змінності	201
<b><i>Геоморфогенно-гіпсометричний рівень (зона) давніх морських терас</i></b>							
ОЗ-18-09	43	42	75 % до 12 см	85	2–4	пухкого зложення, суха	215

В умовах же експозиційно кращого атмосферного зволоження західної і північної частин острова суттєво зростає величина наведеної надземної фітомаси порівняно із східною і південною частинами території. Так, на станції ОЗ-19, що у північній частині вершинно-вододільного плато, надземна фітомаса на рівні 200 ц/га, неподалік на схилі північної експозиції становить 134 ц/га (станція ОЗ-20), що у 3–4 рази більше, ніж на схилах східної і південної експозицій. Різко збільшується тут і маса поверхневої степової повсті + дернини (підстилки) — відповідно до 649 і 468 ц/га. При цьому відмітимо, що за умови навіть слабкої антропогенної змінності поверхні і рослинного покриву надземна фітомаса суттєво зменшується, що можна ілюструвати на прикладі станцій ОЗ-17 і 18. Так, в умовах навіть слабого антропогенного пресу на ділянці ОЗ-17 надземна фітомаса зменшується до 86 ц/га, а на станції ОЗ-18, що в безпосередній близькості від вертолітного майданчику і метеопоста — до 43 ц/га. При цьому також сут-

тво зменшується маса поверхневої степової повсті і дернини (підсилки) — до 201 і 215 ц/га відповідно.

Найкращі же умови для життєдіяльності рослинності і формування фітомаси склалися на острові на гіпсометрично низьких позиціях, де оптимальніші умови зволоження забезпечуються за рахунок поступання вологи з поверхневим і підґрунтовим стоком із гіпсометрично вищих позицій, як наприклад на ключових станціях ОЗ-15 і 21. Перша знаходиться на вислополюванні шлейфі у підніжжі схилу східної експозиції, друга — на днищі ерозійної улоговини структурно-тектонічного заложення у північній частині острова. Наведена надземна фітомаса на цих станціях досягає 194 і 215 ц/га відповідно, а маса поверхневої повсті + дернини (підсилки) — аж 766 і 468 ц/га. Причому, підстилка тут постійно у вологому стані, оторф'яніла у середньому і нижньому шарах залягання.

Цікаві результати визначення біомаси коріння степової трав'яної рослинності острова. Нагадаємо, що в навчальній ґрунтознавчо-географічній літературі декларується теза про те, що більша частина біомаси степових і сухостепових ценозів зосереджена у кореневій системі. За результатами же проведеного нами обліку маси коріння трав'яної рослинності на о. Зміїний (див. табл. 2) у переважній більшості випадків біомаса коріння рослин менша надземної фітомаси. Особливо різко це виражено в степових фітоценозах вершинно-вододільного плато, де маса коріння трав у 3–10 разів менша надземної фітомаси. Можливі причини цього — короткопрофільність ґрунтів острова та висока їх щербистість-кам'янистість, що зростає донизу по профілю, і безумовно є перешкодою для формування потужної кореневої системи степової рослинності. В результаті на більшій частині території острова до 85-95 % маси коренів зосереджено у верхньому періодично зволожуваному і порівняно менше щербисто-кам'янистому гумусово-акумулятивному горизонті Н<sub>q</sub> до глибини всього 15–25 см. Причому потужність горизонту максимального вмісту коренів прямо залежить від загальної потужності ґрунтового профілю: чим більша потужність останнього, тим більша і потужність максимально кореневмісного горизонту. Виразно це ілюструється на прикладі ключових станцій ОЗ-15 і 21. Так, на ОЗ-21, що закладена на днищі ерозійної улоговини з потужною 74 см ґрунтово-підґрунтово пролюво-делювіальною суглинковою товщею, загальна маса рослинних коренів досягає 75 ц/га (наведена надземна фітомаса тут 215 ц/га), а потужність максимально кореневмісного (до 92 %) горизонту 54 см, в той час як на більшій частині території острова потужність кореневмісного горизонту складає лише 15 (навіть 12) — 18 см.

## **Висновки**

1. Проведене нами вперше на острові Зміїний спряжене вивчення біомаси степових фітоценозів та сформованих тут ґрунтів показало, що рослинний та ґрунтовий покрив на більшій частині його території та зоні загальнозоологічного заказника зокрема збереглися практично у незайма-

ному стані. При цьому виявлені суттєві відмінності умов формування фітоценозів та ґрунтів у залежності від геоморфогенно-гіпсометричного рівня (зони) поверхні та експозиційних відмінностей схилів місцевостей і частин території острова.

2. Встановлена визначальна роль зволоження у забезпеченості життєдіяльності степової рослинності та формуванні її біомаси, а в значній мірі й товщині профілю сформованих тут ґрунтів. Найбільш біопродуктивними є фітоценози західної і північної частин острова, що вирізняються дещо більшою кількістю атмосферних опадів, виположених делювіально-аккумулятивних шлейфів у підніжжях схилів та днищ ерозійних улоговин у північній частині острова, куди поступає додаткова волога з поверхневим і підґрунтовим стоком з гіпсометрично вищих геоморфогенних рівнів (зон) острова.

3. За результатами проведеного нами обліку маси коріння степової трав'яної рослинності на острові у переважній більшості випадків біомаса коріння рослин менша надземної фітомаси, що не властиво для фітоценозів степової і сухостепової зон. Можливі причини цього — короткопрофільність ґрунтів острова та висока їх щербистість-кам'янистість, що зростає донизу по профілю, і безумовно є перешкодою для формування потужної кореневої системи степової рослинності. В результаті на більшій частині території острова до 85–95 % маси коренів зосереджено у верхньому періодично зволожуваному і порівняно менше щербисто-кам'янистому гумусово-аккумулятивному горизонті Hq до глибини всього 15–25 см.

4. Особливістю ґрунтово-рослинного покриву острова є висока маса степової повсті + дернини (підстилки) — нерозкладених та в різній мірі розкладених, а часто й оторф'янілих залишків трав'яної рослинності, що лежать на поверхні ґрунту, — від 100–200 до 500–700 ц/га в залежності від умов зволоження. Безумовно, це один із важливих чинників острівного ґрунто-(точніше чорноземо-)утворення та формування високогумусно-аккумулятивних горизонтів у верхній частині ґрунтового профілю.

5. Наші дослідження засвідчили суттєве зменшення біомаси степових ценозів острова в умовах антропогенного впливу та змінності. При цьому зменшується як надземна і коренева маса рослин, так і особливо суттєво маса поверхневої дернини (підстилки). В умовах же інтенсивної антропогенної змінності-перетвореності поверхні об'єктами забудови, господарської інфраструктури та військового призначення частіше констатується практично повна деградація як фітоценозів, так в значній мірі й сформованих тут ґрунтів.

Насамкінець автори висловлюють щире вдячність доценту кафедри ботаніки нашого університету Т. В. Васильевій за допомогу у визначенні видового складу трав'яної рослинності ключових станцій наших досліджень.

## Література

1. Васильева Т. В., Коваленко С. Г., Паузер Е. Б. Флора острова Змеиный // Вісн. Одес. нац. ун-ту. Сер. Екологія. — 2005. — Т. 10. — Вип. 4. — С. 66–72.
2. Гришина Л. А., Самойлова Е. М. Учет биомассы и химический анализ растений: Учеб. пособие. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1971. — 100 с.
3. Звіт про результати виконання науково-технічної роботи “Вивчити процеси острівного ґрунтоутворення та провести картографування і оцінку стану ґрунтів о. Зміїний (ЗМ/334-2008)”.  
1 етап. Дослідження сутності і специфіки процесів ґрунтоутворення в умовах о. Зміїний. Генетико-морфологічне вивчення ґрунтів і ґрунтового покриву острова (проміжний). — ОНУ імені І. І. Мечникова, 2008. — 29 с.
4. Звіт про результати виконання науково-технічної роботи “Вивчити процеси острівного ґрунтоутворення та провести картографування і оцінку стану ґрунтів о. Зміїний (ЗМ/334-2008)”.  
3 етап. Адаптивне опробування методики ґрунтового знімання в умовах о. Зміїний. Зонування території острова за станом ґрунтового покриву і видами використання (проміжний). — ОНУ імені І. І. Мечникова, 2009. — 36 с.
5. Пащенко В. М. Острів Зміїний. Природа, мешканці, землеустрій: Монографія. — К.: НДІГК, 2008. — 140 с.: 307 іл.
6. Титлянова А. А. Изучение биологического круговорота в биогеоценозах: Методическое руководство. — Новосибирск: СО АН СССР, 1971. — 32 с.
7. Юдин Ф. А. Методика агрохимических исследований: Учебник. — М.: Колос, 1980. — 366 с.
8. Якість ґрунту. Спрощений опис ґрунту (ISO 11259:1998, ІДТ). ДСТУ ISO 11259:2004. Видання офіційне. — К.: ДСТУ, 2006. — 28 с.

**Я. М. Біланчин, А. А. Буяновський, І. В. Свідерська, Н. І. Тортик**  
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
кафедра почвоведения и географии почв,  
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

## **БИОМАССА СТЕПНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ И ПОЧВЫ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОМОРФОГЕННО-ГИПСОМЕТРИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ (ЗОН) ПОВЕРХНОСТИ ОСТРОВА ЗМЕИНЫЙ**

### **Резюме**

Приводятся результаты определения биомассы степных фитоценозов и морфолого-генетического исследования почв различных геоморфогенно-гипсометрических уровней (зон) острова Змеиный. Установлена определяющая роль увлажнения в обеспеченности жизнедеятельности степной растительности острова и формировании ее биомассы, а в значительной мере и мощности профилей сформировавшихся здесь почв.

**Ключевые слова:** остров Змеиный, степная растительность, наземная фитомасса, дернина (подстилка), биомасса корней, почвы.

**Ya. M. Bilanchyn, A. A. Buyanovskiy, I. V. Sviderska, N. I. Tortik**

Odessa Mechnikov National University,  
Department of Soil Science and Soil Geography,  
Dvorianskaya St., 2, Odessa, 65082, Ukraine

**STEPPE PHITOCOENOSIS BIOMASS AND DIFFERENT  
MORPHOGENIC AND GIPSUMETRICAL LEVELS (ZONES) OF ZMIINY  
ISLAND SURFACE SOILS**

**Summary**

Results of steppe phitocoenosis biomass exploration and morphologic investigation of different morphogenic and gipsumetrical levels (zones) of Zmiiny island soils are depicted. Prominent role of moistening for vital functioning and biomass forming of steppe vegetation, as well as for formed here soil solid profiles, is shown.

**Key words:** Zmiiny island, steppe vegetation, surface fitomass, turf (litter), root biomass, soils

**Г. В. Выхованец**, доктор географ. наук, профессор  
кафедра физической географии и природопользования,  
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова  
ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

## ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ БЕРЕГОВ И ДНА ЛИМАНОВ ТУЗЛОВСКОЙ ГРУППЫ НА ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

В природоохранных проработках по сохранению ландшафтного разнообразия не учитываются берега лиманов. Однако береговая зона лиманов характеризуется широким распространением абразионных и аккумулятивных форм рельефа. Косы и пересыпи являются субстратом, на котором поселяется растительность и животные. Зачастую они являются единственным убежищем для эндемичных и краснокнижных видов.

**Ключевые слова:** лиман, коса, пересыпь, наносы, абразия, колебания уровня, волна.

### Введение

Лиманы Тузовской группы представляют собой молодые приморские озера голоценового возраста. К ним относятся Бурнас, Шаганы, Алибей, Мал. Сасык, Джентшей, Сасык (Кундук). Их площадь составляет 396 км, в том числе Бурнас — 23 км<sup>2</sup>, Алибей — 98 км<sup>2</sup>, Шаганы — 71 км<sup>2</sup>, Сасык — 204,8 км<sup>2</sup>. Глубина их не превышает 3,5 м, преобладает в основном до 1,5 м. Они всегда были объектом активного природопользования и сейчас остаются таковыми (рис. 1). В них вылавливалась рыба, добывалась соль, пелоиды (лечебные грязи) и рапа использовалась в лечебных целях и в фармацевтической промышленности и др. Однако в последние годы, в связи с изменениями в стране социально-экономических условий, природопользование стало нерациональным, наносящим вред лиманной природной системе на побережье Черного моря. Потребовалась новая научно-исследовательская информация, которая бы предотвратила новые риски для структуры и качества природы лиманов. К такой информации относится и та, которая получена на основании новейших геоморфологических исследований берегов и дна лиманов. В этой связи тема данной статьи является актуальной.

Соответственно, целью работы является анализ физико-географических условий формирования берегов и дна лиманов, которые расположены между м. Бурнас и Жебриянской бухтой на побережье Черного моря. Для достижения этой цели нужно решить такие основные задачи: а) проанализировать имеющуюся информацию о природе лиманов; б) выполнить комплексные натурные полевые исследования лиманов; в) выполнить вещественный анализ наносов, слагающих косы и пересыпи в лиманах;

г) проанализировать гидрометеорологический режим побережья в местах расположения лиманов.



Рис. 1. Схема географического местоположения изученных лиманов из группы Тузловских лиманов (показаны черной стрелкой) на северо-западном побережье Черного моря

Решение этих задач будет существенно совершенствовать теорию лимнологии, той ее части, которая изучает приморские озера. Значит, статья имеет теоретическое значение. Несомненно, что новая, более совершенная географическая информация будет использоваться для оптимального природопользования, которое не подорвет качество природных ресурсов и не нарушит структуру природной системы лиманов. Поэтому статья имеет также и практическое значение. Объектом исследований являются лиманы Тузловской группы на северо-западном побережье Черного моря, а в качестве предмета исследований выступает анализ ряда физико-географических явлений, ранее не исследованных или исследованных недостаточно полно. Тема статьи разрабатывается давно и имеет богатую историю исследований.

### **Материалы и методы исследования**

Для написания данной статьи были использованы материалы длительных стационарных исследований на северо-западном побережье Черного моря. Основные положения методики исследования морских и лиманных берегов изложены в работах автора [3, 4, 16, 17]. В основу эмпирических исследований положены методы наблюдения, измерения, картографирова-

ния и сравнения промерно-грунтовых и нивелировочных профилей. Также проводились эксперименты на стационарных участках по исследованию эоловых процессов на поверхности песчаных аккумулятивных форм прибрежно-морского рельефа в течение всех сезонов года и отдельных штормовых ситуаций. Полученный исходный материал был подвергнут систематизации, анализу и синтезу, моделированию. Широко применялись исторический метод и системный подход в процессе анализа полученной информации.

### **Обсуждение и анализ материалов исследования**

*Краткая история возникновения лиманов.* Возникновение лиманов на побережье Черного моря обусловлено тектоническим строением, первичным расчленением коренного рельефа и геологической историей развития Азово-Черноморского бассейна в неоген-четвертичного время. В ходе развития Средиземноморского геосинклинального (складчатого) пояса здесь заложилась серия тектонических разломов, разделяющих Русскую (Восточно-Европейскую) платформу и складчатый геосинклинальный пояс [11, 10, 12]. По этим разломам края Русской платформы и Скифской плиты были прогнуты и опущены на значительную глубину. Сформировавшиеся прогибы заполнились мощной толщей рыхлых пород, которые сnivelировали неровности фундамента. Так возникли обширные равнины, окаймляющие с севера Черное и Азовское моря. На равнинных участках зародились строго определенные типы берегов [15].

Разрывные нарушения испытывал также и осадочный чехол. Горные породы в пределах разломов характеризуются повышенной выветрелостью, трещиноватостью, интенсивной миграцией минеральных растворов. Именно к этим разломам водные потоки приурочили свои русла. Так возникла речная и овражно-балочная сеть. По своему характеру реки были равнинными. Особой активности русловые процессы пришлось на ледниковый период, сильнее всего — в фазу таяния щитовых и горных ледников. Преобладала боковая эрозия, приведшая к образованию широких долин, особенно в нижнем течении. В ходе таяния ледников уровень Мирового океана поднимался, происходили трансгрессии морских вод в сформировавшиеся широкие долины. Так возникли крупные ингрессионные заливы, с террасированными склонами, узкие, относительно глубокие и вытянутые вдоль линии разломов. На подводном склоне оказались затопленными аллювиально-делювиальные и лимногенные отложения, в основном рыхлые. В их составе преобладали наносы волнового поля [7, 8, 17]. По мере трансгрессивного роста уровня моря массы рыхлых и слабосцементированных отложений входили в соприкосновение с уровнем моря и подвергались волновой переработке. Размываемые толщи рыхлых отложений послужили основным источником наносов для питания береговой зоны. Пройдя механическую дезинтеграцию и волновую дифференциацию, они вовлекались во вдольбереговое перемещение и стали тем осадочным материалом, из которого сформировались пересыпи и косы [7, 17, 18].

Относительная стабилизация уровня Черного моря привела к вхождению пересыпей и кос в обычный современный режим динамики. Сохранность их обеспечивалась природным конвейером, действующим в береговой зоне. В общем виде его можно представить так. Наносы, поступающие из разных источников, вовлекались в прибрежно-морскую дифференциацию, и одновременно — во вдольбереговое и поперечное перемещение. С подводного склона они малоразрушенными волнами и прибойным потоком поставлялись на пляжи, а оттуда в ветропесчаном потоке перемещались вглубь аккумулятивных форм и в лиманы, наращивая тыльную сторону пересыпей. Такой механизм, несмотря на общее отступление береговой линии, предохранил аккумулятивные формы от размыва и деградации [3, 4, 17]. Выработался механизм самосохранения пересыпей лиманов, баров и кос. После того, как ингрессионные заливы отчленились от моря барами и косами, превратившись в полигенные пересыпи, они предстали в виде лиманов, соответственно определению этого термина [5, 15, 20]. С этого времени развитие берегов и дна лиманов пошло по иному пути.

Если открытые ингрессионные заливы и их берега развивались в основном под влиянием морских гидрологических факторов, то после появления косы, а затем и пересыпи, произошло резкое изменение факторов влияния. Морские факторы стали воздействовать на морскую сторону пересыпей и кос, фактически перестали влиять на дно и берега лиманов, включая и тыльную (лиманную) сторону пересыпей. В зависимости от ширины пересыпи появился еще и третий фактор — эоловый, приуроченный к средней части аккумулятивной формы [17]. Если ширина пересыпи превышает 200–250 м на разных участках, то к эоловому фактору добавились еще литологический, ботанический, гидрогеологический и др. Чем шире является пересыпь, тем сильнее проявление неволновых факторов, действующих одновременно в комплексе. Если же в лиман впадает крупная река, то к перечисленным факторам добавляется речной гидрологический фактор.

**Развитие берегов лиманов.** Лиманы Тузловской группы, в отличие от других в северной части Черного моря, характеризуются тем, что в них впадают мелководные, часто пересыхающие реки, отсутствуют постоянные прорывы и, как следствие, — развит слабый водообмен с морем. Поэтому количество воды в чаше лимана определяется в основном фильтрацией воды из моря через тело пересыпи, штормовым переплескиванием морской воды в лиман и притоком грунтовых вод. Такая частичная изоляция лиманов от моря определила иной характер водообмена лиманов с морем, иную циркуляцию вод, в сравнении с открытыми лиманами. Во время ветроштормовых ситуаций вся водная толща в лиманах приходит в движение и перемещается в направлении действия ветров. В итоге формируется нагон вод: то ли у коренных абразионных берегов лимана, то ли вдоль пересыпи, в зависимости от направления действия ветра. Во время действия высоких нагонных уровней происходит не только затопление ветровых осушек, обводнение (смачивание) нижней части клифа, но и волновое воздействие на него. Так как берега всех лиманов сложены однородной лессовой суг-

линистой толщей (рис. 2), то влияние нагонов и волн на их разрушение одинаково по всему периметру лиманов. Соответственно, устанавливаются скорости разрушения берегов в общем одного порядка [17].

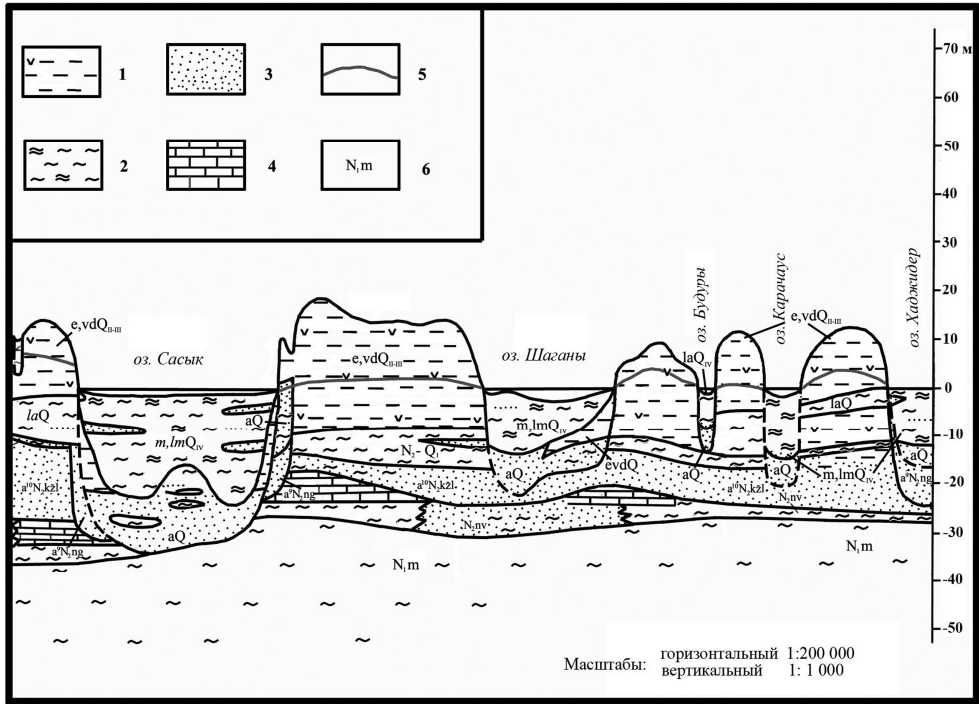


Рис. 2. Геологический профиль вдоль берега Черного моря на участке “Жебрианская бухта— м. Бурнас”. Горные породы: 1 — лессовидные суглинки; 2 — лиманные илы; 3 — аллювиальные, прибрежно-морские и лиманные пески; 4 — неогеновые ракушечные известняки; 5 — линия, показывающая выше уровня моря на водоразделах и ниже уровня моря на дно лиманов; 6 — индексы возраста горных пород (Q — антропоген; N — неоген)

В голоцене, на ранних стадиях развития лиманов их береговая линия повторяла форму долин рек и крупных балок. В соответствии с законами рефракции, концентрация волновой энергии происходила в первую очередь у выступов берега. Это способствовало более быстрому их разрушению, в сравнении с выровненными участками глинистого берега. Одновременно с разрушением мысов шло отчленение аккумулятивными телами (террасами, внутрилиманскими пересыпями и косами) вершин оврагов и балок. В результате эти процессы привели к общему выравниванию берегов лиманов (например, лиман Шаганы). А так как волновое влияние было от всех сторон горизонта, то со временем лиманы приобрели округлую форму или близкую к ней. Хотя следует отметить, что влияние контура долины продолжает сказываться на контуре некоторых лиманов, особенно Сасыка и Бурнаса.

Скорости размыва лиманных берегов и дна на разных этапах их развития были разными. Вначале, как только была подвергнута затоплению долина реки, глубины были относительно большими, особенно в приустьевой области. Во время штормов волны, проникающие в залив из моря, слабо трансформировались, волновое воздействие было сильным как на дно так и берега. В вершинной части залива берега разрушались под совместным воздействием волн и волновых нагонов, а также сопутствующих им течений. Здесь скорости разрушения берегов были максимальными. По флангам залива у выровненных берегов величина нагона была небольшой и берега разрушались, в основном, под воздействием волн и волновых течений. Лиманные волны были значительно меньше тех волн, которые приходили с открытого моря, их энергия была значительно меньше и, следовательно, скорости разрушения берегов были меньше. На этой стадии развития лиманов шло увеличение их площади за счет расширения вершинной и устьевой областей.

По мере роста аккумулятивных кос, отгораживающих лиманы от моря, доступ в лиман морских волн уменьшался и разрушение берегов происходило все больше под влиянием лиманных гидрологических факторов, обладающих гораздо меньшим энергетическим потенциалом. В итоге скорости разрушения внутренних лиманных берегов замедлились. Если учесть, что в голоцене общие физико-географические условия воздушной циркуляции не меняли своей внутригодовой и многолетней ритмики, то, следовательно, и тогда преобладали сильные ветры и волнения от северной и восточной стороны горизонта. Максимальное волновое воздействие приходилось на южный и западный (правый) берег лиманов. Ветры этих направлений одновременно прижимали струю стокового течения нагонных вод к правому берегу [2, 6]. В этот период расширение лиманов шло за счет абразии правого и левого берегов.

Современные скорости разрушения берегов лиманов изучались на примере Бурнаса и Сасыка (Кундука). Здесь по всему периметру лиманов были заложены стационарные участки, на которых велись повторные топографические съемки (рис. 3). Выполнялись и другие виды работ. Как видно из рис. 4, абразионные берега представлены в основном абразионно-обвальными клифами. В зависимости от физико-механических свойств пород на берегах, обвалы могут сопровождаться дроблением обвалившегося блока или его сохранением (рис. 4). От этого зависят скорости абразии.

Современные скорости абразионного отступления берегов сравнительно небольшие — 0,1–0,3 м/год на лимане Бурнас. На Сасыке Ю. А. Амброз<sup>1</sup> обнаружила более высокие скорости — до 0,7 м/год. На лимане Шаганы они были оценены по косвенным признакам — до 0,3–0,5 м/год. Наименьшие скорости присущи берегам Будакского лимана (около 0,1–0,2 м/год). Полученные скорости абразии сопоставимы с таковыми для других участков берегов Черного моря, развивающихся в аналогичных условиях. Но повсеместно развиты абразионно-обвальные клифы (рис. 4). Интенсивнее

<sup>1</sup> Устное сообщение.

всего берега разрушаются там, где действуют наибольшие длины разгонов наиболее часто повторяющихся штормовых волн. На лимане Бурнас самые высокие скорости зафиксированы в пос. Тузлы, где берег открыт воздействию сильных южных и восточных волнений. К тому же хозяйственная деятельность в поселке способствует дополнительному обводнению берегов, что еще сильнее снижает их прочностные характеристики. Клифы разрушаются по всему периметру лиманов, о чем свидетельствуют шлейфы свежих обрушившихся пород и сползшие к подножию ряды деревьев, возрастом до 30–50 лет.

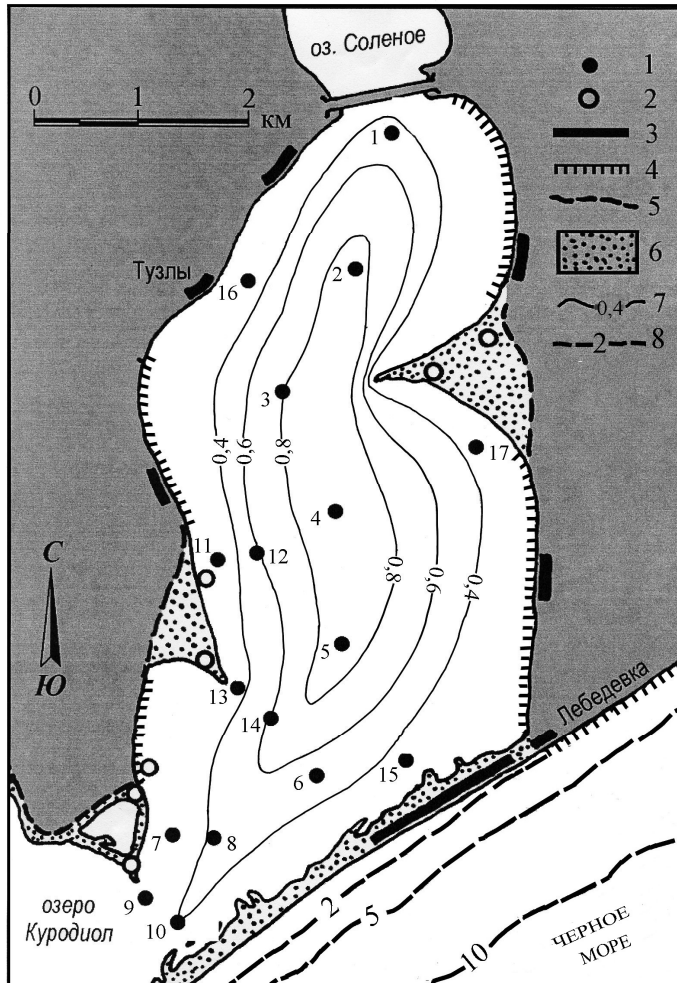


Рис. 3. Схема расположения берегов лимана Бурнас на побережье Черного моря. Условные обозначения: 1 — гидрологические станции в лимане; 2 — точки отбора проб наносов; 3 — стационарные участки по наблюдению за процессами абразии; 4 — активные клифы; 5 — отмершие клифы на берегу; 6 — береговые аккумулятивные формы; 7 — изолинии глубин в лимане; 8 — изолинии глубин в море [2, 6]

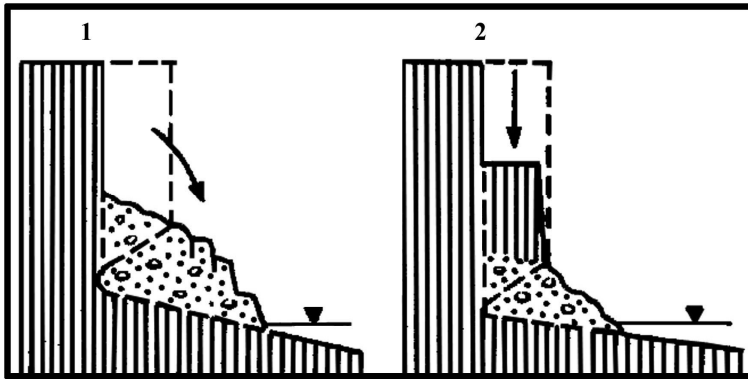


Рис. 4. Абразионно-обвальные клифы, характерные для берегов лиманов Тузловской группы на северо-западном побережье Черного моря: 1 — обвал клифа сопровождается дроблением осадочных пород; 2 — обвал сопровождается сохранением блока породы и ее частичным дроблением (по Ю. Д. Шуйскому)

Механизм разрушения клифов такой же, как и на очень отмелых морских берегах, в частности, на Черном, Балтийском, Средиземном морях [14]. Главным движущим фактором разрушения является волнение в лиманах. Во время штормовых ситуаций у коренных берегов происходит ветровой нагонный подъем уровня, что приводит к смачиванию нижней части клифа. При смачивании глинистые породы набухают и теряют свою прочность, разделяясь на отдельные агрегаты. Поэтому достаточно даже невысоких лиманных волн, чтобы произошел их размыв и обрушение [6]. Пляжи у подножья клифа отсутствуют по причине низкого содержания наносов волнового поля в коренных породах, питающих наносами лиманы. Хотя на более крупных лиманах (Днестровский, Сасык) мелкие пляжи имеются.

**Развитие дна лиманов.** В развитии не только берегов, но и дна лиманов тоже следует выделить два этапа — до закрытия и после закрытия лиманов аккумулятивными телами (косами и пересыпями). На стадии залива дно лиманов испытывало интенсивный промывной режим. Порождаемые волнами прибрежно-морские течения и стоковые нагонных и речных вод, в благоприятных условиях, суммируясь, достигали значительной величины, достаточной для перемещения влекомых и взвешенных наносов. В результате наносы, поступающие от абразии клифов и подводного склона, постоянно вымывались течениями из залива. Скорости осадконакопления были незначительными. Преобладали в основном процессы размыва подводного склона. Наибольшие скорости были приурочены к струе стокового течения, формирующего обширную ложбину стока. Так как струя стокового течения постоянно смещалась, в зависимости от штормовой ситуации, то и ширина ложбины стока постепенно увеличивалась и, таким образом, увеличивалась общая глубина лиманов.

Неравномерность размыва дна лиманов четко прослеживается на рис. 5. Здесь на поперечном профиле четко выражены две абразионные террасы

(современная и древняя) с отметками поверхности  $-0,37$  м и  $-0,75$  м. Современная терраса находится еще в стадии формирования. Ее ширина составляет всего лишь 5 м, а контур полностью повторяет контур подводного склона. С поверхности она прикрыта наилком, мощностью 5–6 см. Более древняя терраса перекрыта слоем плотного ила, мощностью 0,25–0,30 см. Он сnivelировал неровности коренного рельефа. Ширина террасы равна 16 м. На ранней стадии формирования (примерно до половины ширины) она характеризовалась относительно равномерным врезом в дно лимана. Затем скорости размыва начали постепенно снижаться, очевидно, по причине изменения режима ветро-волновой энергии. Произошло, вероятнее всего, усиление ветро-волновой энергии от южной стороны горизонта, и правый (южный) берег оказался в ветровой тени. Скорости размыва подводного склона замедлились примерно в 2 раза, в сравнении с первой фазой выработки абразионной террасы. Одновременно активизировались скорости абразии у левого берега лимана.

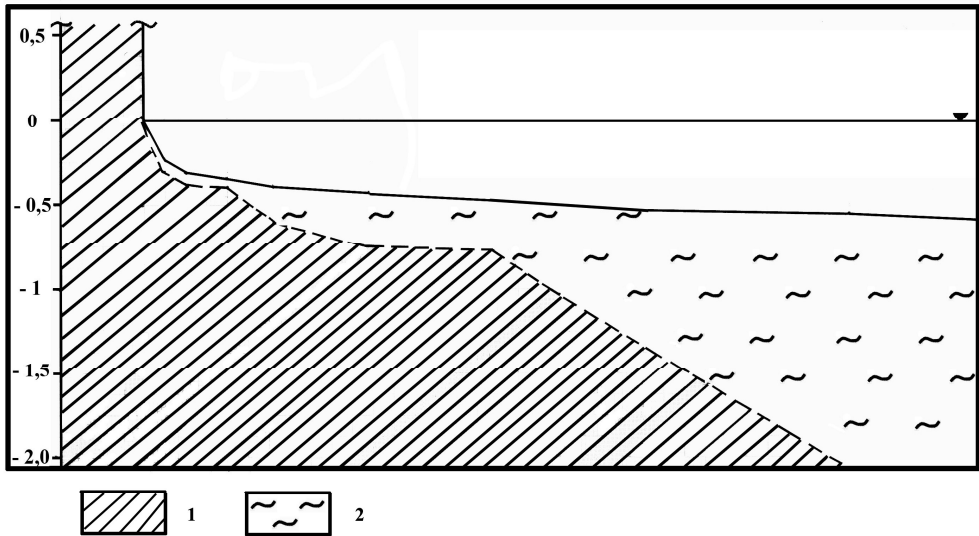


Рис. 5. Геологический разрез на дне лимана Бурнас к югу от Тузловской косы, абразионный участок (глубины в метрах). Породы: 1 — легкие суглинки; 2 — лиманные илы, с включениями раковинного детрита

Развитие дна лиманов после их закрытия пересыпью пошло по иному пути. На этой стадии развития основным рельефообразующим фактором стали лиманные волны и порождаемые ими течения, а также сгонно-нагонные колебания уровня. Обломочный материал, поступающий в лиман от абразии клифов и бенчей, полностью оставался в лиманах и заполнял их чаши. Началось обмеление лиманов и уменьшение глубин. Несмотря на то, что во время волнений в движение приходила вся водная толща от поверхности до дна, скорости размыва подводного склона замедлились, так как бенч был укрыт достаточно мощным слоем ила. Источником наносов,

поступающих в лиман, постепенно становились в основном клифы и биогенные поступления. Таким образом, чисто абразионная фаза морфогенеза начала преобразовываться в аккумулятивную. Скорости осадконакопления колеблются в зависимости от скорости разрушения берегов. В разрезах на осушках четко прослеживается чередование ракушечных и илистых отложений, что свидетельствует о неоднозначности скоростей разрушения берегов и поступления илистых наносов в акваторию лиманов. В периоды усиления энергии ветро-волнового режима активизируются сгонно-нагонные колебания уровня, увеличиваются скорости разрушения берегов, растет мутность воды и создаются неблагоприятные условия для проживания моллюсков на дне лимана, а их биомасса снижается. В это время на дне накапливаются в основном илистые и мелкоалевритовые частицы. В периоды затухания штормовой активности создаются благоприятные условия для жизнедеятельности моллюсков, растет их биомасса и количество биогенного материала резко возрастает в составе донных отложений.

Автором была предпринята попытка оценки скоростей осадконакопления на примере лимана Бурнас. Повторные съемки на стационарных участках, расположенных по всей периферии лимана, показали, что на разных участках скорости абразии колеблются от 0,1 до 0,3 м/год, но на большинстве участков они равны 0,15 м/год (рис. 3). Если принять в расчет, что средняя скорость абразии равна 0,15 м/год, а средняя высота клифов 10 м, то ежегодно в лиман может поступить 18375,0 м<sup>3</sup>/год наносов, а с учетом площади дна величина осадконакопления равна 0,8 мм/год в среднем по всей акватории лимана. Полученная величина осадконакопления сопоставима с таковыми в других лиманах и мелких глубоко вдающихся в сушу заливах (например [10]).

**Условия формирования аккумулятивных форм в лиманах.** Лиманы Тузловской группы характеризуются широким распространением аккумулятивных форм прибрежно-морского генезиса — в основном это косы и пересыпи. Косы характерны для Бурнасского и Сасыкского лиманов. Они являются самыми крупными аккумулятивными телами, несмотря на то, что Бурнасский лиман самый малый среди группы этих лиманов. Условия формирования аккумулятивных форм в лиманах несколько отличаются от таковых на открытом морском берегу. Существует несколько причин, обуславливающих это отличие, но основными являются запасы ветро-волновой энергии, запасы наносов волнового поля и контур береговой линии.

Согласно опубликованным данным [1, 9, 13], ветровой режим над всей северо-западной частью Черного моря и прилегающим побережьем характеризуется однородностью. Поэтому существенной разницы в направлении и продолжительности штормовых ветров над морем и лиманом нет. Существенно отличаются длины разгона волн и уклоны подводного склона. Лиманы Тузловской группы мелкие (глубины до 2,5 м), небольшие по площади и имеют форму близкую округлой. Длины разгона волн одинаковы откуда бы ни подул ветер. Волны возникают одновременно по всей акватории лимана с началом действия ветра и затухают сразу же после его прекращения. В таких условиях во время штормовых ветров (более

10 м/с) вся водная толща и верхний слой наносов приходят в движение и перемещаются по всей акватории лимана в направлении действия ветра, но особенно интенсивно — в прибойной зоне. В результате формируются небольшие по мощности и протяженности вдольбереговые потоки наносов. В соответствии с источниками питания, получили развитие илесто-гравийные потоки наносов. Гравийные фракции представлены целыми и битыми створками ракуши (в основном *Cardium edule*).

Механизм формирования аккумулятивных форм такой же, как и на морском берегу [7]. На ранних стадиях развития береговой линии лиманов аккумулятивные формы начали формироваться там, где береговая линия резко меняла направление. Прежде всего, это были входы во вторичные заливы. Вначале формировались косы, которые со временем превратились в пересыпи. В частности, в лимане Шаганы так возникли пересыпи озер Соленого, Магилевского, Будуры и Мартаза. Размеры пересыпей небольшие: максимальная ширина и высота соответственно равны до 40–45 м и до 0,50–0,60 м. Периодически эти пересыпи прорываются паводковыми и сгонно-нагонными водами, и тогда вновь возобновляется их связь с лиманом.

Лиманы Шаганы, Алибей и Бурнас разделены между собой подводными и надводными косами, которые образовались у выступов коренного берега наносами из вдольберегового потока (рис. 3). Их соединению с противоположным берегом (пересыпью) мешают частые сгонно-нагонные колебания уровня в лиманах, порождающие сильные течения (скорости  $\geq 1$  м/с). Особенно сильные они бывают вдоль тыльной стороны той пересыпи, которая отчленяет эти лиманы от моря.

Более сложное строение имеют аккумулятивные формы в Бурнасском лимане (рис. 6). Они образовались как при преобладающем одностороннем перемещении наносов, так и при двухстороннем. Типичными косами-стрелками, имеющими двухстороннее питание, являются Базарьянская и Курудиольская косы, но механизм их формирования является разным.

**Косы в лимане Бурнас.** Основываясь на изложенных закономерностях развития берегов Тузовских лиманов, обратимся к анализу кос в Бурнасе.

**Базарьянская коса** возникла у выровненного берега, где уравниваются миграции наносов вдоль берега от северной и южной сторон горизонта (рис. 6 в). Из рис. (рис. 7) видно, что скорость ветра по всем направлениям практически одинакова, а по повторяемости резко выделяется северное и южное направления, причем, по величине они практически равнозначны. Поэтому миграции наносов, вызванные штормами как от северной, так и от южной сторон горизонта, тоже будут равнозначными. В результате, выросшие навстречу друг другу косы соединились и замкнули между собой небольшую лагуну.

Базарьянская коса по всем параметрам значительно превосходит другие косы, размещенные на правом (западном) берегу (рис. 6а,б). Она асимметрична, южный ее фланг шире (40–75 м) и выше (1,00–1,25 м) в сравнении с северным. Ширина северного фланга составляет 25–27 м, а высота — 0,70–0,90 м. Самой широкой частью косы является место сопряжения северной и южной кос. Здесь ее ширина достигает 75–90 м. Увеличение ширины

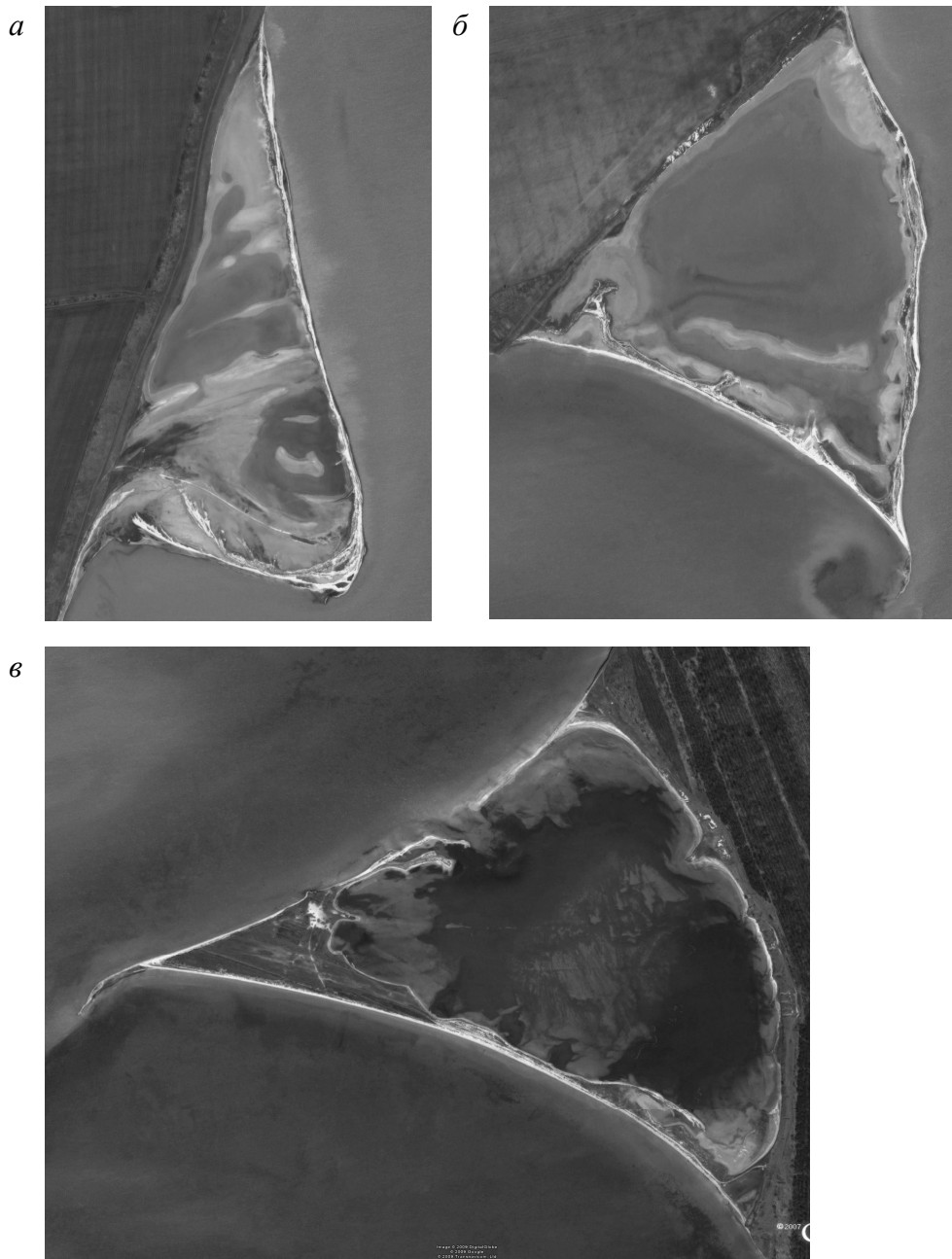


Рис. 6. Спутниковые фото кос внутри лимана Бурнас: *a* — коса к югу от пос. Тузлы; *б* — коса между лиманами Курудиол и Бурнас; *в* — коса между Базарьянкой и Лебедевкой. На косах сохранился рисунок береговых валов

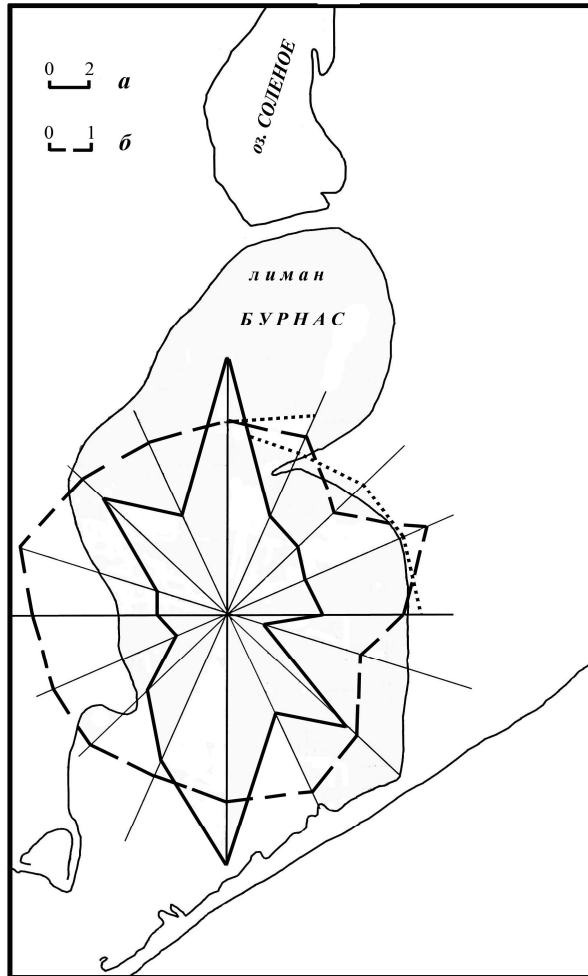


Рис. 7. Наложенные розы повторяемости (а) и скорости (б) ветра над поверхностью лимана Бурнас по данным метеорологического поста “Базарьянка”. Точками показаны руководящие сектора горизонта

косы не повлияло на ее высоту и она здесь равна 0,65–0,80 м, как и на других участках косы и на других аккумулятивных формах в лиманах. Объем наносов, заключенных в косах в разных ее частях, колеблется от 4,24 м<sup>3</sup>/м (оголовок косы) до 47,80 м<sup>3</sup>/м (в месте сопряжения северной и южной кос).

Морфологическое строение южной части Базарьянской косы сложное. Здесь на поперечном профиле четко прослеживается несколько генераций кос, которые по мере роста косы разворачивались в южном направлении. Все они срезаются северной частью косы, которая мигрирует тоже в южном направлении (рис. 6 в). Сформировавшиеся генерации маркируют разные стадии развития кос после верхнеголоценовой стабилизации уровня моря

и лимана. В зависимости от направления штормов, коса у корневой части периодически прорывается, и тогда в лагуну из лимана поступает вода. Наиболее динамичной частью косы является ее дистальный оголовок, который от шторма к шторму отклоняется то к северу, то к югу.

*Курудиольская коса*, разделяющая лиманы Алибей и Бурнас, в настоящее время выглядит как коса-стрелка, но образовалась она из двух кос, возникших там, где береговая линия резко меняет свое направление (рис. 6б). Поэтому на ранних этапах развития лиманных берегов они росли как типичные косы в условиях одностороннего питания. Косы постепенно выдвигались в лиман Курудиол, и направление простираения их береговой линии совпадало с направлением коренного берега. В какой-то момент времени они достигли друг друга и стали развиваться уже как единое аккумулятивное тело. Дальнейшему их выдвигению в лиман мешает мощная струя сгонно-нагонного течения, которое денивелирует уровень соседних лиманов Бурнас и Шаганы.

Так же, как и Базарьянская, эта коса асимметрична. Ее Бурнасская (левая) ветвь шире (33,0–48,0 м) и мощнее (7,88–10,12 м<sup>3</sup>/м), чем Шаганская (правая) ветвь. Размеры Шаганской ветви косы соответственно равны: ширина 17,5–33,0 м и объем наносов 4,40–5,90 м<sup>3</sup>/м. В то же время высота обеих ветвей косы мало отличается и в наиболее высокой части достигает 0,37–0,40 м. Заключенная между ветвями косы лагуна периодически высыхает. Ее дно лежит выше уровня воды в лимане. Во время сильных штормов от северо-востока и юго-востока коса прорывается в разных местах. Тогда внутренняя лагуна пополняется водой.

*Тузловская коса*, расположенная южнее пос. Тузла, является типичной косой [7]. Она сформировалась в условиях преобладания одностороннего (от северной стороны горизонта) перемещения наносов на участке, где береговая линия резко меняет свое направление. Изменение экспозиции берега по отношению к преобладающему волнению привело к падению наносодвижущей способности волн, и наносы начали аккумулироваться в волновой тени за выступом берега (рис. 6а).

Коса выдвинута в лиман на 1,25 км и отгораживает небольшой залив от остальной части лимана. Ширина косы, как и везде в лиманах, небольшая. На разных участках она изменяется от 20 до 40 м. Поперечный профиль асимметричный, тыльная сторона более пологая (уклон 0,20–0,46), равномерно снижающаяся в сторону залива. Фронтальная сторона косы более крутая (уклон 0,48–0,56), с четкой маркировкой приурезовых валов разных уровней. Общая высота косы достигает 0,6–0,8 м над уровнем лимана. Эта высота больше, чем, например, у Базарьянской косы. Причина кроется в том, что Тузловская коса открыта более сильным и продолжительным волнениям от северо-востока и востока. Поэтому нагоны здесь выше, а волновой заплеск сильнее.

Волнения противоположного направления (от южной стороны горизонта) вдоль коренного берега и тыльной стороны косы перемещают наносы в залив и там формируют вторичные аккумулятивные формы. Небольшие косы и переймы отчленяют небольшие лагунки, которые со временем вы-

сыхают и превращаются в обширные ветровые осушки. По мере выдвижения косы в лиман и удлинения залива в нем формировались новые косы и сейчас насчитывается несколько генераций аккумулятивных образований (рис. 6а).

В заключение хочу поблагодарить Ю. Д. Шуйского, А. А. Стояна, Л. В. Гыжко, А. А. Гыжко, П. С. Вержбицкого за помощь, оказанную при выполнении полевых и камеральных исследований.

## Выводы

1. В развитии дна и берегов лиманов выделяется два периода. Первый охватывает время от начала трансгрессии морских вод в устьевые области рек до их отчленения от моря пересыпью (стадия залива). В течение этого периода преобладала абразионная фаза морфогенеза. Второй период охватывает время от закрытия лимана до настоящего времени (стадия лимана). На этом отрезке времени ведущая роль принадлежит аккумулятивной фазе морфогенеза.

2. Лиманы представляют собой приморские озера как результат взаимодействия исходного расчленения побережья (эрозионного), с одной стороны, а с другой — общего трансгрессивного повышения уровня Черного моря в голоцене. В итоге каждый лиман заполнил эрозионную депрессию в устьях рек, отчленился от моря пересыпями или косами, приобрел специфические гидрохимические и гидробиологические черты вод. В этой связи выделяется три структурных элемента: а) чаша лимана, которая сейчас образует их дно и берега; б) пересыпь как результат литодинамического взаимодействия моря и лимана и влияния вдольберегового потока наносов; в) водная толща.

3. Несмотря на небольшую глубину и площадь лиманов, скорости абразии их берегов высокие и соизмеримы с таковыми в отмелях и глубоко вдающихся в сушу заливах Черного моря. На разных участках берегов скорости абразии составляют от 0,10 до 0,35 м/год. Механизм разрушения берегов такой же, как и на открытом морском берегу. Основным фактором абразии выступают кратковременные сгонно-нагонные колебания уровня воды и дезинтеграция глинистых пород во время их смачивания водой.

4. Образовавшийся осадочный материал является доминирующим в осадконакоплении в чаше лимана. При этом средняя скорость осадконакопления составляют 0,8 мм/год в течение последних столетий. В отдельные годы возможны отклонения от приведенного среднего как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения.

5. В лиманах широко распространены аккумулятивные формы рельефа — косы и пересыпи. Механизм их формирования такой же, как и на открытых морских берегах. В соответствии с гидродинамическим режимом в лиманах размеры (ширина, высота и объем заключенных в них наносов) аккумулятивных форм небольшие. Практически полностью они сложены илом, ракушей и ракушечным детритом.

6. Согласно источникам питания наносами береговой зоны лиманов здесь развиты илесто-ракушечные потоки наносов небольшой мощности и протяженности. Поэтому аккумулятивные формы в лиманах сложены ракушей с примесью илстых наносов.

## Литература

1. *Атлас охраны природы Черного и Азовского морей.* — Санкт-Петербург, ГУНиО МО РФ, 2006. — 434 с.
2. *Вержбицкий П. С., Стоян А. А., Гыжко Л. В.* Изучение солености поверхностных вод лимана Бурнас осенью 2007 г. / *Вісник ОНУ. Географічні та геологічні науки.* — Т. 13. — Вип. 6. — 2008. С. 34–42.
3. *Выхованец Г. В.* Эолодинамика на поверхности песчаных аккумулятивных форм в зависимости от их рельефа // *Доповіді НАН України.* — 2003. — № 10. — С. 125–130.
4. *Выхованец Г. В.* Эоловый процесс на морском берегу. — Одесса: Астропринт, 2003. — 368 с.
5. *Выхованец Г. В., Говенко Л. В.* Генетическая классификация прибрежных озер Черного и Азовского морей в пределах Украины // *Фальцфейнівські читання: Зб. наук. праць.* — Відп. ред. С. В. Шмалей. — Херсон: Вид-во ПП Вишемирський В. С., 2007. — С. 50–53.
6. *Выхованец Г. В., Гыжко Л. В., Вержбицкий П. С. и др.* Физико-географическая характеристика лимана Бурнас на северо-западном побережье Черного моря / *Вісник ОНУ. Географічні та геологічні науки.* — Т. 13. — Вип. 6. — 2008. — С. 43–56.
7. *Зенкович В. П.* Основы учения о развитии берегов. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 710 с.
8. *Иванов Г. И., Ищенко Л. В.* Новые данные о развитии шельфа северо-западного района Черного моря в голоцене / *Балтика.* — Том 5. — 1974. — С. 265–273.
9. *Клімат України.* — Київ: Видавництво Раєвського, 2003. — 343 с.
10. *Молодых И. И., Усенко В. П., Палатная Н. Н. и др.* Геология шельфа УССР. Лиманы. — Киев: Наукова думка, 1984. — 176 с.
11. *Мороз С. А., Сулимов И. Н., Гожик П. Ф.* Геологическое строение Северного Причерноморья. — Киев: Наукова думка, 1995. — 183 с.
12. *Ротарь М. Ф.* Некоторые особенности геологического строения и тектоники верхней части шельфа Черного моря на участке Дунай — Днестр. / *Региональная тектоника Украины и закономерности размещения полезных ископаемых.* — К., Наукова думка, 1971. — С. 70–83.
13. *Справочник по климату Черного моря* / Под ред А. И. Соркиной. — Москва: Гидрометеиздат, 1974. — 406 с.
14. *Шуйский Ю. Д.* Проблемы исследования баланса наносов в береговой зоне морей. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. — 240 с.
15. *Шуйський Ю. Д.* Типи берегів Світового океану. — Одеса: Астропринт, 2000. — 480 с.
16. *Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В.* Исследование пляжей на абразионных берегах Черного и Азовского морей // *Инженерная геология.* — 1984. — № 2. — С. 73–80.
17. *Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В.* Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в северо-западной части Черного моря. — Москва: Недра, 1989. — 198 с.
18. *Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В., Гыжко Л. В., Стоян А. А., Вержбицкий П. С.* Физико-географические черты природы лиманов Шаганы и Алибей на побережье Черного моря // *Причерноморський екологічний бюлетень.* — № 1 (31). — 2009. — С. 96–112.
19. *Щербаков Ф. А., Куприн П. Н., Поляков А. С., Баландин Ю. Г., Иванов Г. И., Ротарь М. Ф.* Шельф северо-западной части Черного моря в позднем плейстоцен-голоцене / *Четвертичный период.* — Вып. 16. — Киев: Наукова думка, 1976. — С. 141–152.
20. *Шукин И. С.* Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии. — Москва: Советская энциклопедия, 1979. — 703 с.

**Г. В. Вихованець**

кафедра фізичної географії та природокористування,  
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

**ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ БЕРЕГІВ ТА ДНА  
ЛИМАНІВ ТУЗЛОВСЬКОЇ ГРУПИ НА УЗБЕРЕЖЖІ ЧОРНОГО МОРЯ**

**Резюме**

У природоохоронних проробках щодо збереження ландшафтного різноманіття, за правилом, не враховуються береги лиманів на морських узбережжях. Разом з тим, берегова зона лиманів складається з чітко визначених абразійних та акумулятивних форм рельєфу. Вони утворюють середовище для процесів ґрунтонакопичення, розміщення рослин, тварин. На них можуть оселятися ендемічні та червонокнижні види живих організмів.

**Ключові слова:** лиман, пересип, коса, наноси, абразія, коливання рівня, хвиля.

**G. V. Vykhovanets**

Physical Geography Dept.,  
National Mechnikovs University of Odessa,  
2, Dvoryanskaya St., Odessa-82, 65082, Ukraine

**PHYSICAL-GEOGRAPHIC CONDITIONS OF FORMING OF LIMANS  
SHORES AND BOTTOM ALONG THE BLACK SEA COAST**

**Summary**

The limanic shores was researched deficiently full. Usually, its not consider in process of landscape variety analysis. A little information we are having on morphology and dynamic of limanic shores, and instrumental numerical especially. Limanic natural system contain different abrasive and accumulative relief forms of various types. Accumulative forms represent sandy-shelly spits and bars, and its surface are base for vegetation and animals distribution. Bars and spits constructed limanic waves and storm-surges. Wind equilibrium of water-level is main factor for shore abrasion in all the Black Sea limans. In limans the rates of cliff retreat are from 0,1 to 0,8 m/year. For instants, on shores of Burnas liman are retreating with average value 0,1–0,3 m/year, on shores of Shagany liman is 0,3–0,5 m/year, on Sasyk liman is up to 0,7 m/year, on Budaki liman is 0,1–0,2 m/year. The rate of average sedimentation on the Burnas bottom is 0,8 mm/year.

**Key words:** liman, spit, bar, sediment, abrasion, water level equilibrium, wave.

**Л. В. Гыжко**, аспирант

Кафедра физической географии и природопользования

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,

ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

## ИЗУЧЕНИЕ СОЛЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЛИМАНА БУРНАС НА ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Летом 2007, 2009 гг. был исследован лиман Бурнас из Тузловской группы лиманов, расположенной на северо-западном побережье Черного моря. Площадь лимана Бурнас 23 км<sup>2</sup>. На акватории лимана летом 2007 г. было отобрано 16 проб воды с поверхности и со дна для определения солёности. Летом 2009 г. было отобрано 7 проб воды с поверхности водоема. Рассмотрено распределение солёности и составлена карта по результатам стационарных и экспедиционных наблюдений, камеральных работ.

**Ключевые слова:** вода, солёность, Бурнас, карта, Черное море, испарение.

### Введение

Лиман Бурнас образовался в результате затопления морем устья реки Алкалия. Лиман от моря отчленен песчано-ракушечной пересыпью. На юго-западе проливом соединяется с лиманом Алибей. Длина лимана 10 км, ширина от 1 км на севере до 3,5 км на юге, площадь 23 км<sup>2</sup>, глубина до 1,85 м при среднем многолетнем уровне воды. Солёность является одной из важнейших характеристик воды в лимане, а потому оказывает воздействие на характер природопользования. Однако солёность в лимане меняется очень быстро и на значительные величины. Поэтому использование ресурсов лимана нужно соотносить со значениями солёности. В этой связи тема статьи является *актуальной*.

*Целью* данной работы является анализ пространственно-временного распределения солёности по акватории лимана Бурнас, расположенного в составе лиманов Тузловской группы на северо-западном побережье Черного моря. Для достижения этой цели нам следует решить такие *основные задачи*: а) краткая история исследования физико-химических свойств воды в лимане; б) изменения солёности во времени; в) анализ карты солёности воды.

Предметом исследования является распределение солёности по акватории лимана Бурнас. Объектом исследования — лиман Бурнас, расположенный на побережье Черного моря между реками Дунай и Днестр.

### Материалы и методы исследований

Исследование солёности лимана Бурнас проводилось в сентябре 2007 г. и в августе 2009 г. в ходе экспедиций под руководством проф. Ю. Д. Шуйского и Г. В. Выхованец. Особенностью исследований является то, что

они проводились в засушливые годы с малым количеством атмосферных осадков. Малое количество осадков и испарение привело к сокращению площади водного зеркала водоема, понижению его уровня и повышению минерализации вод лимана.

В результате экспедиционных исследований были отобраны пробы воды для определения солености в поверхностном и придонном слое в 2007 г. и в поверхностном в 2009 г. Для отбора проб воды использовался батометр-бутылка емкостью 1 литр типа БВО-02 (груз ГР-15). В 2007 г. было отобрано 32 пробы воды из поверхностного и придонного слоев воды на 16 станциях, а в 2009 г. — 7 проб с поверхности водной толщи. Определение солености производилось в лабораторных условиях с помощью замера плотности воды ареометром АОН-2 ГОСТ 184-81 (пределы измерений 1,000–1,080) с последующим введением поправки на температуру воды. Для удаления взвешенных частиц производилось фильтрование воды через среднепористый фильтр с помощью фильтровального прибора Куприна ГР-60, с использованием насоса Комовского.

### **Краткая история изучения лимана**

Впервые лиманы северо-западного Причерноморья упоминаются в работах древнегреческих ученых, византийских мореплавателей, генуэзских и венецианских купцов, в польских летописях XV–XVII веков, в путевых заметках турка Эвлия Челеби (середина XVII века) и немца Тунманна (середина XVIII века). Но научное изучение их началось намного позже. Лиманы в это время использовались как источники поваренной соли, рыбы, лечебной рапы. Свое название лиман Бурнас получил от одноименного смежного мыса-выступа коренной суши (от турецкого: *бурнус*, *бурнас* — нос, выступ). Впервые лиманы северо-западного Причерноморья появились по данным инструментальных съемок на картах конца XVIII — начала XIX вв. (атлас М. И. Будищева, карта И. И. Биллингса, атлас Е. П. Манганари). В это время проводятся эпизодические гидрохимические определения состава воды и донных отложений, а также проводились общие топографические описания бассейнов лиманов.

В XIX веке исследование лимана Бурнас было связано с проводимыми гидрографическими работами на побережье всего Черного моря. В конце XIX века на лимане Бурнас были выполнены эпизодические гидролого-гидрохимические работы в связи с открытием водогрязелечебницы на курорте Лебедевка. В конце XIX и начале XX века была создана комиссия по исследованию лиманов при Новороссийском обществе естествоиспытателей. Были проведены гидрохимические исследования лиманов. Также значительное внимание уделялось вопросам геоморфологии лиманов, исследовался литологический и химический состав наносов пересыпи и донных отложений водоемов. Большое внимание уделялось развитию солепромысла и рыболовства. Появились работы, которые детально освещали морфометрические и геоморфологические особенности Тузловской группы лиманов (Клер В. С., 1912), солевой и ионный состав воды. Были

получены первые ботанические описания И. К. Пачоским и Г. И. Потапенко.

В 40-х годах XX века лиман был изучен на предмет запасов лечебных грязей (пелоидов) и гидрохимических характеристик воды. В 50-е годы проводились ботанические и зоологические исследования (С. Б. Гринбарт, И. И. Погребняк), ихтиологические исследования (Ф. С. Замбриборщ). Изучением лечебных грязей занимались Д. И. Склярчук, К. В. Нестеров, наблюдения за солёностью вод лимана производили Я. И. Дмитриев, В. Д. Долгий, М. Ш. Розенгургт. Визуальным описанием берегов лимана в 50-х годах занималась специальная береговая экспедиция под руководством В. П. Зенковича. В это же время на м. Бурнас Г. Н. Аксентьевым были организованы первые стационарные участки для инструментальных наблюдений за динамикой клифа [2].

В 1960–1970 гг. проводились дальнейшие исследования водного и солевого состояния водоема для природного обоснования проекта строительства оросительного канала Дунай — Днепр. Особенно активно идею такого канала отстаивали М. Ш. Розенгургт, Г. И. Швевс, М. Т. Мелешкин, В. Н. Степанов, В. И. Моцаренко, П. А. Кулакова и др. Итогом этих исследований стала монография о лиманно-устьевых комплексах на побережье Чёрного моря. С начала 60-х годов и позже начались многолетние стационарные исследования берегов лимана Бурнас и его пересыпи (Ю. Д. Шуйский, Г. В. Выхованец, П. Ф. Гожик, А. К. Гранова) [2, 4]. В 80-х годах была издана монография по геологии шельфа УССР, где в томе о лиманах кратко содержатся сведения о палеогеографических условиях, геологическом и тектоническом строении, донных отложениях и др. лимана Бурнас.

В 90-х годах XX века не проводилось никаких новых исследований лимана Бурнас. В начале XX века Институтом биологии южных морей НАН Украины была проведена серия геохимических и гидробиологических исследований Черноморского побережья, но лиман Бурнас был затронут в малой степени. Итогом этих работ явилось объемное научное обобщение, опубликованное в 2006 г.

### **Анализ результатов исследования**

Лиман Бурнас расположен в группе Тузловских лиманов, между реками Дунай и Днестр (рис. 1). Возник лиман в результате затопления устья реки Алкалия трансгрессивными водами моря в голоцене. От моря лиман отделен песчано-ракушечной пересыпью высотой 1–3 м. Длина береговой линии составляет 21 км.

Многие ученые (табл. 1) проводили на лимане Бурнас измерения солёности, но никто из них не сделал попытку построить карты распределения солёности. Максимальное значение солёности зафиксировал Н. В. Комар летом 1915 г. По данным Украинской географической энциклопедии, средняя солёность лимана Бурнас составляет 17‰.

На протяжении года значения солёности изменяются, в зависимости от времени года. Первый минимум солёности в лимане приходится на вес-

ну, второй — числовое значение, которого намного больше, чем числовое значение первого — относится к осени. Максимальные значения солености в лимане наблюдаются в летний период. Соленость воды в лимане в 1,5–3,5 раза больше, чем в море. В общем, сезонный ход солености в лимане и море подобен сезонному ходу температуры [5].

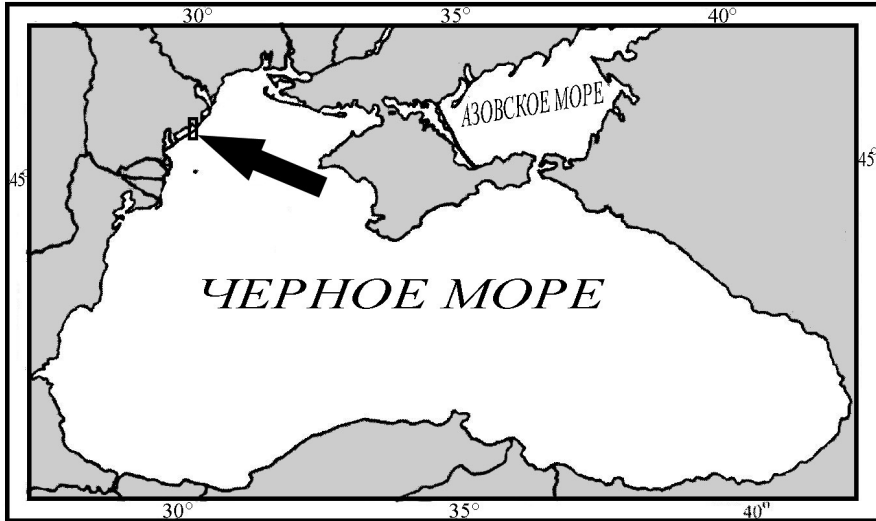


Рис. 1. Схема географического положения лимана Бурнас (отмечено черным четырехугольником и показано стрелкой) на побережье Черного моря

Таблица 1

Пределы колебаний суммарной солености в лиманах Тузловской группы, ‰ [4]

Автор	Год наблюдения	Месяцы	Бурнас	Алибей	Шаганы
Гассгаген Х.	1851	—	До 45	—	—
Комар Н. В.	1915	Лето	100	140	110
Шварц Ф. С.	1932	VIII	—	—	23
Замбриборщ Ф. С.	1949	IX	19–26	20–30	23
Дмитриев Я. И.	1956	VIII	18–26	23–30	30–25
Долгий В. Д.	1957	VII	15–28	20–31	27–33
Розенгурт М. Ш.	1958–1960 1963–1968	V–X I–XII	14–40 12–32	13–33 16–31	16–14 18–35
Украинская географическая энциклопедия	—	—	17	от 20 до 39	от 14 до 30–35

По результатам экспедиции кафедры физической географии и природопользования, организованной летом 2007 г., в пределах акватории лимана соленость изменялась от 67,991‰ до 73,486‰ в придонном слое (рис. 2) и от 68,631‰ до 71,316‰ в поверхностном (рис. 3) [1]. Изменение солености в придонном слое характеризуется постепенным ее снижением с се-

вера на юг и от берегов к центру лимана. Тогда же максимальное значение солёности зафиксировано на станции № 11 — 73,486‰, минимальное на станции № 8 — 67,991‰.

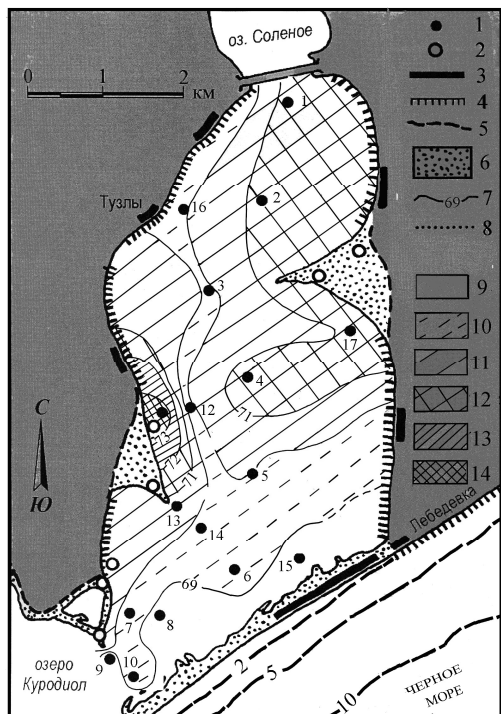


Рис. 2. Схематическая карта распределения солёности в придонном слое воды лимана Бурнас (сентябрь 2007 г.). 1 — гидрологические станции; 2 — точки ручного бурения; 3 — береговые стационарные участки по наблюдению за динамикой клифов; 4 — активные клифы; 5 — отмершие клифы; 6 — алевритово-ракушечные косы; 7 — изолинии солёности, ‰; 8 — изобаты моря, м; солёность, ‰: 9 — < 69; 10 — 69–70; 11 — 70–71; 12 — 71–72; 13 — 72–73; 14 — > 73 [1]

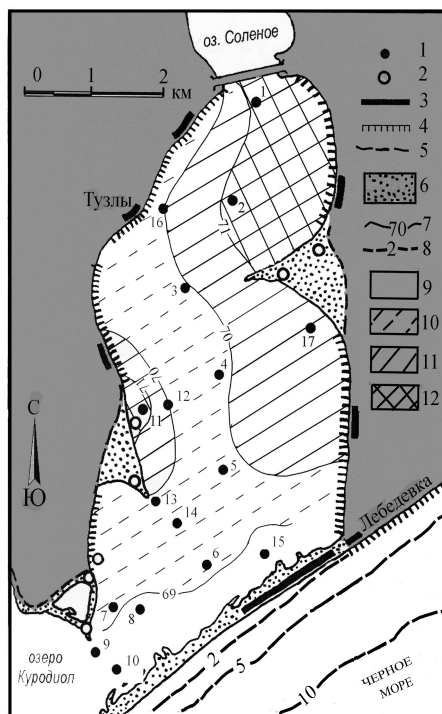


Рис. 3. Схематическая карта распределения солёности в поверхностном слое воды лимана Бурнас (сентябрь 2007 г.). 1 — гидрологические станции; 2 — точки ручного бурения; 3 — береговые стационарные участки по наблюдению за динамикой клифов; 4 — активные клифы; 5 — отмершие клифы; 6 — алевритово-ракушечные косы; 7 — изолинии солёности ‰; 8 — изобаты моря, м; солёность, ‰: 9 — < 69; 10 — 69–70; 11 — 70–71; 12 — > 71 [1]

В южной части акватории лимана нами была обнаружена зона с наиболее низкими значениями солёности — менее 69‰ [1]. Это связано с тем, что сквозь пористую пересыпь происходит фильтрация менее солёной морской воды. Для проверки этого на пересыпи с лиманной стороны была отобрана проба воды из открытой выработки (станция № 15). Значение солёности составило 53,835‰. Максимальное значение солёности в поверхностном слое зафиксировано на станции № 11 — 71,316‰, минимальное на станции № 8 — 68,631‰.

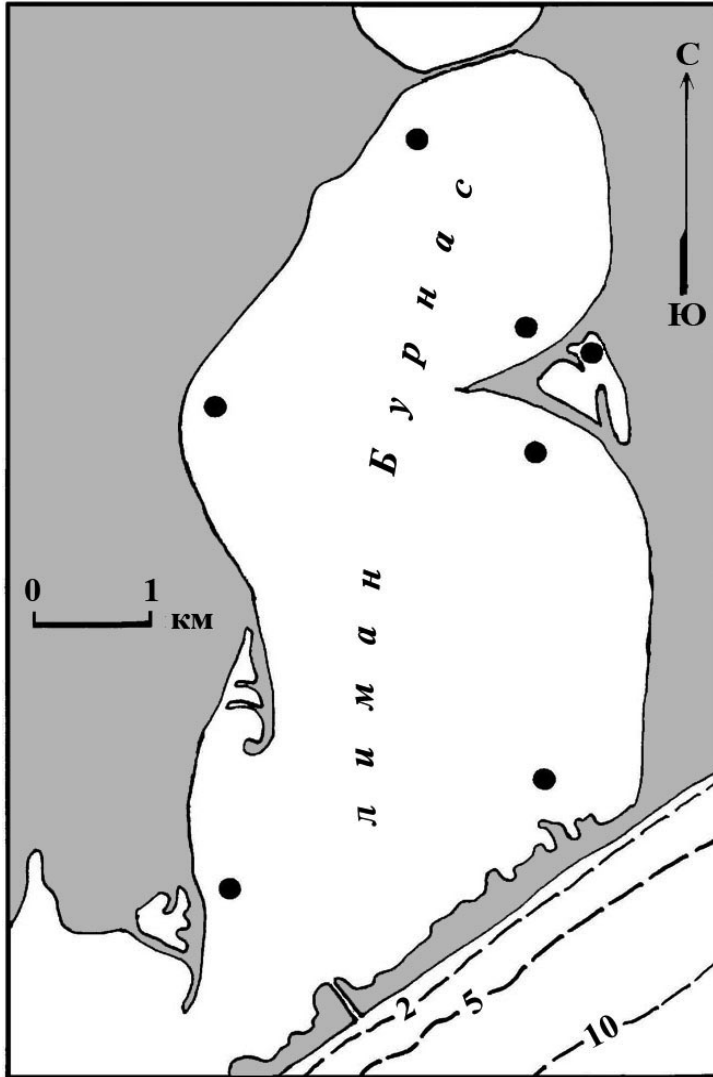


Рис. 4. Схема расположения станций (черные кружки) по отбору проб воды на определение солёности в конце лета 2009 г. в лимане Бурнас на побережье Черного моря

Летом 2009 г. по акватории лимана было отобрано 7 проб воды (рис. 4). Максимальное значение солёности составило 88,306‰, минимальное — 75,488‰. Также была отобрана проба воды в пределах акватории лагуны, образовавшейся внутри косы двустороннего питания (рис. 4, 5). Там значение солёности составило 121,019‰. В самом лимане максимальные значения солёности зафиксированы на севере и юге акватории. Возможно, это связано с нагоном ветром солёных вод к пересыпи.

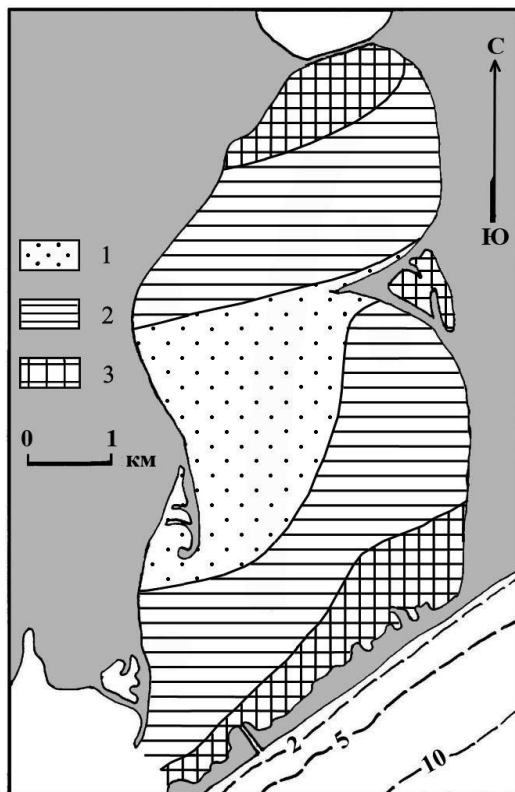


Рис. 5. Схематическая карта распределения солёности в поверхностном слое воды лимана Бурнас (август 2009 г.). 1 — 75 ‰; 2 — 75–80 ‰; 3 — >80 ‰

Такая высокая повсеместная солёность лимана Бурнас связана с тем, как мы предполагаем, что донные отложения лимана засолены и происходит рассоление этих отложений. Также некоторые исследователи выявили поблизости лимана Бурнас подземные воды с аномальной минерализацией. Минерализация подземных вод в прибрежной полосе лимана колеблется от 1,1 до 147,2 г/л. Некоторые исследователи предполагают, что высокоминерализованные воды поблизости лимана являются реликтовыми [3, 6].

По результатам экспедиций кафедры физической географии и природопользования можно сделать вывод, что солёность лимана Бурнас оказалась намного выше, чем у других исследователей. Данные экспедиций являются более точными, так как пробы воды отбирались по всей акватории лимана, с поверхностного горизонта и донного. По сравнению с 2007 г., солёность лимана Бурнас в 2009 г. повысилась. Это можно объяснить тем, что вторая половина лета была более засушливой.

## Выводы

1. Максимальное значение солености летом 2007 г., в придонном слое, составило — 73,486‰, минимальное — 67,991‰. В поверхностном слое максимальное значение солености — 71,316‰, минимальное — 68,631‰.

2. Летом 2009 г. максимальное значение солености достигло 88,306‰, а минимальное — 75,488‰. Это значительно выше, чем в 2007 г. Следовательно, изменения солености в Бурнасе могут быть подвержены существенным колебаниям.

3. Соленость лиманной воды как в поверхностном, так и в придонном слое снижается с севера на юг и от берегов к центру. На карте у пересыпи лимана расположена зона наименьших значений солености, сформированная инфильтрацией морских опресненных вод сквозь песчано-ракушечную пересыпь.

## Литература

1. *Вержбицкий П. С., Стоян А. А., Гыжко Л. В.* Изучение солености поверхностных вод лимана Бурнас осенью 2007 г. // *Вісник Одеського національного ун-ту.* — 2008. — Т. 13. — В. 6 — С. 34–42.
2. *Выхованец Г. В., Гыжко Л. В., Вержбицкий П. С., Стоян А. А., Гыжко А. А., Муркалов А. Б.* Физико-географическая характеристика лимана Бурнас на северо-западном побережье Черного моря // *Вісник Одеського національного ун-ту.* — 2008. — Т. 13. — В. 6. — С. 43–55.
3. *Приходько В. А.* К вопросу о наличии высокоминерализованных вод в верхнесарматских отложениях на площади Хаджибейско-Куяльницкого межлиманья // *Известия Днепропетровского горного ин-та.* — 1958. — С. 37.
4. *Розенгурт М. Ш.* Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов. — К.: Наукова думка, 1974. — 224 с.
5. *Розенгурт М. Ш.* Деякі питання гідрології лиману Бурнас // *Наукові записки Одеської біологічної станції.* — 1963. — Вип. 5 — С. 71–80.
6. *Ротар М. Ф., Бабушкін І. О.* Вплив лиманів на хімічний склад підземних вод у межах річки Дунай — Дністер // *Геологія узбережжя dna Чорного та Азовського морів у межах УРСР.* — 1972. — Вип. 6 — С. 153–160.

**Л. В. Гижко**

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова  
Кафедра фізичної географії та природокористування  
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

## **ВИВЧЕННЯ СОЛОНОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ЛИМАНУ БУРНАС НА УЗБЕРЕЖЖІ ЧОРНОГО МОРЯ**

### **Резюме**

Восени 2007 р. виконувалась фізико-географічна зйомка лиману Бурнас. Було відібрано 18 станцій на акваторії, що становило 1 станцію на 1,4 км<sup>2</sup> площі, або в масштабі 1:25000. На кожній станції вимірювалися величини солоності. У серпні 2009 р. були відібрані проби води для визначення солоності. За результатами експедицій побудовані карти розподілу на акваторії солоності.

**Ключові слова:** Бурнас, вода, солоність, пересип, Чорне море, розподіл, карта.

**L. V. Gizhko**

Physical Geography Dept.,  
National Mechnikov's University of Odessa,  
2, Dvoryanskaya St., Odessa-82, 65082, Ukraine

## **STUDY OF SALINITY OF SUPERFICIAL WATERS OF LIMANA BURNAS WITHIN THE BLACK SEA COAST**

### **Summary**

In autumn in 2007 executed fiziko-geographical survey of estuary of Burnas. 18 stations were selected on an aquatorium, that made a 1 station on 1,4 km<sup>2</sup> of area, or in a scale 1:25000. At every station the sizes of salinity were measured. In August in 2009 there were the selected tests of water for determination of salinity. As a result of expeditions the built maps of distributing on the aquatorium of salinity.

**Key words:** Burnas, water, salinity, barrier, Black Sea, distribution, map.

**В. И. Лымарев**, доктор географ. наук, профессор  
Кафедра промышленной океанологии,  
Российский гос. гидрометеорол. университет  
Просп. Малоохтинский, 98, Санкт-Петербург-196,  
195196, Российская Федерация

## ПРОФЕССОР В. П. ЗЕНКОВИЧ И СОВРЕМЕННОЕ БЕРЕГОВОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Лауреат Ленинской премии, дважды лауреат Сталинской премии, профессор, доктор географических наук Всеволод Павлович Зенкович явился основателем одной из географических наук — береговедения. Он работал в береговой зоне Черного, Азовского, Каспийского, Баренцева, Берингова, Карибского, Восточного, Желтого и ряда других морей мира. Основатель международной научной школы по береговой науке. Вел пионерные исследования берегов Украины. Теория и практика береговедения позволили разработать основы современного берегового природопользования.

**Ключевые слова:** береговедение, Зенкович, наука, практика, порт, берегозащита, навигация, природопользование, природа.

### Введение

История науки является той отраслью знания, которая помогает восстановить последовательность развития и унаследованность теоретических и практических разработок. Деятельность каждого ученого рассматривается как неразрывность развития науки, как вклад каждого отрезка времени в становление науки. Не является исключением и география. Несмотря на длительный период, отделяющий нас от кончины В. П. Зенковича (годы жизни 1910–1994 гг.), до сих пор его творчество и достижения востребованы. Опыт этого ученого-географа, дважды лауреата Сталинской премии СССР и Ленинской премии в области науки и техники, живо интересуются современники. Вызвано это переменой социально-экономических условий в Украине, где береговедение практически не учитывается управленцами и государственными чиновниками при согласовании всех видов использования природных ресурсов в береговой зоне моря. Поэтому прибрежно-морское природопользование часто приводит к нанесению вреда или полному уничтожению основных ресурсов береговой зоны. Вот почему оказалось необходимым напомнить о разработке основ берегового природопользования в трудах проф. Зенковича Всеволода Павловича.

Проф. В. П. Зенкович стоял у истоков исследования морских берегов Украины: в 1945–1953 гг. он и его ученики стали исследовать эти берега, начиная от Евпаторийской бухты. Позже работы проводились и на Черном, и на Азовском морях. Материалы исследований прорабатывались и уточнялись до 1958 г., когда была опубликована монография [27], а затем

и двухтомник [27]. Вот почему для Украины актуально научное творчество В. П. Зенковича.

В феврале 2010 г. исполняется 100 лет со дня рождения В. П. Зенковича. Его ученики продолжают и сейчас активно работать в различных странах, развивая науку о берегах и используя ее для сохранения природы береговой зоны и прибрежно-морских ресурсов. В Одесском национальном университете им. И. И. Мечникова работает прямой ученик Всеволода Павловича, его бывший аспирант в Институте океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР, ныне профессор Ю. Д. Шуйский. Кроме того, Всеволод Павлович был официальным оппонентом кандидатской диссертации у Г. В. Выхованец, сейчас — профессора кафедры физической географии и природопользования Одесского университета. Их ученики имеют своих “подопечных”, которые продолжают развитие береговедения. При жизни В. П. Зенкович никогда не отказывал в помощи научным, учебным, конструкторским и проектно-изыскательским организациям Украины. Учитывая все это, редакционная коллегия журнала считает необходимым поместить на его страницах данную статью.

Автор статьи, заслуженный деятель науки и техники России, Почетный член Всесоюзного Географического общества, профессор, доктор географических наук Лымарев В. И. — автор более 250 научных работ. Он был первым аспирантом В. П. Зенковича, а сейчас является популяризатором его творчества. В настоящее время В. И. Лымарев работает в Санкт-Петербурге, в Российском государственном гидрометеорологическом институте, в должности профессора кафедры промысловой океанологии.

### **Основы научной деятельности В. П. Зенковича**

**Формирование ученого.** Известно, что береговая зона давно привлекла внимание к себе человека благоприятными условиями для его жизнедеятельности. Научные и практические знания об этой зоне накапливались главным образом в результате наблюдений в наземной части, а прилегающей прибрежной части долгое время не уделялось должного внимания. Такой подход проявился и в первой береговой монографии, которая была опубликована американцем Д. Джонсоном [84]. Огромной заслугой В. П. Зенковича [24] является то, что именно он положил в основу изучения береговой зоны теоретическое представление об их единстве и ведущей роли в формировании береговой зоны волновых процессов. Тем самым было сформулировано методологическое положение, которое определило изучение береговой зоны как предмета научного познания, что в условиях все усиливающихся запросов практики и привело к обособлению самостоятельной береговой науки. Вот почему в нашей стране и за рубежом В. П. Зенкович признается основателем современного береговедения, что нашло отражение в целом ряде работ его коллег в справочных изданиях [1, 4, 6, 10, 11, 14, 45, 46, 54–56, 83].

Обращает на себя внимание, что разработывавшиеся В. П. Зенковичем на этой методологической основе прикладные проблемы еще не нашли спе-

циального освещения. А ведь труды основоположника современной береговой науки, связанные с развитием данных проблем, а также его учеников и последователей и привели впоследствии к отпочкованию от материнской географической науки — береговедения — дочерней научно-прикладной науки — берегового природопользования [83]. В предлагаемой статье и ставится задача акцентировать внимание на вкладе В. П. Зенковича в разработку прикладных проблем береговедения и на последующих работах в данной области и других исследователей.

Примечательно, что самостоятельная деятельность В. П. Зенковича как молодого научного сотрудника Государственного океанографического института (ГОИН) началась в 1932 г., преобразованного в следующем году во Всесоюзный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО). Ему было поручено выполнение научно-прикладных работ в губах Кандалакшского залива Белого моря по плану, разработанному руководителем сектора геологии моря М. В. Кленовой, которую В. П. Зенкович признает одним из своих учителей в науке. Эти работы имели целью накопление знаний об осадках, рельефе морского дна и берегов, получаемых с помощью грунтовых съемок (с последующим составлением промысловых карт). В течение 1932–1936 годов при участии сотрудников В. П. Зенковичем велись работы, охватившие многие губы и береговые участки Мурмана. В итоге было составлено 17 батилитологических карт, которые были использованы Управлением берегового лова и колхозной системой Мурмана, а на материалах этих исследований было опубликовано несколько научных работ [20–22, 28]. Выполненные исследования были высоко оценены Высшей Аттестационной Комиссией, которая в 1937 г. присвоила В. П. Зенковичу ученую степень кандидата геолого-минералогических наук без защиты диссертации.

В последующие 1940–1950-е годы, наряду с научно-теоретическими трудами, В. П. Зенкович публикует также и работы с научно-прикладной направленностью. Вначале это было связано с Великой Отечественной войной, а затем с ее разрушительными последствиями. По заданию командования Черноморского ВМФ, связанного с подготовкой десанта в район устья Дуная, В. П. Зенкович [23] подготовил материалы по географическому описанию этой дельты (с последующей публикацией в виде статьи). В указанные десятилетия основное внимание уделялось исследованиям советских берегов Черного и Азовского морей, которые проводились под руководством В. П. Зенковича сотрудниками возглавляемой им Лаборатории морских берегов Института океанологии АН СССР сразу же с наступлением послевоенного времени. Интересно, что тогда же по предложению В. П. Зенковича в план работ было включено изучение береговой зоны с последующим составлением кадастра берегов в практических целях. Уже летом 1945 г. было проведено такого рода исследование берегов Западного Крыма [25]. Кадастровые работы на Черном море закончились в 1953 г. Затем началась обработка многочисленных материалов и составление кадастрового описания советских берегов Черного моря. Для этого было необходимо разработать прежде всего методические основы кадастра бере-

гов применительно к морям СССР [26, 51]. В 1950–1960-х годах в нашей стране кадастровые береговые работы были продолжены на дальневосточных морях, а также на Каспийском и Аральском морях.

Первым основательным трудом в этой области явилась двухтомная монография В. П. Зенковича “Морфология и динамика советских берегов Черного моря”, вышедшая в свет в 1958 и 1960 гг. [27]. В ней рассмотрены соответственно общие вопросы и северо-западная часть (третий и четвертый тома по остальным береговым регионам остались неопубликованными). За пионерный труд В. П. Зенкович в 1958 г. был награжден Географическим обществом СССР золотой медалью имени Ф. П. Литке<sup>1</sup>. По справедливому мнению Н. А. Айбулатова и А. А. Аксенова [6, с. 58], этим капитальным трудом “...До сих пор руководствуются гидрографы, гидротехники-портовики, строители приморских и асфальтовых дорог, проектировщики курортов, строители магистральных нефтегазопроводов — все, кто трудится в прибрежной зоне моря”. Добавим к сказанному, что тем самым был заложен первый камень в основание зарождающейся научно-прикладной отрасли — берегового природопользования.

Этим успехам в разработке береговых прикладных проблем способствовала также активная деятельность созданной в 1952 г. по инициативе В. П. Зенковича Береговой секции Межведомственной океанографической комиссии АН СССР (его руководство продолжалось до 1985 г.). В Секции объединились специалисты различного профиля, связанные с изучением и освоением береговой зоны. Уже в самом начале (1952–1960 годы) члены Секции уделяли большое внимание обсуждению актуальных для того времени вопросов берегозащиты, в особенности привлечения для их решения теоретических положений учения о морских берегах, наиболее разработанных тогда в монографии В. П. Зенковича “Динамика и морфология морских берегов. Волновые процессы” [24]. Недаром много лет спустя он называл Александра Ивановича Жданова, инженера-путейца, работавшего в направлении защиты морского берега от разрушения, своим вторым учителем.

Такая прикладная направленность в береговой науке, в сочетании с дальнейшей разработкой ее теоретических проблем, все более усилилась в научной деятельности В. П. Зенковича в 1960–1970 годах. При решении береговых прикладных вопросов стал все больше использоваться его фундаментальный труд “Основы развития учения о морских берегах” [28]. Он, как известно, был удостоен Ленинской премии и переведен на английский язык в Лондоне (1966) и в Нью-Йорке (1967). В нем не только более расширенно и углубленно рассмотрены волновые процессы берегоформирования (в особенности перемещение наносов вдоль берега), но и неволновые процессы (в частности, эоловые и другие). Важно, что именно с 1962 г. началось курирование Береговой секцией координационной деятельности по межведомственной теме “Природные предпосылки для гидротехнического

---

<sup>1</sup> Применительно к берегам Тихого океана подобны; региональный труд позднее был создан В. П. Зенковичем [28] в соавторстве со своими сотрудниками по Институту океанологии АН СССР.

строительства и добычи наносов в береговой зоне Черного моря”. С этим связана соответствующая статья В. П. Зенковича “Проблемы динамики береговой зоны Черного моря”, которая была опубликована в сборнике научных работ о защите берегов Черного моря. Он был издан в 1968 г. Госстроем УССР. Отметим также, что из членов Береговой секции своей активностью выделялся как ученый уже упомянутый А. М. Жданов, в прошлом инженер-путеец. Под влиянием В. П. Зенковича конструирование и расчеты берегоукрепительных сооружений стал проводить на основе закономерностей динамики берега на организованном им в Сочи Черноморском отделении морских берегозащитных сооружений в системе Минтрансстроя СССР (ныне НИЦ “Морские берега” им. А. М. Жданова). Об этом напоминает опубликование весьма актуальной статьи В. П. Зенковича совместно с А. М. Ждановым “Почему оскудевают черноморские пляжи?” [41].

С признанием к тому времени В. П. Зенковича одним из крупнейших мировых авторитетов в береговой науке [54, 56, 69] последовали приглашения в ряд приморских стран для консультирования, чтения лекций. Это связано в основном с проблемами защиты морских берегов и охраны в условиях заметного усиления их размыва. О своих наблюдениях по природоохранным проблемам в зарубежных поездках он поделился в таких публикациях как “Изучение морских берегов в Голландии и защита их от размыва” [29], “Комитет охраны морских берегов ОАР” [30] (в Объединенной Арабской Республике) и о других посещенных странах.

**Зрелая прикладная направленность работ.** С начала 1970-х годов прикладная направленность в береговых работах В. П. Зенковича резко усилилась. Это объясняется привлечением его к изучению причин катастрофического штормового размыва в 1969 г. берегов мыса Пицунда в Абхазии и недавно построенных на нем корпусов курорта Пицунда, пришедших в аварийное состояние (с последующей разработкой научных рекомендаций по ликвидации последствий самого берегового размыва). В течение 1971–1974 гг. В. П. Зенкович осуществляет научное руководство экспедиционными исследованиями в районе мыса Пицунда, выполняемыми сотрудниками АН СССР, АН Грузинской ССР и Тбилисского госуниверситета. Результатом проведенных основательных исследований явилось установление режима поступления наносов из устья р. Бзыбь и на подводный склон пляжей, а также некоторых потерь — преимущественно в вершине подводного каньона “Акула”. Выявленный положительный баланс наносов в целом определил восстановление пляжа на подводном склоне мыса Пицунда уже в 1976 г. Всему этому позднее В. П. Зенкович посвятил книгу с характерным названием “Пицунда — наша радость и тревога” [36]. Так успешно закончилась “пицундская эпопея” в творческой научной деятельности В. П. Зенковича. Ведь ежегодно, вплоть до 1975 г., приходилось доказывать свою правоту ученого на специальных производственных совещаниях по пицундской проблеме, на которых инженеры-строители настаивали на перебазировании курортных корпусов подальше от моря.

В дискуссиях на совещаниях в поддержку научных доводов В. П. Зенковича выступали в основном грузинские представители, особенно сотрудни-

ки Академии наук ГССР (в том числе Института географии — А. Г. Кикнадзе, В. Л. Меншиков, В. М. Пешков и др.). Не случайно в 1975 г. его пригласили в этот институт для научного руководства береговыми исследованиями и на других неблагоприятных берегах, подверженных размыву и отступанию. Тем более, что по его совету еще в 1972 г. в Институте географии была организована Лаборатория береговой зоны моря, заведующим которой стал к. г. н. А. Г. Кикнадзе. В. П. Зенкович согласился, увидев большие перспективы в развертывании исследований в благоприятных условиях специально созданной Лаборатории береговой зоны.

Уже в 1976 г. под его редакцией в Грузии впервые вышел в свет сборник научных работ “Проблемы изучения берегов Грузии” (к XXIII Международному географическому конгрессу, 1976 г.). В. П. Зенковичем опубликовано несколько самостоятельных статей, а также с другими авторами, посвященных итогам исследований берегов Грузии. Существенно, что сборник открывается общетеоретической статьей В. П. Зенковича “Динамика береговой зоны как основа для проектирования берегозащиты”, в которой обобщены материалы ряда отечественных и зарубежных исследователей по актуальной проблеме берегоукрепления. Отметим также, что несколько ранее был издан общеметодический труд “Руководство по методам исследований и расчетов перемещения наносов и динамики берегов при инженерных изысканиях” [72]. Потребность в едином методическом руководстве выявилась еще в 1960-е годы на многих заседаниях Бюро Береговой секции Океанографической комиссии АН ССР, когда обсуждались актуальные проблемы берегозащиты. При ведущем участии председателя этой секции В. П. Зенковича коллективом авторов и было создано столь необходимое “Руководство...”. Важно, что его опубликование было осуществлено при поддержке таких учреждений, как Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве Госстроя СССР (ПНИИС) и Государственный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт морского транспорта (“СоюзморНИИпроект”).

Обращает на себя внимание, что на XIII юбилейной береговой конференции (1978, г. Сочи), созванной Береговой секцией в связи с ее 25-летием [34, 35], значительное место в программе было отведено вопросам берегозащиты. По мнению В. П. Зенковича, в то время возникла необходимость переходить на новые формы организации берегоукрепительных работ: путем создания региональных научно-производственных объединений, в частности, намечалось создание НПО “Грузморберегозащита”. Такой подход был одобрен участниками конференции, как обеспечивающий охрану и улучшение природы береговой зоны. Существенно, что именно этой конференции была посвящена статья В. П. Зенковича [33], в которой отмечена важная роль опубликованных трудов проведенных конференций, способствующих дальнейшему развитию научной школы советских “береговиков”, развитию теоретических исследований и практических мероприятий. Среди последних — создание генеральных схем берегозащиты на Черном море (с утверждением их Госстроем СССР). Он также высказался о расширении сферы деятельности Секций с усилением комплексности в

береговых исследованиях (в том числе экономических и экологических). Примечательно, что такая Генеральная схема берегозащиты была создана в 1973 г. и хорошо издана по территории Украины еще в 1977 г., и в ее создании принимал участие один из талантливых учеников В. П. Зенковича — ныне профессор Ю. Д. Шуйский.

В 1980–1990-х годах В. П. Зенкович продолжал заниматься в основном дальнейшим развитием береговой науки в научно-прикладном аспекте, а также расширением своих прежних представлений в этом направлении. В самом начале 1980-х годов на Первой конференции по проблемам охраны природы, проведенной в Тбилиси, В. П. Зенкович [4, 34] делает доклад с конкретным содержанием: “Пути и возможности применения передового опыта в охране морских берегов”. Это в определенной мере способствовало организации уже в 1981 г. Научно-производственного объединения “Грузморберегозащита” при Совете министров Грузинской ССР. Такая форма выполнения берегоукрепительных работ включает в себя научные исследования с рекомендациями по берегозащите и их практическому проведению. К этому времени накопились обширные материалы по проведенным мероприятиям для сохранения и улучшения природы береговой зоны на Черном, Азовском, Балтийском морях.

Береговой секцией, переименованной в 1978 г. в Рабочую группу “Морские берега” при Комиссии АН СССР по проблемам Мирового океана, было решено провести следующую Береговую конференцию по проблемам размыва и защиты морских берегов в 1983 г. (г. Батуми). Сборник же научных трудов конференции “Природные основы берегозащиты” (с участием В. П. Зенковича) был опубликован позднее — уже в 1987 г. Обращает на себя внимание его итоговый доклад по исследованиям береговой зоны Грузии, научное руководство которыми он осуществлял на протяжении более десятилетия. Главное, было показано, что достижение крупных практических успехов в защите морских берегов явилось следствием проведения в тесной взаимосвязи теоретических и прикладных исследований. Это стало возможным лишь после длительной разработки теории береговедения. Со своей стороны, прикладные исследования помогают поставить на повестку дня новые научные проблемы.

Такой стала проблема подводных каньонов, дальнейшая научно-теоретическая разработка которой связана с выполненными практическими работами по берегозащите Грузии [2, 28, 38]<sup>1</sup>. Интерес вызывает и другая статья В. И. Зенковича из того же сборника “Из зарубежного опыта морской берегозащиты”, отражающая разнообразие используемых берегоукрепительных мероприятий, среди которых — отсыпка обломочного материала в прибрежье. Но ради справедливости надо напомнить, что первый в СССР проект берегозащиты с помощью системы искусственных террас был создан одесскими береговиками — в Одесском государственном университете и в “ЧерноморНИИпроекте”.

<sup>1</sup> Этой важной проблеме были посвящены монографические исследования О. К. Леонтьева, Г. А. Сафьянова [49, 50] и Г. А. Сафьянова, В. Л. Меншикова, В. М. Пешкова [73].

Важной проблеме взаимосвязи теоретических и прикладных исследований посвящены и другие статьи В. П. Зенковича [36, 37]. Более того, теория учения о морских берегах к концу 1980-х годов достигла такого развития, что стала темой XVI береговой конференции. Опубликованный в 1989 г. сборник трудов “Теоретические проблемы развития морских берегов” начинается статьей В. П. Зенковича [39], посвященной состоянию изучения береговой зоны морей в СССР и за рубежом. Отмечается, что в теоретическом аспекте отечественная береговая наука по-прежнему занимает передовое положение, но в прикладном — к сожалению, уже отстает, уступая в масштабе и разнообразии проводимых практических мероприятий.

В это время В. П. Зенкович, постоянно находясь в Москве, продолжает заниматься научной деятельностью. Он привлекается к работе в качестве консультанта в Лабораторию шельфа и морских берегов в Институте океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР, которой заведовал его ученик профессор Н. А. Айбулатов. Как известного, авторитетного ученого, В. П. Зенковича ввели в состав ученого совета по защите диссертационных работ в Институте истории естествознания и техники АН СССР. На одном из заседаний, когда я выступал оппонентом диссертанта, произошла моя встреча с Учителем (его аспирантом я являлся в далекие 1940-е годы). В. П. Зенкович принял участие в 1990 г. и в работе IX съезда Географического общества СССР. В томе трудов съезда “Геоэкология Мирового океана” была помещена его статья “Кадастр и мониторинг береговой зоны морей СССР” [40]. Он напомнил, что впервые кадастровые исследования на берегах Черного моря стали проводиться сразу же по окончании Отечественной войны, а в 1950-х годах — также и на берегах Чукотского, Берингова и Каспийского морей. Кадастровые описания и мониторинг береговой зоны, по мнению В. П. Зенковича, следовало распространить на все моря СССР. Для этого необходимо было использовать уже имеющиеся монографии по берегам Берингова, Аральского, Белого, Азовского морей, а также отдельные статьи по Балтийскому, Охотскому и морям Арктики. Судя по этой его статье о мониторинге береговой зоны отечественных морей, В. П. Зенкович, будучи уже в 80-летнем возрасте, не оставил “вне поля своего зрения” все обостряющиеся экологические проблемы, которые наиболее остро проявляют себя именно в прибрежной зоне, изучению которых он посвятил свою многолетнюю научную деятельность. Происходящее на глазах ухудшение природного состояния береговой системы сильно беспокоило Всеволода Павловича в последние годы жизни. Всего за несколько месяцев до его кончины (август 1994 года) в газете “Известия” была опубликована совместная с Н. А. Айбулатовым тревожная статья. Она была посвящена усиленному разрастанию портового хозяйства в пределах Российского побережья Черного моря. А это может негативно сказаться на развитии курортной зоны в благоприятных условиях субтропической природы, единично представленной в нашей стране только на берегах Черного моря.

Итак, основоположник современной береговой науки В. П. Зенкович, как истинный ученый и гражданин, огромное внимание уделял разработке научно-прикладных проблем. Это отчетливо проявляется в получив-

шей мировое признание фундаментальной монографии “Основы развития учения о морских берегах” [28]. Его ученик, крупный морской географ О. К. Леонтьев, в опубликованной рецензии подчеркнул, что в монографии рассматриваются “...Пути научно обоснованного использования процессов, характеризующих береговую зону, ее природных ресурсов...” ([47], с. 118). Иными словами, в монографии говорится о рациональном природопользовании в современном понимании, которое сложилось благодаря развитию научно-теоретических, а также научно-прикладных представлений В. П. Зенковича его учениками и последователями.

Обращает на себя внимание, что взаимоотношения этих основополагающих представлений уже нашли отражение в первом региональном монографическом исследовании береговой науки, выполненном самим В. П. Зенковичем. Первый том известного капитального кадастрового труда о советских берегах Черного моря [27] состоял из двух частей — теоретической, в которой излагались основные положения динамики и морфологии морских берегов в связи с путями использования научных данных для нужд народного хозяйства, и общей, посвященной природным условиям Черного моря (физико-географический обзор: гидроклиматическая характеристика, волновой режим, прибрежные организмы и, в особенности, геологические данные).

Позднее в региональной монографии о берегах Каспийского моря О. К. Лентьевым и А. И. Халиловым [48] был отведен уже отдельный том природным условиям формирования его берегов с акцентом на геологические и геоморфологические, климатические и гидрологические условия. Особое внимание авторы уделили источникам поступления наносов в связи с их важной ролью в берегоформировании (последующие тома с региональным содержанием опубликовать не удалось). Тем самым усиливалось значение физико-географической основы в формировании морских берегов, хотя еще в компонентном рассмотрении. По своему существу такие труды являются геоморфолого-географическими. Спустя всего несколько лет в региональной монографии о берегах Аральского моря [52] основное внимание также было уделено геолого-геоморфологическим условиям берегоформирования, с данными по гидрометеорологии и об организмах прибрежных вод. Но компонентное описание завершалось уже краткой ландшафтной (комплексной физико-географической) характеристикой, с явным проявлением важной роли рельефа в берегоформировании на Арале. Заметное различие между береговыми исследованиями с геоморфолого-географическим и ландшафтно-геоморфологическим акцентом: при проведении последних рельеф береговой зоны изучается на фоне ее природного комплекса (ландшафта). Тем самым значительно расширяются физико-географические знания о береговой зоне, что способствует рационализации природопользования.

*Ландшафтное направление в береговедении.* Интересно, что собственно ландшафтное понимание этой зоны начало развиваться также с 1960-х годов в зарождающейся Ленинградской береговой школе, когда К. М. Петров занялся изучением морских берегов, имея базовым биогеографичес-

кое университетское образование. Наряду с рельефом большое внимание им уделялось познанию прибрежной растительности; это привело к дальнейшей разработке с общего представления В. П. Зенковича о береговом природном комплексе — ландшафте [62–67] и др. К. М. Петров считается основателем ландшафтного направления в береговой науке, которое позволяет наиболее полно и всесторонне изучать природу береговой зоны, что столь необходимо для обеспечения рационального берегопользования. Важно, что он основывался на системном географическом подходе: одна из статей с методологическим содержанием так и называется “Береговая зона моря как ландшафтная система” [64].

Примечательно, что начиная с 1980-х годов, в связи с развитием в географической науке учения о геосистемах [75], оно нашло применение и в геоморфологии морских берегов [73] и др. Представление о береговой зоне как о геосистеме рассмотрено наиболее основательно в завершающем разделе его новейшего учебника по геоморфологии морских берегов. Им подчеркивается, что синтез компонентов береговой системы позволял рационально решать прикладные проблемы применительно к морским берегам. Ведь несколько ранее Г. А. Сафьяновым была опубликована монография об эстуарном типе морских берегов, исходя из представления о береговой геосистеме (в физико-географическом аспекте). Тем самым еще в общей форме изложенное представление В. Л. Зенковича [28] о береговой зоне как о природном комплексе к концу XX века у геоморфологов-береговиков [28, 46, 49, 50, 61, 73] по существу превращалась в учение о геосистемах береговой зоны моря. К тому же последним на этой основе было создано также учебное пособие “Инженерно-геоморфологические исследования на морских берегах” в 1987 г.

Сказанное о разработке учениками и последователями основополагающего представления В. П. Зенковича о береговой зоне необходимо дополнить рассмотрением характерных для них работ, помещенных в юбилейных научных сборниках в связи с 80-летием и 90-летием со дня его рождения. Существенно, что вступительная статья в первом юбилейном сборнике “Проблемы развития морских берегов” [39] заканчивается словами: “...В. П. Зенкович не мыслит теорию без связи с практикой и огромное внимание уделяет внедрению научных достижений в народное хозяйство... Он стремится соединить высокое качество работы с ее максимальной эффективностью и достиг в этом отношении выдающихся результатов” (с. 8). Наряду с научно-теоретическими работами по береговедению, в сборнике представлено несколько статей, содержание которых связано с зарождающимся геоэкологическим направлением в берегопользовании, а также с успешно развивающимся инженерно-географическим.

Так, Н. А. Айбулатов одним из первых ввел понятие “*геоэкология береговой зоны моря*”. Ведь антропогенное воздействие на береговую среду, ее экосистемы в особенности, стали уже сопоставимы с ролью естественных процессов. Выяснению общих черт антропогенного пресса на природу береговой зоны посвящена интересная работа Ю. В. Артюхина с акцентом на перестройку экосистемы под таким воздействием. Ю. Д. Шуйский вы-

полнил дальнейшие разработки теории баланса наносов в береговой зоне, указал ее прикладные направления. В обстоятельной статье А. Г. Кикнадзе (в соавторстве) отмечена решающая роль В. П. Зенковича во внедрении новой формы организации берегозащитных мероприятий в виде НПО “Грузморберегозащиты”. Показана важность использования фундаментальных положений береговой науки не только для восстановления, но и улучшения естественного ландшафта и рекреационных ресурсов. Правительство Грузии высоко оценило деятельность В. П. Зенковича, присвоив ему почетное звание Заслуженного деятеля науки и техники Грузинской ССР. По справедливому мнению авторов сборника, награждение явилось лучшим юбилейным подарком Всеволоду Павловичу Зенковичу.

Существенно, что на базе статей И. А. Айбулатова и Ю. В. Артюхина была создана монография по геоэкологии шельфа и морских берегов, в которой впервые было дано определение и поставлены задачи при рассмотрении их как ландшафтной системы, как зоны ноосферы. Большой интерес вызывает и предложенная концепция экологической безопасности шельфа и морских берегов [4]. Несколько ранее Ю. В. Артюхиным [8] была опубликована монография “Антропогенный фактор в развития береговой зоны моря”, предпринята первая попытка по разработке теоретических и прикладных проблем антропогенного воздействия на береговую зону. Преимущественно на материалах инженерно-географических исследований грузинских берегов была опубликована монография Ф. Г. Меладзе [60].

*Работы последователей В. П. Зенковича.* Примечательно, что через десятилетие, в начале первого года XXI века, 4–5 февраля 2000 года, была проведена XX Международная береговая конференция, посвященная 90-летию со дня рождения В. П. Зенковича — создателя отечественной и международной школы исследователей морских берегов. Организаторами конференции являлись научно-исследовательские учреждения: Институт океанологии имени П. П. Ширшова (в особенности — ее Лаборатория шельфа и морских берегов им. В. П. Зенковича) и Рабочая группа “Морские берега” Российской Академии наук, а также научно-производственные институты в рамках проектов “Геоэкология сопряжения суши и моря” и “Гармонизация отношений пользователей различными природными ресурсами морей Российской Федерации”. В работе конференции приняло участие более 60 представителей из ряда стран — России, стран ближнего (Украина, Грузия) и дальнего (США, Германия) зарубежья. В память выдающегося ученого было прочитано около 100 докладов, посвященных глобальным и региональным проблемам науки о морских берегах, содержание которых было опубликовано в сборнике научных статей “Человечество и береговая зона Мирового океана” [77]. Весьма заметным являлось уделение внимания научно-прикладным проблемам, что способствовало развитию успешно формирующегося берегопользования в береговой науке.

Обращает на себя внимание, что среди нескольких пленарных докладов с научно-теоретическим содержанием был представлен и научно-прикладной доклад “Некоторые проблемы геоэкологии береговой зоны морей России и пути их решения”, сделанный Н. А. Айбулатовым [2]. В нем

особо подчеркнуто: контактная “зона суша-море” в последние десятилетия интенсивно подвергается хозяйственной деятельности человека, связанной с добычей минеральных и биологических ресурсов, развитием рекреации и гидротехнического строительства и т. п. Главное, такая деятельность оказывает преимущественно отрицательное воздействие на развитие прибрежных экосистем, поэтому в создавшихся условиях приобретает перво-степенное значение разработка основ рационального природопользования.

Знаменательно и то, что наряду с научно-теоретическими секциями — “Гидродинамики” и “Геоморфологии морских берегов”, работала секция научно-прикладная — “Геоэкологии и комплексного управления прибрежными зонами”. Привлек внимание доклад с общей берегопользовательской направленностью, зачитанный Н. А. Айбулатовым и Ю. Г. Михайличенко, “Проблемы комплексного управления прибрежными зонами России” с постановкой задач по такому управлению [5]. Геоэкологическому описанию юго-восточной части Баренцева моря с новыми данными был посвящен доклад Н. Н. Дунаева. Интерес вызвал доклад И. И. Волковой и О. И. Рябковой “О влиянии природных и антропогенных факторов на дюнные ландшафты побережья юго-восточной Балтики” [12]. Значительная часть выступлений была посвящена результативным инженерно-географическим докладам, связанным с возможностями портового строительства на Азово-Черноморском побережье России (Г. И. Литвиненко и др.), оценки таких возможностей для грузинского Причерноморья (А. Г. Кикнадзе и др. [44]), современному состоянию береговой зоны и берегозащиты на Российском побережье Черного и Азовского морей (В. М. Шахин и др. [78]), применению инженерного метода изучения гидравлики береговых зон (В. П. Мальдев) и другие, не менее интересные.

Кроме того, во время конца XX — начала XXI века вышел в свет большой ряд статей и несколько крупных монографий по проблемам берегопользования и его основных направлений. Капитальным является труд Ю. С. Долотова [19]. Этот автор обобщил огромные материалы отечественных и зарубежных исследований по рациональному природопользованию. В монографии содержится более 880 источников! Важно, что пришло время в развитии учения о морских берегах, когда автор, будучи по университетскому образованию отраслевым геоморфологом, в основу своего монографического исследования положил комплексный географический подход к разработке научно-прикладных проблем рационального природопользования прибрежной среды и восполнения ее ресурсов (в обстановке интенсификации антропогенного давления). Как отмечалось выше, В. П. Зенкович еще в 1979 г. указал на необходимость использования в береговых исследованиях экономического и экологического подходов. Вскоре и появились первые статьи с таким содержанием [16–18].

Среди учеников В. П. Зенковича видное место занимает Ю. Д. Шуйский, который в 80–90-е годы основал школу “береговедов” в Украине. В своих работах он фактически создал теорию баланса наносов, которая лежит в основе любого вида природопользования в береговой зоне моря [79, 80]. На основе этой теории им была разработана стратегия рацио-

нальной застройке береговой зоны моря (и антропогенного возмущения природного режима вообще), позволяющая выбирать строго определенные участки берега и при этом не нарушать гармонию между строительным объектом и окружающей природой [81]. Причем, Ю. Д. Шуйский считает, что экологический подход является несовершенным для берегового природопользования, которое требует для себя комплексного управления береговой средой. В этом случае успех может быть обеспечен системным географическим подходом, который в состоянии сохранить ландшафтное разнообразие в береговой зоне. В качестве базы Ю. Д. Шуйским создана специальная Лаборатория рационального природопользования при кафедре физической географии и природопользования Одесского национального университета им. И. И. Мечникова.

Капитальным, знаковым трудом, построенным на основе теории береговедения, является монография другого одесского представителя международной школы В. П. Зенковича — профессора Выхованец Г. В. “Эоловый процесс на морском берегу” [13]. Большая библиография (около 250 источников), в т. ч. около сотни новейших иностранных, позволила охватить самые совершенные из современных выводы по данной проблеме. Авторский анализ условий формирования эолового рельефа на морских берегах позволил необычно подойти к представлениям о географической зональности эолового морфогенеза и установить широкий круг его отличий на морских берегах, с одной стороны, и в песчаных пустынях, с другой стороны. В монографии представлены результаты исследований нескольких сценариев путей развития эолового рельефа на берегах морей, установлены соотношения ширины и объема наносов на эоловой гряде, определены значения коэффициента эолового сноса и скоростей роста эоловых форм, построена и проанализирована ландшафтная структура песчаных берегов с эоловым рельефом, изучена вертикальная структура ветропесчаного потока, оценено соотношение пространства и времени в развитии эолового процесса и др. Все эти результаты необходимы для рационального использования природных ресурсов и берегового природопользования в береговой зоне моря на весьма ранимых и неустойчивых песчаных берегах морей.

Первыми в Украине и одними из первых в СССР одесские “береговики” стали исследовать проблему влияния современных изменений климата на морские берега. На основании теории береговедения были оценены и количественно представлены не только значения относительных колебаний уровня Черного и Азовского морей, но и сценарии реакции различных форм прибрежно-морского рельефа на эти колебания, возможные сценарии изменения берегов в XXI столетии, были намечены участки простого затопления, активизации абразии и динамически стабильные. Первые результаты этих исследований были доложены в 1978 г. в МГУ, а в 1981 г. на базе Одесского университета состоялась международная конференция по Международной программе геологической корреляции ЮНЕСКО. Научные доклады одесских ученых по данной проблеме прозвучали в 1986 г. и 1989 г. в Таллинне, в 1990 г. в Вашингтоне и Баку, в 1994 г. в Гдыне (Польша) и Новом Орлеане (США), в 1995 г. в Нанте (Франция), в 1996 г.

в Амстердаме (Голландия), в 2000 г. в Гамбурге (Германия), в 2001 г. в Киеве и т. д. Доложенные результаты исследований весьма важны для перспективного планирования берегового природопользования на ближайшие десятилетия.

Таким образом, достижения учеников и последователей В. П. Зенковича, представителей его научной школы непрерывно обеспечивали гармоничное, оптимальное природопользование в береговой зоне морей.

**Теория и практика берегового природопользования.** Несколько позднее вопросы методологии, теории, практики берегового природопользования были рассмотрены в монографии В. И. Лымарева [55]<sup>1</sup>. С комплексных позиций определена географическая база берегопользования с ее составляющими — физико-географической, социально-экономической и инженерно-географической. Установлены основные концепции и принципы берегового природопользования. В соответствии с учением о ноосфере В. И. Вернадского, выделены главные типы природопользования ноосферы. Большое внимание уделено береговому мониторингу как актуальной прикладной проблеме рационального природопользования. Известно, что в 1990 г. В. П. Зенкович принял участие в работе IX съезда Географического общества СССР, представив доклад по актуальной проблеме берегопользования — о кадастре и мониторинге береговой зоны морей СССР. Это была одна из его последних опубликованных работ.

Появились новые основополагающие труды по геоэкологии (физической географии) шельфа и берегов, в которых значительное внимание уделялось разработке прикладных проблем такими известными исследователями как Г. А. Сафьянов, В. В. Денисов, Н. А. Айбулатов. Одним из первых Г. А. Сафьяновым в учебном пособии “Геоэкология береговой зоны океана” [73] было рассмотрено основополагающее понятие береговой среды, причем, как в аспекте среды жизни, так и геосистемы береговой зоны. Важно, что акцент был сделан на описании биотопов — скальных грунтов, песчаных пляжей, приливных осушек и маршей, коралловых рифов и лагун. Особый интерес вызывает завершающий раздел работы “Береговая среда и человек”. Интенсивная производственная деятельность оказывает все усиливающееся влияние на изменение притока воды в прибрежную зону. Г. А. Сафьяновым подчеркнута, что результатом такого воздействия прежде всего является нарушение баланса наносов, деградация и загрязнение береговой зоны. Этим развивается учение о потоках прибрежных наносов В. П. Зенковича [28], которым впоследствии была посвящена его учеником Ю. Д. Шуйским специальная монография [79].

Крупный вклад внесен В. В. Денисовым [15] в разработку эколого-географической основы устойчивого развития природопользования в шельфовых морях Арктики, что в отношении береговой зоны ныне признается важнейшей научно-прикладной проблемой. Для ее решения цитированным автором использовался интеграционный “подход, сделанный с эко-

---

<sup>1</sup> До этого проблемы берегового природопользования им были освещены в научно-популярном издании, автор В. И. Лымарев [53].

лого-географическим акцентом”. Это было подкреплено рассмотрением данной проблемы на региональном и локальном уровнях, произведенном на материалах Мурманского побережья Баренцева моря. Существенно, что В. В. Денисовым уделено большое внимание теоретико-методологическим проблемам экологической географии моря, которые составляют основу рационального природопользования применительно к прибрежной зоне. При этом разработка основ ее гармоничного природопользования производилась в комплексе с инженерно-географическими изысканиями на нефтегазовых месторождениях шельфа Баренцева моря [59].

Большое значение для дальнейшего развития берегопользования имел выход в свет обстоятельного монографического исследования Н. А. Айбулатова [3] — одного из видных учеников В. П. Зенковича, никогда не забывавшим своего учителя. В монографии во всей полноте рассмотрена деятельность России, и не только хозяйственная, но и оборонная, в береговой зоне и на шельфе с точки зрения геоэкологии. Многочисленные материалы обобщены в двух аспектах — производственно-региональном и управленческом. Довольно подробно охарактеризованы хозяйственные отрасли в связи с возможными решениями экологических проблем в региональном аспекте, применительно к прибрежно-морским отраслям социально-экономической деятельности. Среди них — добыча углеводородов и их транспортировка; строительство морских портов; дампинг отходов; морская рекреация и оборонная деятельность. Отмечено, что все еще не регулируются взаимоотношения между этими отраслями, поэтому их налаживание является важной задачей.

Выполненный на географической основе анализ отраслевых материалов позволил Н. А. Айбулатову [3, 4] внести существенный вклад в разработку такого важнейшего теоретического представления как концепция мониторинга, направленная на обеспечение прибрежного управления (в его понимании — природопользования, с чем в целом можно согласиться). Особое внимание уделено развитию предъявляемых общих требований к системе мониторинга, а также к организации сбора и обработки данных мониторинга. Применительно к России рассмотрены возможности гармоничного развития природопользования (“управления”) прибрежной зоной. Определены основные положения в проекте Закона “О прибрежном управлении”, в котором подчеркнуто, что “...Главная цель комплексного управления прибрежными зонами (КУПЗ) состоит в том, чтобы гармонизировать интересы потребителей прибрежных ресурсов и необходимость обеспечить долговременное непрерывное использование этих ресурсов” ([3], с. 281). Рекомендованы важнейшие направления в исследованиях научно-прикладной проблемы “Человек — береговая среда”. Тем самым Н. А. Айбулатовым была подтверждена актуальность этой проблемы в наступившем XXI веке и рекомендованы пути усовершенствования.

Береговые инженерно-географические исследования, которым В. П. Зенкович уделял большое внимание в последние десятилетия, усиленно развивались его учениками и последователями, в особенности на Черном море, где берегозащитные работы успешно продолжались коллективом

НПО “Грузберегозащита”<sup>1</sup>. Акцент делался на управление процессами пляжеобразования [34, 37, 43, 44, 60]. Примечательно, что при проведении берегозащитных мероприятий стали применяться комплексный географический подход, способствующий более полному решению проблем в рамках берегового природопользования. Преимущественно на материалах российских берегов Черного моря была опубликована К. Н. Макаровым важная работа “Основы проектирования берегозащитных мероприятий” [58]. Интерес вызывают проведенные на Азово-Черноморском побережье России исследования, которые выявили необходимость организации комплексных инженерных мероприятий [78]. Для украинского побережья Черного моря было выполнено исследование по определению приоритетов природопользования [82].

На Балтийском море актуальные вопросы берегозащиты для Калининградской области рассмотрены В. Л. Болдыревым [9] в тесной связи с географическими проблемами береговой зоны. Инженерно-географический подход использовался в Финском заливе на портостроительных работах в устье Луги, проводимых с учетом социальной, экологической и экономической обстановки [76]. Такой комплексный аспект свойствен и инженерно-географическим исследованиям, выполняемым в прибрежной зоне арктических морей, о чем уже упоминалось ранее [15]. Подобные работы велись и на морях Дальнего Востока, в частности, в прибрежной зоне Сахалина в связи с разработкой нефтегазовых месторождений [71], и на Черном море в пределах Украины [13, 74, 80, 81]. В наше время на их базе формируется прикладное берегопользование со свойственным ему предметом, методами, направлениями [10, 55, 81]. Во всем этом большая заслуга принадлежит Всеволоду Павловичу Зенковичу — замечательному исследователю и ученому.

## **Выводы**

1. Профессор В. П. Зенкович является основателем географической науки “береговедение”. В рамках ее теории решается ряд задач по сохранению структуры и функций природной системы береговой зоны морей и в то же время обеспечивается нормальная безаварийная эксплуатация сооружения или другого полезного объекта.

2. Создание теории береговедения — это длительная работа, выполненная В. П. Зенковичем и его помощниками и сторонниками. Накопление необходимого научного материала происходило в результате исследования береговой зоны на различных морях, в разных странах, в разных физико-географических условиях, на в разной степени освоенных берегах и с различной степенью воздействия антропогенного пресса.

3. Созданная В. П. Зенковичем научная школа береговедения обеспечила широкие и углубленные региональные и глобальные исследования

---

<sup>1</sup> В пределах Украины берегозащитные исследования велись учеными Института гидромеханики этой республики [74], проектными институтами “ЧерноморНИИпроект”, “Укрюжги-прокоммунстроем”, фирмой “Инжзащита” из Ялты и другими.

природы береговой зоны его учениками и последователями. При этом существенное внимание уделялось проблемам эффективности хозяйственной деятельности и ее влиянию на состояние береговой зоны. В итоге создались условия для зарождения берегового (прибрежно-морского?) природопользования.

4. В настоящее время в рамках географической науки “береговедение”, под влиянием теоретических основ, разработанных В. П. Зенковичем и его учениками и последователями, сложилось научно-практическое направление “береговое оптимальное природопользование” на универсальной географической основе. Оно позволяет обеспечивать гармоничное состояние береговой зоны при антропогенном влиянии любой напряженности и любого типа, при различном режиме развития береговой зоны морей и океанов.

## Литература

1. Айбулатов Н. А., ред. Геоэкология береговой зоны моря // Проблемы развития морских берегов: Сб. научн. трудов. — Москва: Ин-т океанол. АН СССР, 1989.
2. Айбулатов Н. А. Некоторые проблемы геоэкологии береговой зоны морей России и пути их решения // Человечество и береговая зона Мирового океана: Сб. научн. трудов. — Москва: Изд-во ГЕОС, 2001.
3. Айбулатов Н. А. Деятельность России в прибрежной зоне моря и проблемы экологии. — Москва: Наука, 2005.
4. Айбулатов Н. А., Артюхин Ю. В. Геоэкология шельфа и берегов Мирового океана. — СПб.: Гидрометеониздат, 1993.
5. Айбулатов Н. А., Михайличенко Ю. Г. Разработка научно-правового обоснования Закона Российской Федерации “Об управлении прибрежными зонами” — НИР ВНИИЦ — Москва, 2000.
6. Айбулатов Н. А., Аксенов А. А. И на деревянных кораблях плавали железные люди. — Москва: Наука, 2003.
7. Алхименко А. П., Цветков В. Ю. Некоторые теоретические вопросы геополитики океана // Региональная организация и управление морехозяйственными комплексами страны. — СПб: Русск. Геогр. об-во, 1992.
8. Артюхин Ю. В. Антропогенный фактор в развитии береговой зоны моря. — Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовск. унив., 1989.
9. Болдырев В. Л. Экология берегозащиты // Проблемы физич. и эконом. географии Калининградской области: Сб. научн. трудов. — Калининград. ун-т, 1995.
10. Бровка П. Ф., Лымарев В. И. Основы береговедения: избранные лекции. — Владивосток: Изд-во Дальневосточного унив., 1997.
11. Всеволод Павлович Зенкович (1910–1994) // Геоморфология. — 1995. — № 1.
12. Волкова И. И., Рябова О. И. Влияние природных и антропогенных факторов на дюнные ландшафты побережья юго-восточной Балтики // Человечество и береговая зона Мирового океана: Сб. научн. трудов. — Москва: Изд-во ГЕОС, 2001.
13. Выхованец Г. В. Эоловый процесс на морском берегу. — Одесса: Астропринт, 2003.
14. Гембицкая Л. А. Из истории отечественного береговедения; по страницам дневников В. П. Зенковича // Прибрежная зона моря: морфолитодинамика и геоэкология: Сб. научн. трудов. — Калининград: Калининградский ун-т, 2004.
15. Денисов В. Е. Эколого-географические основы устойчивого природопользования в шельфовых морях (экологическая география моря). — Апатиты: Наука, 2002.
16. Дергачев В. А. Природно-хозяйственная контактная зона “суша-море” // Известия Всесоюз. Геогр. об-ва. — 1980. — Т. 112. — Вып. 1.
17. Дергачев В. А. Социально-экономические аспекты изучения береговой зоны океана // Вопросы географии. — 1982. — Вып. 119.

18. Дергачев В. А. Природно-хозяйственное районирование морей СССР // География и природные ресурсы. — 1985. — № 1.
19. Долотов Ю. С. Проблемы рационального использования и охраны прибрежных областей Мирового океана. — Москва: Научный мир, 1996.
20. Зенкович В. П. Промысловые карты грунтов губ Княжей, Вороньей и Белой // Труды ВНИРО. — 1933. — Т. 5.
21. Зенкович В. П. Дно и грунты Баренцева моря. — Ленинград: Пищепромиздат, 1936.
22. Зенкович В. П. Краткий обзор работ по изучению Мурманского побережья, проводимых ВНИРО // Учен. записки Московск. ун-та. География. — 1937. — Вып. 16.
23. Зенкович В. П. Дельта реки Дуная // Известия Всес. Геогр. об-ва. — 1943. — Т. 75. — Вып. 4.
24. Зенкович В. П. Динамика и морфология морских берегов. — Часть 1: Волновые процессы. — М. — Л.: Морской транспорт, 1946.
25. Зенкович В. П. Изучение динамики берегов Западного Крыма // Вопросы географии. — 1947. — Сборник 3.
26. Зенкович В. П. Кадастр берегов морей СССР // Труды Инст. океанологии АН СССР. — 1954. — Т. 10.
27. Зенкович В. П. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. — Москва: Изд-во АН СССР, 1958, Т. 1; 1960а, Т. 2.
28. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. — Москва: Изд-во АН СССР, 1962а.
29. Зенкович В. П. Изучение морских берегов в Голландии и защита их от размыва // Океанология. — 1962б. — Т. II. — № 4.
30. Зенкович В. П. Комитет охраны морских берегов ОАР // Океанология. — 1964. Т. IV. — № 2.
31. Зенкович В. П. Проблемы динамики береговой зоны Черного моря // Инженерная защита берегов Черного моря: Сб. научн. трудов. — Киев: Будивельник, 1968.
32. Зенкович В. П. Динамика береговой зоны как основа для проектирования берегозащиты // Проблемы изучения берегов Грузии: Сб. научн. трудов. — Тбилиси: Мецниереба, 1976.
33. Зенкович В. П. Научная конференция по морским берегам // Геоморфология. — 1979. № 2.
34. Зенкович В. П. Пути и возможности применения передового опыта в охране морских берегов // Материалы 1-й Республиканской конференции по проблемам охраны природы. — Тбилиси: Мецниереба, 1980.
35. Зенкович В. П. Двадцать лет работы Береговой секции Океанографической комиссии при Президиуме Академии наук СССР // Береговая зона моря: Сб. научн. трудов. — Москва: Наука, 1981.
36. Зенкович В. П. Пицунда — радость наша и тревога. — Тбилиси: Сабчота Сакартвело, 1984а.
37. Зенкович В. П. От теории к практике /проблемы защиты морских берегов // Геоморфология. — 1984б. — № 4.
38. Зенкович В. П. Из зарубежного опыта морской берегозащиты // Природные основы берегозащиты: Сб. научн. трудов. — Москва: Наука, 1987.
39. Зенкович В. П. Исследования береговой зоны моря в СССР и за рубежом // Теоретические проблемы развития морских берегов: Сб. научн. трудов. — Москва: Наука, 1989.
40. Зенкович В. П. Кадастр и мониторинг береговой зоны морей СССР. — Ленинград: Геогр. об-во СССР, 1990.
41. Зенкович В. П., Жданов А. М. Почему оскудевают черноморские пляжи? // Природа. — 1960б. — № 4.
42. Зенкович В. П., Ионин А. С., Каплин П. А., Медведев В. С. Берега Тихого океана (Серия: Тихий океан). — Москва: Наука, 1967.
43. Кикнадзе А. Г. и др. От берегоукрепления — к урегулированию процессов берегоформирования // Проблемы развития морских берегов: Сб. научн. трудов. — Москва: Ин-т океанол. СССР, 1989.
44. Кикнадзе А. Г. и др. Конструктивно-географическая оценка портового потенциала грузинского Причерноморья // Человечество и береговая зона Мирового океана: Сб. научн. трудов. — Москва: Изд-во ГЕОС, 2001.

45. *Краснопольский А. В.* Зенкович Всеволод Павлович // Отечественные географы (1917-1992) — Библиографический справочник (в 3-х томах). / Том 1. (А-К), 1993.
46. *Леонтьев О. К.* Основы геоморфологии морских берегов. — Москва: Изд-во Московск. унив., 1961.
47. *Леонтьев О. К.* Рецензия на книгу В. П. Зенковича “Основы учения о развитии морских берегов” // Вестник АН СССР. — 1962. — № 10.
48. *Леонтьев О. К., Халилов А. И.* Природные условия формирования берегов Каспийского моря. — Баку: Изд-во АН АзССР, 1965.
49. *Леонтьев О. К., Сафьянов Г. А.* Каньоны под морем. — Москва: Мысль, 1973.
50. *Леонтьев О. К., Никифоров Л. Г., Сафьянов Г. А.* Геоморфология морских берегов. — Москва: Изд-во Московск. унив., 1975.
51. *Лонгинов В. В.* К вопросу о составлении кадастра морских берегов // Труды Инст. океанологии АН СССР. — 1954. — Том 10.
52. *Лымарев В. И.* Берега Аральского моря — внутреннего водоема аридной зоны. — Ленинград: Наука, 1967.
53. *Лымарев В. И.* Морские берега и человек. — Москва: Наука, 1986.
54. *Лымарев В. И.* В. П. Зенкович и исследование морских берегов // Известия Русск. Геогр. об-ва. — 1996. — Т. 128. — Вып. 3.
55. *Лымарев В. И.* Береговое природопользование: вопросы методологии, теории, практики. — СПб: Изд-во Рос. госуд. гидромет. унив., 2000.
56. *Лымарев В. И.* В. П. Зенкович — создатель отечественной школы исследователей морских берегов // Человечество и береговая зона Мирового океана: Сб. научн. трудов. — Москва: Изд-во ГЕОС, 2001.
57. *Лымарев В. И.* Основатель современного учения о морских берегах (В. П. Зенкович) // Отечественные исследователи прибрежных зон морей и океанов. — Архангельск: Изд-во Поморск. унив., 2002.
58. *Макаров К. Н.* Основы проектирования берегозащитных мероприятий. — Краснодар: Кубань, 1996.
59. *Матишов Г. Г. и др.* Научно-методические и практические особенности экологической оценки Штокмановского газоконденсатного месторождения в Баренцевом море // Современное состояние и перспективы исследований экосистем Баренцева и Карского морей и моря Лаптевых. Мурманск, 1995.
60. *Меладзе Ф. Т.* Инженерные решения защиты морских берегов. — Тбилиси: Изд-во Груз. технич. универ., 1993.
61. *Морская геоморфология: Терминологический справочник* // Под ред. В. П. Зенковича и Б. А. Попова. — Береговая зона: процессы, понятия, определения. — Москва: Мысль, 1980.
62. *Петров К. М.* Подводные ландшафты Черноморского побережья Северного Кавказа и Таманского полуострова // Известия Всесоюз. Геогр. об-ва. — 1960. — Т. 90. — Вып. 5.
63. *Петров К. М.* Подводная растительность береговой зоны Каспийского моря у берегов Азербайджана // Опыт геолого-геоморфологических и гидробиологических исследований береговой зоны моря: Сб. научн. трудов. — Ленинград: Наука, 1967.
64. *Петров К. М.* Береговая зона моря как ландшафтная система // Известия Всесоюз. Геогр. об-ва. — 1971. — Том 103. — Вып. 5.
65. *Петров К. М.* Подводные ландшафты: теория, методы исследования. — Ленинград: Наука, 1989.
66. *Петров К. М.* Биогеография океана: биологическая структура глазами географа. — СПб.: Изд-во С. — Петербургск. унив., 1999.
67. *Петров К. М.* Бионика. — СПб: Изд-во С. — Петербургск. унив., 2004.
68. *Проблемы изучения берегов Грузии* // Под ред. В. П. Зенковича: Сб. научн. трудов к XXIII Международному географическому конгрессу 1976 г. — Тбилиси: Мецниереба, 1976.
69. *Проблемы развития морских берегов* // Под ред. Н. А. Айбулатова. — Москва: Изд-во Инст. океанологии АН СССР, 1989.
70. *Природные основы берегозащиты:* Сб. научн. трудов // Под ред. В. П. Зенковича и С. А. Лукьяновой. — Москва: Наука, 1987.
71. *Природопользование в прибрежной зоне: проблемы управления на Дальнем Востоке:* Сб. научн. трудов // Под ред. П. Ф. Бровко. — Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2001.

72. *Руководство по методам исследований и расчетов перемещения наносов и динамики берегов при инженерных изысканиях* // Отв. ред. Л. А. Логачев, Н. М. Костяницын, В. П. Зенкович. — Москва: Гидрометеиздат, 1975.
73. *Сафьянов Г. А. Геоэкология береговой зоны океана.* — Москва: Изд-во Московск. унив., 2000.
74. *Сокольников Ю. Н. Инженерная морфодинамика берегов и ее приложения.* — Киев: Наукова думка, 1976.
75. *Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах.* — Новосибирск: Наука, 1978.
76. *Цветков В. Ю. Морехозяйственный комплекс России в Финском заливе // Морехозяйственный комплекс России: Сб. научн. трудов.* — СПб, 2005.
77. *Человечество и береговая зона Мирового океана в XXI веке* // Сб. научн. трудов: Отв. ред. М. Н. Виноградов. — Москва: Изд-во ГЕОС, 2001.
78. *Шахин В. М., Гречищев Е. К., Рыбка В. Г. и др. Современное состояние береговой зоны и берегозащитных сооружений Черного и Азовского морей в пределах Краснодарского края // Человечество и береговая зона Мирового океана в XXI веке: Сб. научн. трудов.* — Москва: Изд-во ГЕОС, 2001.
79. *Шуйский Ю. Д. Проблемы исследования баланса наносов в береговой зоне морей.* — Ленинград: Гидрометеиздат, 1986.
80. *Шуйский Ю. Д. Типи берегів Світового океану.* — Одеса: Астропринт, 2000.
81. *Шуйский Ю. Д. Основы стратегии строительства в береговой зоне Черного и Азовского морей / Исследования береговой зоны моря. Сб. научн. статей: Гл. ред. Ю. Д. Шуйский.* — Киев: Карбон Лтд, 2001.
82. *Шуйский Ю. Д., Золотов А. В. Обоснование приоритетов природопользования в прибрежной акватории и приморской территории Украины // Исслед. береговой зоны морей: Сб. научн. трудов.* — Киев: Карбон Лтд, 2001.
83. *Шуйский Ю. Д., Амброз Ю. А., Выхованец Г. В., Елисеєва Е. В. и др. Развитие береговедения в Одесском национальном (государственном) университете им. И. И. Мечникова // Вестник Одесск. национальн. университета им. И. И. Мечникова.* — 2005. — Т. 10. — Вып. 6. — С. 146 — 159.
84. *Johnson D. W. Shore processes and Shoreline development.* — New York, 1919.

**В. Й. Лимарєв**, професор

Кафедра промислової океанології,

Російський держ. гідрометеорол. університет,

Просп. Малоохтинський, 98, Санкт-Петербург-196,

195196, Російська Федерація

## **ПРОФЕСОР В. П. ЗЕНКОВИЧ ТА СУЧАСНЕ ПРИБЕРЕЖНО-МОРСЬКЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

### **Резюме**

Професор Зенкович Всеволод Павлович (1910–1994 рр.) був фундатором географічної науки “берегознавство”. Розвиток теорії науки ним та його учнями і послідовниками обумовило появу нового наукового напрямку — прибережно-морське природокористування. Ця стаття підготовлена у зв’язку із 100-річчям від дня народження В. П. Зенковича 4 лютого 2010 р.

**Ключові слова:** берегознавство, В. Зенкович, наука, практика, порт, берегозахист, навігація, природокористування, природа.

**V. I. Lymarev**, professor

Dept. of Practical Oceanology,  
Russian State Hydrometeorological University,  
Malookhtinskiy Avenue, 98, S. — Peterburg-196,  
195196, Russian Federation

**PROFESSOR VSEVOLOD P. ZENKOVICH AND MODERN COASTAL  
USAGE OF NATURAL RESOURCES**

**Summary**

In February 4, 2010, will set in 100 years after the Birth Day of Prof. V. P. Zenkovich. He is famous scientist, who was founder of Theoretical Coastal Sciences. This geographical Theory was used for development of practical coastal direction of optimal usage of natural Resources. This article is devoted to Zenkovich's Jubilee.

**Key words:** coastal sciences, V. Zenkovich, practice, sea port, shore defence, navigation, nature.

**Л. В. Міщенко,**  
доцент, канд. географ. наук

## МЕТОДОЛОГІЯ, МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПРОВЕДЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО АУДИТУ ТЕРИТОРІЙ (НА ПРИКЛАДІ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ)

Розроблені методи екологічної оцінки техногенного впливу на ландшафти і його складові — геологічне середовище, рельєф, ґрунтовий і рослинний покрив, гідросферу і атмосферу. Залежно від аналітичних даних за вмістом хімічних елементів-забруднювачів розраховані геохімічні коефіцієнти і показники, які дають можливість якісно та кількісно оцінити екологічний стан усіх компонентів ландшафту, скласти відповідні карти і розробити прогноз зміни навколишнього середовища залежно від того або іншого сценарію соціально-економічного розвитку регіону, області, району, населеного пункту або підприємства.

**Ключові слова:** екоаудит, техногенний вплив, кларк, екологічна безпека.

**Актуальність теми.** В Україні відсутня єдина методологія екологічної безпеки на державному рівні. Забезпечення екологічної безпеки є комплексним. Прогресивні зрушення, які започатковують в Україні розвиток нової ідеології забезпечення безпеки життєдіяльності у техногенному середовищі, мають бути підтримані необхідними трансформаційними змінами самої системи національної безпеки. Ці зміни мають стосуватися формування такої складової як національна система управління екологічною безпекою.

Згідно з паспортом ВАКівської спеціальності 21.06.01 — екологічна безпека з технічних наук, це “визначення і обґрунтування ступеню відповідності наявних або прогнозованих екологічних умов міжнародним стандартам якості довкілля, завданням збереження здоров’я людини, забезпечення сталого соціально-економічного розвитку та потенціалу держави, захисту та відновлення навколишнього середовища. Екологічна безпека поєднує природну та техногенну складові і повинна забезпечити гармонійний розвиток системи “господарство-природа-людина”.

**Мета роботи.** У зв’язку з цими обставинами та різним змістом, який вкладають у термін “екологічна безпека” різні дослідники, ми вважаємо за необхідне запропонувати своє бачення структури екологічної безпеки. Вона не повинна бути аморфною, невизначеною, у кожного автора своєю. Вона повинна складатися з відомих усім екологам-науковцям і практикам-природоохоронцям процедур, які законодавчо прийняті у нас і за кордоном, що дозволяють контролювати, слідкувати за змінами, прогнозувати, а значить і керувати станом довкілля. При цьому екологічна безпека повинна охоплювати не тільки технічні об’єкти, а й території. Ми пропонуємо таку структуру екологічної безпеки:

1) оцінка сучасної екологічної ситуації та сучасного стану всіх компонентів довкілля (екологічний аудит); 2) оцінка впливів на навколишнє середовище техногенних об'єктів (ОВНС); 3) екологічний моніторинг території, особливо в зоні впливу техногенних об'єктів; 4) прогноз розвитку та моделювання екологічної ситуації в залежності від різних сценаріїв розвитку території; 5) управління екологічною ситуацією з метою її оптимізації (екологічний менеджмент).

Розглянемо першу складову структури екологічної безпеки — екологічний аудит територій — екологічну оцінку всіх компонентів довкілля та вплив її на здоров'я населення та процедуру виконання на прикладі Карпатського регіону.

**Із історії досліджень.** Найближчими українськими термінологічними еквівалентами визначення “екологічний аудит” можна вважати такі терміни, як “екологічне обстеження”, “екологічний огляд”, “екологічна оцінка”, “визначення сучасної екологічної оцінки”. Тобто екологічний аудит встановлює діагноз “екологічного здоров'я” підприємства або території, спроможність його “технологічного організму”, виробничих систем самоочищатися і не забруднювати навколишнє середовище, виробляти екологічно чисту продукцію і бути привабливим для залучення інвестицій. Саме з такою метою західні компанії звертаються до екологічних аудиторів (юридичних або фізичних осіб), які можуть об'єктивно оцінити екологічний стан підприємства або території, визначити існуючі відхилення від норми, тобто від вимог чинного природоохоронного законодавства або міжнародних стандартів, та намітити заходи щодо приведення виробничої діяльності підприємства у відповідність з цими вимогами.

Характерними особливостями екоаудиту є його незалежність, конфіденційність, об'єктивність, системність, компетентність, ліцензійність та відповідність цілям, які визначаються замовником при укладанні договору на проведення екоаудиту. Всі ці особливості стандартизуються як на міжнародному (ISO 14 000), так і на державному (ДСТУ ISO 14 000–97) рівнях. В. Я. Шевчук та Г. О. Білявський [14] визначають, що екологоаудиторська діяльність може здійснюватись на рівнях: державних установ; галузі для оцінювання відповідності загальній екологічній політиці; розв'язання конкретної екологічної проблеми; території (регіону, місцевості) або підприємства.

Екологічний аудит, як пишуть В. Я. Шевчук, Ю. М. Саталкін і В. М. Навроцький [15], це поняття, яке для України “...є новим, тоді як у розвинених державах світу воно відоме вже упродовж 20–30 років. З початку 70-х років компанії країн Західної Європи і Північної Америки притягуються до юридичної відповідальності за заподіяну шкоду навколишньому середовищу. Пов'язані з цим значні фінансові (екологічні) збитки примусили їх зайнятися оцінюванням відповідності своєї діяльності нормам екологічного законодавства. За деякими ознаками таке оцінювання формально відповідало фінансовому аудиту, тому дістало назву *екологічного аудиту*”.

До середини 80-х років ХХ ст. екологічний аудит сформувався як напрямок внутрішнього управління для посилення контролю за діяльністю

підприємств. Цей напрямок, або функція, загального управління (екологічний аудит) був прийнятий і введений Міжнародною торговою палатою і включав також оцінку відповідальності стратегії діяльності компанії (корпорації) нормам екологічного законодавства.

Екологічний аудит набув великого поширення в промислово розвинених країнах — Канаді, Великобританії, Нідерландах, США, Швеції, країнах ЄС. Серед перших розробників власних програм екологічного аудиту були компанії US Steel, Allied, Chemical Occidental Petroleum. У 1984 р. Національне агентство з охорони навколишнього середовища США розробило концепцію екологічного аудитування для федеральних агентств. Близько 40 різних федеральних агентств до 1987р. розробили власні програми екоаудиту.

У США та інших країнах екологічний аудит у понятійному плані стає не тільки перевіркою стану підприємств на предмет відповідності вимогам природоохоронного законодавства, але й основою для розроблення заходів щодо запобігання можливим його порушенням. Відтак, екоаудит перетворюється з бюрократичного інструменту контролю за додержанням закону на економіко-правовий механізм стимулювання природоохоронної діяльності підприємств.

В Україні з 1995 р. по такому шляху пішли Міністерство охорони навколишнього природного середовища і незалежний Міжнародний фонд Дніпра, які за допомогою уряду Канади, що надавався через Центр досліджень міжнародного розвитку в місті Оттаві, почали запроваджувати екологічний аудит. У результаті була відпрацьована на різних галузевих підприємствах-представниках комплексна методологія проведення екологічного аудиту.

24 червня 2004 р. Президент України підписав прийнятий Верховною Радою Закон України № 1862-IV “Про екологічний аудит”.

Незважаючи на значний досвід еколого-аудиторської діяльності, офіційне визначення має тільки аудит у галузі охорони навколишнього природного середовища. Мається на увазі визначення екологічного аудиту в українському ДСТУ ISO 14 010–97: “Документально оформлений систематичний процес перевірки, який включає збирання і об’єктивне оцінювання доказів аудиту для встановлення відповідності визначених видів діяльності, заходів, умов, системи управління навколишнім середовищем та інформації з цих питань критеріям аудиту, а також який включає передачу результатів перевірки замовникові”.

Конкретно на досліджуваній нами території Карпатського регіону ландшафтно-геохімічне вивчення компонентів навколишнього середовища з відбором та аналізом проб для виявлення забруднення до наших робіт не проводилось. Були виконані лише детальні геологознімальні роботи спеціалістами Держкомгеології України, які виявили і зафіксували на карті значні порушення геологічного середовища карстовими, зсувними, ерозійними та іншими екологічно небезпечними екзогенними геодинамічними процесами. Ці дослідження були узагальнені в роботах Г. І. Рудька і О. М. Адаменка [13].

**Методика досліджень.** Для України і Карпатського регіону зокрема, проблеми екологічної оцінки територій розглядалися у роботах В. М. Гуцуляка [6], Л. Л. Малишевої [8], А. В. Мельника [10], Л. Г. Руденка з співавторами [12], Я. О. Адаменка [4], І. П. Ковальчука [7], І. М. Волошина [5], О. М. Маринича та П. Г. Шищенко [9], Г. І. Рудька [13], Л. В. Міщенко [11], О. М. Адаменка [1, 2, 3] та інших. Із цього огляду видно, що більшість робіт стосується проблем і методів екологічного моніторингу, еколого-ландшафтних досліджень, екологічного картування та ін. Звичайно, що усі ці роботи наближають нас до екологічного аудиту.

На сучасному етапі активно розвиваються методи еколого-ландшафтного, медико-екологічного, техногеохімічного картування різних регіонів України (А. В. Антонова, Н. Г. Важенин, І. О. Горленко, В. С. Горбатов, А. В. Дончева, В. С. Давидчук, А. П. Золовський, Р. Ф. Зарудна, М. Г. Зирін, М. І. Коронкевич, Б. І. Качуров, А. М. Молочко, Е. Є. Маркова, Г. О. Пархоменко, Л. Г. Руденко та багато інших). Детальні роботи такого плану найближче до регіону Прикарпаття виконані В. М. Гуцуляком [6] для Чернівецької, А. В. Мельником [10] для Івано-Франківської, І. М. Волошином [5] для Закарпатської областей. Важливе методичне значення для наших досліджень має робота Л. В. Міщенко [11] з оцінки екологічного стану територій ландшафтно-геохімічними методами.

На практиці еколого-аудиторська діяльність може бути набагато ширша за стандартне визначення, залежно від намірів замовника щодо використання екоаудиту.

**Отже, екологічний аудит — це визначення сучасної екологічної ситуації на певній території або об'єкті, тобто це сама основа, початок екологічного дослідження, коли ми знаємо нульовий екологічний фон, від якого починається відлік наступних його змін.**

Як же ми оцінюємо кількісні та якісні зміни в екологічному стані ландшафтів та його компонентів?

Для цього використовуються запропоновані В. Г. Гуцуляком коефіцієнти концентрації, кларки концентрації, сумарні показники забруднення та інші. Розрахунки цих кількісних показників дозволяють оцінити екологічні зміни довкілля, які поділяються на вісім екологічних станів, звичайно ж, це можливо виконати, якщо перед тим ми провели польові експедиційні дослідження, відібрали проби ґрунтів, поверхневих, ґрунтових, підземних вод, атмосферного повітря, донних відкладів, дощу і снігу, рослинності. Проаналізувавши ці проби на вміст у них основних забруднювачів, побудувавши відповідні бази даних, можна приступати до оцінки екологічного стану.

В кожному компоненті ландшафту (ґрунтах, воді, повітрі і т. д.) можна знайти велику кількість різних хімічних елементів, які до певних концентрацій не є шкідливими для людини, а навіть корисні та необхідні. Середній вміст елементів у земній корі (літосфері) називають кларком. Такі ж кларки розраховані для ґрунтів, вод і т. д. Але в кожному регіоні, у залежності від геологічної будови, типу ґрунту, географічної зональності та інших чинників, будують свої, характерні тільки для цього регіону,

середні вмісти того чи іншого елемента. Такий середній вміст називають **регіональним фоном**.

Таким чином, тільки ті вмісти елементів, які перевищують **кларк**, а потім і **фон**, можуть бути **аномальними**, а значить і шкідливими для нормального розвитку екосистем. Якщо ж вміст того чи іншого елемента в досліджуваному районі перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК), то цей елемент стає **токсичним**, тобто шкідливим для організму людини.

Аномальний вміст  $C_a$  визначається за формулою:

$$C_a = C_i - C_n - C_f,$$

де  $C_i$  — вміст елемента в досліджуваному компоненті ландшафту,  $C_f$  — його природній фон,  $C_n$  — кларк елемента.

Кларки елементів нам відомі, а фон треба розраховувати, виходячи із конкретного фактичного матеріалу.

При екологічних дослідженнях того чи іншого району визначається оптимальна мережа екологічних полігонів, на яких відбираються проби з відповідних природних середовищ. Після обробки інформації (аналізів) для кожної точки маємо конкретні дані або бази даних по вмісту хімічних елементів (табл. 1). Мережа екологічних полігонів для екологічного аудиту повинна визначатись таким чином, щоб були охоплені усі ландшафти кількома точками відбору проб у залежності від масштабу карти. Оптимальною вважається мережа, де відстань між полігонами складає в середньому 1 см на карті.

Розрахунки **фонового вмісту** того чи іншого елемента в тому чи іншому середовищі виконуються шляхом групування вмісту елементів за характерними їх інтервалами. По кожному інтервалу враховується середній вміст  $\bar{x}$  в своїй групі. Фоновий вміст  $C_f$  — це такий, що характеризує не менше 2/3 або 66,6% проб з мінімальним вмістом. Фон розраховується як сума середніх вмістів елемента не менш як у 66,6% проб, поділена на кількість цих проб (табл. 2). На еколого-техногеохімічну карту розповсюдження того чи іншого елемента в конкретному середовищі виносяться ізолінії його рівних концентрацій (ізоконцентрати —  $ik$ ), які повинні відповідати середньому вмісту  $\bar{x}$  елемента в кожному характерному інтервалі. Тобто ізолінії концентрацій елементів на картах проводяться не довільно, як іноді можна бачити на геохімічних картах, а тільки через характерні інтервали. Тільки тоді ізолінії будуть передавати характер розповсюдження елемента в середовищі доквілля. Це обґрунтовується характером розподілу вмістів того чи іншого елемента в своїх інтервалах.

**Поелементні** еколого-техногеохімічні карти вмісту того чи іншого елемента у компонентах ландшафтів будуються або “вручну”, шляхом інтерполяції даних від одного екологічного полігону до сусіднього, або в автоматичному режимі на ПЕОМ, користуючись програмами SURFER, MAP INFO, TNT mips та іншими. Коефіцієнт концентрації ( $K_c$ ) або аномальності хімічних елементів — це показник ступеня накопичення того чи іншого елемента на його фоновому вмісті.  $K_c$  визначається відношенням реального вмісту в даній точці кожного компонента доквілля до його фонового вмісту:

Таблиця 1

## Результати аналізів на вміст основних забруднювачів (а їх може бути від 12 до 21 і більше)

№.№ п/п	№.№ проб	Вміст елементів Сі, мг/кг, клас токсичності												Сумарний коефіцієнт забруднення СПЗ або Z <sub>c</sub>	
		I клас			II клас			III клас			IV клас				
		Hg	Cd	Zn	Cu	Pb	Ni	Co	Mo	Cr	Se	Fe	Al		
		2,1	0,6	23	3	32	4	5	0,2	0,05	не вста- нов- лено	не вста- нов- лено	не вста- нов- лено		
1		0	0	1,4	0,1	2,4	0,4	0,1	0,01	0	0,01	20,1	5,4	1,425594306	
2		0	0	1,6	5,4	2,6	0,1	0,2	0,03	0	0,02	35,4	6,9	3,941383339	
3		1,4	0,4	19,4	6,2	64,2	5,2	6,1	0,3	0,06	3,6	66,4	70,2	25,40167432	
4		1,5	0,5	18,6	6,1	5,4	0,1	0,1	0,01	0,04	0,03	60,3	91,3	12,82035361	
5		0	0	1,2	0,4	6,4	0,3	0,3	0,07	0	0,04	65,2	5,4	3,74764076	

Таблиця 2

Розрахунки фонових (Сф) і аномальних (Са) вмістів та ізольній рівних концентрацій — ізоконцентраг (ік) свинцю Рb в мг/кг для побудови еколого-техногеохімічних карт ґрунтів

		Інтервали вмісту						
		0,01–0,1	0,1–1,0	1,0–5,0	5,0–10,0	10,0–25,0	>25,0	
0								
0	0,03	0,8	1,1	1,1	9,65	14,3	41,2	
0	0,01	0,6	1,4	1,4	7,04	16,4	35,4	
0	0,01	0,95	2,3	2,3	9,55	12,3	26,6	
0	0,01	0,8	2,4	2,4	9,85	22,3	48,9	
0	0,03	0,9	1,9	1,9	7,05	21,4	38,7	
0	0,02	0,3	1,9	1,9	5,7	24,3	36,6	
	0,03	0,6	1,6	1,6	8,1	20,6	38,5	
	0,03	0,41	2,3	2,3	9,8	21,9	41,2	
	0,01	0,4	3,4	3,4	5,9	21,7	40,1	
	0,02	0,3	2,1	2,1	5,3	21,85	36,5	
	0,041	0,9	2,85	2,85	5,4		32,9	
	0,01		4,8		6,35			
	0,03		4,3		9,75			
	0,03		2,9					
			1,6					
			...					
$\sum_{n=1}^6 = 0$	$\sum_{n=1}^{14} = 0,311$	$\sum_{n=1}^{11} = 6,96$	$\sum_{n=1}^{34} = 86,35$	$\sum_{n=1}^{13} = 99,70$	$\sum_{n=1}^{10} = 197,05$	$\sum_{n=1}^{11} = 416,7$		
$\bar{x} = \frac{0}{6} = 0$	$\bar{x} = \frac{0,311}{14} = 0,022$	$\bar{x} = \frac{6,96}{11} = 0,63$	$\bar{x} = \frac{86,35}{34} = 2,54$	$\bar{x} = \frac{99,7}{13} = 7,7$	$\bar{x} = \frac{197,05}{10} = 19,7$	$\bar{x} = \frac{416,7}{11} = 37,9$		
ік = 0	ік = 0,022	ік = 0,63	ік = 2,54	ік = 7,7	ік = 19,7	ік = 37,9		
<p>Фон (Сф) (66 проб із 99, тобто 2/3 або 66,6%) = <math>\frac{0+0,311+6,96+86,35+5,3}{6+14+11+34+1} = 1,5</math>                  Аномальний вміст (Са) = <math>3 \cdot \Phi = 3 \cdot 1,5 = 4,5</math>                  Ізоконцентраги (ік) для карти: 0 — 0,022 — 0,63- 1,5 — 2,54 — 4,5 — 7,7- 20 — 37,9                  Сф Са ГДК</p>								

$$Kci = \frac{Ci}{C\phi},$$

де  $Ci$  — вміст  $i$ -того елемента в досліджуваному ландшафтному компоненті, мг/кг;

$C\phi$  — його природний фон, мг/кг;

$Kci$  — коефіцієнт концентрації (аномальності) елемента.

По базі даних вмісту елементів можна розрахувати коефіцієнти концентрації елементів в окремих компонентах довкілля для усіх екологічних полігонів.

Сумарний показник забруднення ( $Zc$  або **СПЗ**) компонента екосистеми (в нашому прикладі ґрунтів) розраховується за формулою В. М. Гуцуляка:

$$Zc = \sum_{i=1}^n Kci - (n-1),$$

де  $n$  — загальна кількість врахованих хімічних елементів (сумується значення  $Kci \geq 1$ ).

Сумарні показники забруднення того чи іншого компонента ландшафту характеризують його стійкість по відношенню до антропогенного тиску. Якщо останнє не перевищує здатність ландшафту до самоочищення, то виникають екологічні ситуації різної складності, які ми будемо оцінювати кількісно.

Таким чином, ми отримали поелементні бази даних коефіцієнтів концентрації ( $Kc$ ) і сумарного показника забруднення ( $Zc$ ) і тепер можемо побудувати **покомпонентні карти розподілу** цих параметрів на досліджуваній території, як шляхом інтерполяції “вручну”, так і в автоматичному режимі з допомогою ПЕОМ, користуючись програмами SURFER, COREL DRAW та різними методами побудови карт.

Аналіз таких карт показує геохімічний просторовий розподіл — аномалії на досліджуваній території по вмісту хімічних елементів у компонентах ландшафту. Це наближає нас до оцінки екологічного стану того чи іншого компонента ландшафту.

Сумарний показник забруднення хімічними елементами самого ландшафту ( $Zcl$ ) розраховується за формулою:

$$Zcl = \sum_{j=1}^m Zcj,$$

де  $l$  — ландшафт у цілому, з усіма його компонентами, з яких є аналітичні дані;

$j$  — компонент ландшафту;

$m$  — кількість врахованих ландшафтних компонентів (від 1 до 9, в нашому прикладі їх 3: ґрунт, повітря, рослинність).

Розповсюдження сумарних показників забруднення ландшафту в цілому ( $Zcl$ ) по території досліджуваного регіону відображається на карті, яка також може будуватися як “вручну”, так і в автоматизованому режимі.

Після виконання усіх цих процедур можна будувати **еколого-техногеохімічну карту сучасного екологічного стану тої чи іншої території**. Але для того щоб здійснити таку **конструкцію**, необхідно послідовно дослідити усі 10 компонентів довкілля, тобто **виконати екологічний аудит**, алгоритм якого виглядає наступним чином:

$$E_p = f\left(\frac{T_{cf}}{LT}, \frac{T_{cf}}{GF}, \frac{T_{cf}}{GM}, \frac{T_{cf}}{GD}, \frac{T_{cf}}{AT}, \frac{T_{cf}}{PD}, \frac{T_{cf}}{FC}, \frac{T_{cf}}{ZC}, \frac{T_{cf}}{DC}\right),$$

де  $E_p$  — екологічна ситуація на території району,

$LT, GF, GM, GD, AT, PD, FC, ZC, DC$  — природний стан літосфери, геофізсфери, геоморфосфери, гідросфери, атмосфери, педосфери, фітосфери, зоосфери, демосфери.

$T_{cf}$  — техногенний вплив на компоненти геоекосистеми,  $T_{cf} = f(BM, PC, MD, HF, PP... \text{ та ін.})$ , де  $BM$  — важкі метали,  $PC$  — пестициди,  $MD$  — мінеральні добрива,  $HF$  — нафтопродукти,  $PP$  — радіоактивні речовини та ін.

Відповідно до вимог та вищенаведеної методології екологічного аудиту територій нами були проведені детальні дослідження екологічного стану території промислового підприємства ВАТ “Івано-Франківськцемент” та розроблена відповідна комп’ютеризована система екологічної безпеки.

**Результати досліджень.** Це підприємство здійснює техногенний вплив на досить великій території Галицького і Тисменицького районів Івано-Франківської області, починаючи від Дубівцівських кар’єрів на півночі (сс. Межигірці, Тустань, Дубівці, Водники) до північної околиці м. Івано-Франківська на півдні (сс. Ямниця, Угринів, Клузів, Колодіївка). В цій зоні шириною 3–5 км і довжиною до 10–12 км розташовані села і землі сільськогосподарського використання, ліси і луки, природоохоронні території, міста Галич і північна частина Івано-Франківська. Вся досліджувана зона приурочена до долин рік Дністер і Бистриця і характеризується багатим ландшафтним та біологічним різноманіттям. З метою більш-менш повного охопту всіх природних та природно-антропогенних екосистем ми запропонували мережу екологічного моніторингу, яка включає 16 профілів з 77 геоекологічними полігонами — точками спостереження, де були відібрані проби ґрунтів, атмосферного повітря, поверхневих і ґрунтових вод та рослинності для визначення їх забруднення різними хімічними речовинами. Така мережа є достатньою для проведення екологічного аудиту, а потім і екологічного моніторингу в зоні впливу господарської діяльності ВАТ “Івано-Франківськцемент”.

Робочий масштаб польових досліджень 1:10 000. Географічні координати точок спостережень визначені з допомогою ГІС MAP INFO з топографічної карти. Польові екологічні маршрути проводились способом паралельних маршрутів. Точки спостережень та відбору проб на різні аналізи були розташовані на лініях маршрутів через 100–500 м. З допомогою розроблених маршрутів була рівномірно охоплена вся територія досліджуваного полігону в межах господарської діяльності ВАТ “Івано-Франківськцемент”. Проби ґрунтів, ґрунтових вод, атмосферного повітря і рослинності

були проаналізовані на вміст токсичних інгредієнтів, результати аналізів внесені у відповідні бази даних, а на їх основі побудовані поелементні еколого-техногеохімічні карти (рис. 1). Шляхом комп'ютерного накладання цих карт отримані покомпонентні карти, а інтеграція останніх дозволила скласти карту сучасної екологічної ситуації (рис. 2) та запропонувати систему екомоніторингу і заходи з покращення екологічного стану на цьому підприємстві.

**Висновки.** По ступеню забрудненості ґрунтів територію можна умовно поділити на чотири зони:

- 1) сприятлива зона (сумарний коефіцієнт забруднення СПЗ менше 10);
- 2) помірна зона (від 10 до 20);
- 3) задовільна (від 20–30);
- 4) напружена (більше 30).

Більша частина досліджуваної території належить до сприятливої зони. Напружена зона включає кілька ділянок невеликої площі, що розміщені у північно-східній частині території (сс. Дубівці, Козина); в центрі — між селами Сілець і Тязів; в с. Ямниця, а також на півдні території — на околицях м. Івано-Франківська. Концентрації важких металів у межах напруженої зони коливаються від 2 до 3 ГДК (рис. 1).

Отже, одним з головних показників ефективності управління є миттєва реакція суб'єкта управління на зміни стану об'єкта. Вчасність цієї реакції дозволяє запобігти виникненню складних екологічних ситуацій та катастроф. Це можливо лише за умов наявності достатньо ефективної системи оперативної екологічної інформації для прийняття управлінських рішень. Першим кроком для отримання такої екологічної інформації має стати екологічний аудит територій. Він відіграє роль своєрідного зворотного зв'язку в механізмі регуляції екологічної ситуації (геоекологічних станів різного ступеня техногенного навантаження ландшафтів) як на рівні окремого небезпечного об'єкта, так і в цілому в державі. Надалі інструментарієм здійснення всього комплексу виконавчих заходів, які необхідні при прийнятті управлінських рішень, виступає відповідна система моніторингу та менеджмент територій. Виконання процедури екологічного аудиту для будь-якої території зменшує та усуває необґрунтовані ризики та зменшує її небезпеку, створювану хімічними речовинами, шляхом комплексного підходу. Саме в цьому і полягає особливе значення проведення екологічного аудиту територій як одної з складових екологічної безпеки Карпатського регіону, так і України в цілому.

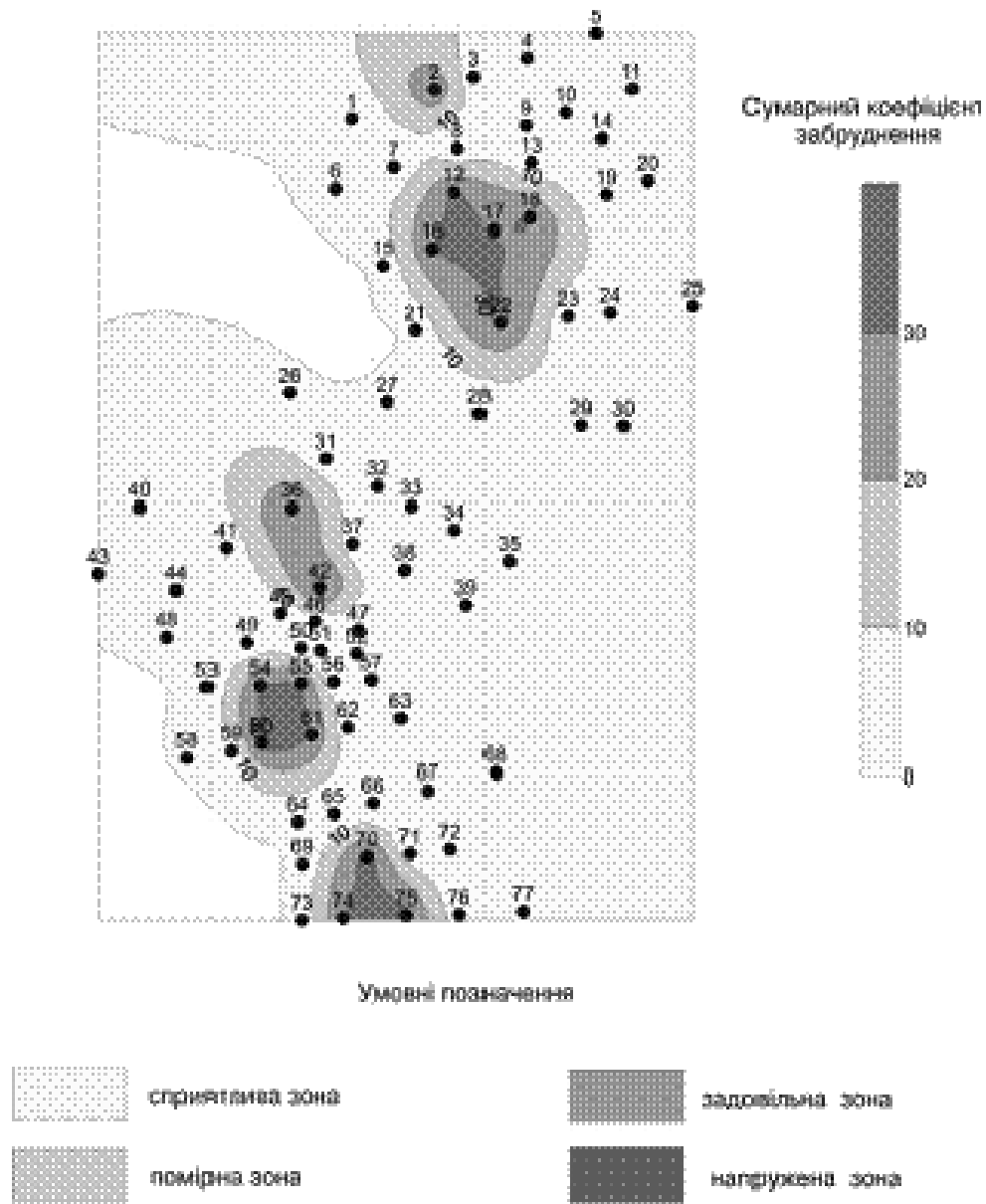
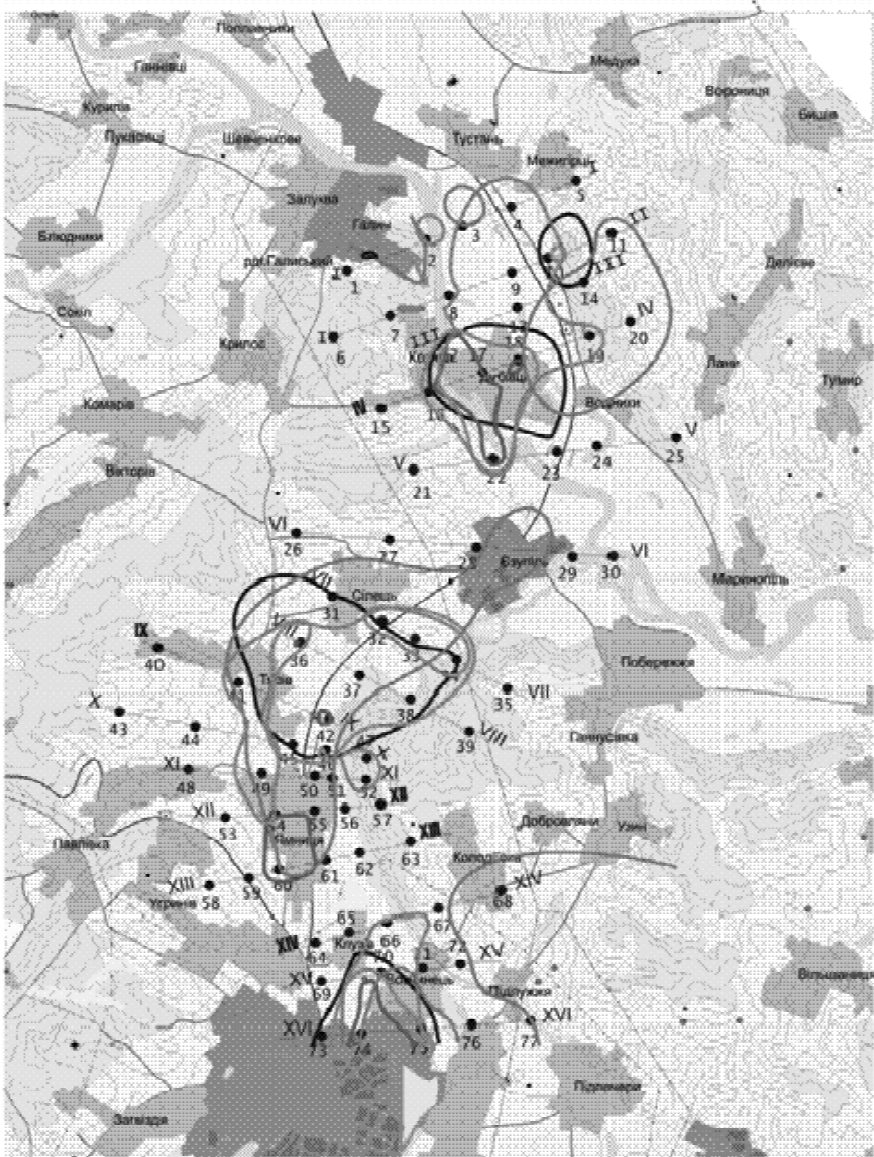


Рис. 1. Зони забруднення ґрунтів



- Зони забруднення атм осфери осоговітря хім ічнми сполуками
- Зони забруднення атм осфери осоговітря важкими металами
- Зони забруднення ґрунтів
- Зони забруднення ґрунтов ах вод
- Зони забруднення рослинності

Рис. 2. Карта сучасної екологічної ситуації на території діяльності ВАТ «Івано-Франківськцемент»

## **Література**

1. Адаменко О. М. Інформаційно-керуючі системи екологічного моніторингу на прикладі Карпатського регіону // Укр. геогр. журн., 1993. — №3. — С. 8–14.
2. Адаменко О. М., Адаменко Я. О., Булмасов В. О. та ін. Природничі основи екологічного моніторингу Карпатського регіону. — К: Манускрипт, 1996. — 208 с.
3. Адаменко О. М., Рудько Г. І. Екологічна геологія. — К: Манускрипт, 1998. — 349 с.
4. Адаменко Я. О. Структура будови баз даних екологічної інформації / В кн.: Нетрадиційні енергоресурси та екологія України. — К.: Манускрипт, 1996. — С. 111–123.
5. Волошин І. М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу. — Львів: Простір, 1998. — 356 с.
6. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект. — Чернівці: Рута, 2002. — 272 с.
7. Ковальчук І. П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. — Львів: вид. Ін-ту українознавства, 1997. — 440 с.
8. Малишева Л. Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану території. — К.: РВЦ “Київський університет”, 1998. — 286 с.
9. Маринич О. М., П. Г. Шищенко. Фізична географія України. — К.: Знання, 2006. — 511 с.
10. Мельник А. В. Українські Карпати: еколого-ландшафтні дослідження. — Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 1999. — 286 с.
11. Міщенко Л. В. Геоекологічний аудит техногенного впливу на довкілля та здоров'я населення (на прикладі регіону Покуття): Автореферат дис. ... канд. географ. наук. — Чернівці, 2003. — 21 с.
12. Руденко Л. Г., Горленко І. О., Шевченко Л. М., Барановський В. А. Еколого-географічні дослідження території України. — К: Наукова думка, 1990. — 32 с.
13. Рудько Г. І., Адаменко О. М. Екологічний моніторинг геологічного середовища. — Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2001. — 245 с.
14. Шевчук В. Я., Саталкін Ю. М., Білявський Г. О. та ін. Екологічне управління. — К.: Либідь, 2004. — 432 с.
15. Шевчук В. Я., Саталкін Ю. М., Навроцький В. М. Екологічний аудит. — К.: Вища школа, 2000. — 344 с.

**Л. В. Мищенко**

### **МЕТОДОЛОГИЯ, МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ КАРПАТСКОГО РЕГИОНА)**

#### **Резюме**

Разработаны методы экологической оценки техногенного влияния на ландшафты и его составляющие — геологический субстрат, рельеф, почвенный и растительный покров, гидросферу и атмосферу. В зависимости от аналитических данных по содержанию химических элементов-загрязнителей рассчитаны геохимические коэффициенты и показатели, которые дают возможность качественно оценить экологическое состояние всех компонентов ландшафта, составить соответствующие карты и разработать прогноз изменения окружающей среды в зависимости от того или иного сценария социально-экономического развития региона, области, района, населенного пункта или предприятия.

**Ключевые слова:** экоаудит, техногенное влияние, кларк, экологическая безопасность.

**L. Mischchenko**

**METHODOLOGY, METHODS OF ORGANIZATION AND ACTION THE  
ECOLOGICAL AUDIT OF THE TERRITORY (CARPATHIAN REGION)**

**Summary**

For the first time it is worked out a procedure of ecological estimation of technogenic influence on landscapes and their components — geological substratum, relief, soils, vegetation, fauna, hydrosphere, and atmosphere. Depending on analytical results on the chemical elements — pollutants content, there were calculated geochemical coefficients and indexes which enable qualitative estimating of ecological state of all components of a landscape, making correspondent ecological maps and elaborating forecasts of environmental changes depending scenario of socio-economic development of a region, district, city, town or even an enterprise.

**Key words:** Ecoaudit, technogenic influence, clack, ecological safety.

**А. Е. Молодецький**, кандидат географічних наук, доцент  
**Л. Д. Васильєва**, аспірант  
Одеський національний університет імени І. І. Мечникова,  
кафедра географії України  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

## ЛАНДШАФТНІ РЕСУРСИ РЕКРЕАЦІЙНИХ СИСТЕМ СТЕПОВОЇ БЕССАРАБІЇ

Буджацька частина Бессарабії має давню історію заселення та господарського освоєння. Рекреаційні системи представлені трьома основними групами ландшафтних місцевостей: причорноморські акумулятивні, зрідка абразійні берегові ділянки, прилиманні і плавневі ландшафти; ландшафти долин малих річок у відрогам Молдавської височини.

**Ключові слова:** ландшафти, рекреаційні системи, ресурси, степова Бессарабія

### Вступ

Територія Степової Бессарабії має певні особливості: морфологічні, фізико-географічні, геоботанічні, ландшафтні, що суттєво впливає на розвиток рекреації. Край відзначається своєю давньою історією, тому має певні риси розселення населення, господарства та характеризується значними рекреаційними ресурсами, які можуть використовуватися для лікування, оздоровлення та відпочинку людей, але таке використання обмежене багатьма факторами і відбувається більшою мірою сезонно. Деградація природних рекреаційних ресурсів на багатьох ділянках обумовлена надмірним антропогенним тиском. Тому потрібно унормовувати навантаження та способи використання рекреаційних ресурсів для збереження і відновлення, якості рекреаційних ландшафтів та мінімізації шкідливого впливу на них. Для цього необхідно вивчити складові рекреаційних ландшафтів, визначити межі їх використання та обґрунтувати їх відтворення.

Рекреаційна галузь знаходиться в центрі уваги сучасного суспільства, тому дане дослідження має як теоретичне, так і практичне застосування.

### Вихідні матеріали

У статті використовувалися результати досліджень фахівців ОНУ імені І. І. Мечникова у сфері сучасної характеристики стану ландшафтів рекреаційного призначення та оброблені матеріали, пов'язані з особливостями використання даної території для рекреації, її ресурсів.

У статті застосований системний підхід при обробці вихідного матеріалу; метод контент-аналізу вербальної наукової та краєзнавчої інформації українських, молдавських та російських видань.

## Мета статті, постановка завдання

*Метою* дослідження є аналіз освоєння та використання ресурсів рекреаційних ландшафтів, виявлення їх потенціалу та способів збереження. Для цього були проінвентаризовані наявні рекреаційні ландшафти, дана оцінка їх сучасного стану. *Об'єктом* дослідження є ділянка степової Бессарабії Одеської області України, яка адміністративно охоплює дев'ять районів та два міста обласного підпорядкування. *Предметом* дослідження є рекреаційні системи з їх ландшафтами прибережних, прилиманних, плавневих територій та долин малих річок відрогів Молдавської височини.

## Виклад основного матеріалу

Територія степової Бессарабії, яка складається з 9 адміністративних районів та двох міст обласного підпорядкування Одещини, увійшла до складу України майже 70 років тому. Природно-географічною основою формування мережі рекреаційних систем та туристичних об'єктів цієї території були південно-степові, приморські та плавневі ландшафтні комплекси від Придунав'я на півдні до Дністровського лиману на півночі, які сформувалися в антропогенний час. Курортно-рекреаційні та туристичні форми використання даних територій виникли наприкінці ХІХ — на початку ХХ століття за часів Російської імперії, отримали певний розвиток під час перебування тут адміністрації королівської Румунії у 1918–40 та 1941–44 рр., а у радянський час створювались в вигляді санаторної та відпочинкової мережі, а також туристичних маршрутів і об'єктів Української та Молдавської РСР, що помітно відбивається на їх сучасному стані та перспективному використанні.

Рекреаційні системи використовують тут три основні групи ландшафтних місцевостей: причорноморські акумулятивні, зрідка абразійні берегові ділянки, прилиманні і плавневі ландшафти; ландшафти долин малих річок у відрогах Молдавської височини.

За певних історико-географічних обставин найбільш довготривалий період використання мають рекреаційні ландшафти узбережжя Шаболатського, Дністровського лиманів і Чорного моря в межах сучасного Білгород-Дністровського району і селищ Затока та Сергіївка. Це приморські акумулятивні або подекуди абразійні берегові ландшафтні урочища та прилеглі до них ділянки степових ландшафтних комплексів берегових плато, порізаних яружно-балковою мережею. Найбільш привабливими для цілей оздоровлення і відпочинку вже 80–110 років тому стали ділянки акумулятивних морських пересипів завширшки 150–1200 м, що відокремлюють лимани від моря, і ділянки абразійних берегових схилів у селищі Сергіївка та селах Курортне і Приморське. Тут рекреаційні системи, спочатку орієнтовані тільки на використання мулових лікувальних грязей Шаболатського лиману, виникли ще в кінці ХІХ століття (у с. Будаки — сучасному Приморському в 1895 р. [5]). З 1920-х років Сергіївка (Сергієшті-Ноу), Затока (Бугаз) і Біленьке (Акембет) стають не тільки грязьовими, але і

кліматичними курортами, де будуються грязелікарні, готелі і санаторії навіть за особливими рішеннями тодішньої Ліги Націй. У цей період природні ландшафти істотно змінилися: в 1916 р. у зв'язку з будівництвом залізничної гілки Одеса–Аккерман (Білгород-Дністровський) була наспана гребля, яка розділила Дністровський і Шаболатський лимани. Внаслідок зниження рівня Шаболатського лиману утворилася сучасна система заболочених лиманних плавневих ландшафтів, що стала угіддями для полювання і рибальства місцевого населення і рекреантів сусідніх курортів, а в сучасних умовах ще використовується для екологічного туризму.

Найбільш інтенсивне господарське освоєння цих ландшафтних місцевостей припадає на 1970–80-ті роки, коли значні капіталовкладення спрямовувались на будівництво санаторіїв, будинків відпочинку, пансіонатів, баз відпочинку на ділянках прибережних плато та створювалася курортна інфраструктура. В курортно-рекреаційну сферу цієї території поступало з бюджету Молдови до 75% всіх інвестицій, що призвело до виникнення проблем щодо експлуатації рекреаційних установ та правових відносин України і Молдови після розпаду СРСР. В той же час невиконання водногосподарських проектів 1980-х років, низький рівень розвитку транспортної та енергетичної інфраструктури в останні двадцятиліття помітно знизили привабливість і конкурентоздатність вищевказаних курортів та стали причиною їх нестабільного функціонування в роки незалежності.

В 2006 році на береговій терасі у Сергіївці почав реалізовуватися проект будівництва аквапаркового комплексу, який через економічну кризу після землевідводу та створення інженерного облаштування був призупинений (рис. 1).

Рекреаційні ландшафти в межах Тузловської групи лиманів є найбільш екологічно чистими [1]. Курортні села Лебедівка (Татарбунарського району) і Приморське (Кілійського району) мають абразійні ландшафти берегової смуги, а будівництво на косах-пересипах, окрім декількох рибальських притулків, повністю відсутнє. Негативно на розвиток рекреаційної діяльності впливає низький рівень освоєності транспортної інфраструктури, невдалий досвід по розсоленню лиману Сасик в 1980-х роках, низька якість підземних вод та інше. Але активні форми природно-пізнавального туризму поступово входять у буденну практику [2], ландшафти пересипів приваблюють своєю віддаленістю від цивілізаційних переваг з активних рекреантів.

Плавневі річкові і лиманні ландшафтні місцевості Дунайської дельти використовуються для кліматичної рекреації, спортивного (рибальство, іноді мисливство) та природно-пізнавального туризму з 1920-х років. Саме тоді у дельті Дунаю, у Вилковому, з'явився перший сучасний туристичний готель. Саме тоді здійснювався план залучення ландшафтів всієї Дунайської дельти до мисливсько-рибальських форм туризму. Але економічна криза 1929–35 рр. та політична нестабільність у королівській Румунії не дали шансів реалізації цього плану.

Довготривалий прикордонний статус цих територій у радянський час (понад 40 років) не створював умов для масових туристичних відвідувань

цих безумовно атрактивних територій, але загальнодержавні і регіональні туристичні маршрути все ж Вилкове та частину Дунайської дельти не обминали. З кінця ХХ століття ця ділянка басейну великої європейської річки стала доступною для європейських туроператорів (Нідерланди, Німеччина, Австрія), що позитивно відбивається на розвитку в українській частині дельти Дунаю туристичних об'єктів та інфраструктури.

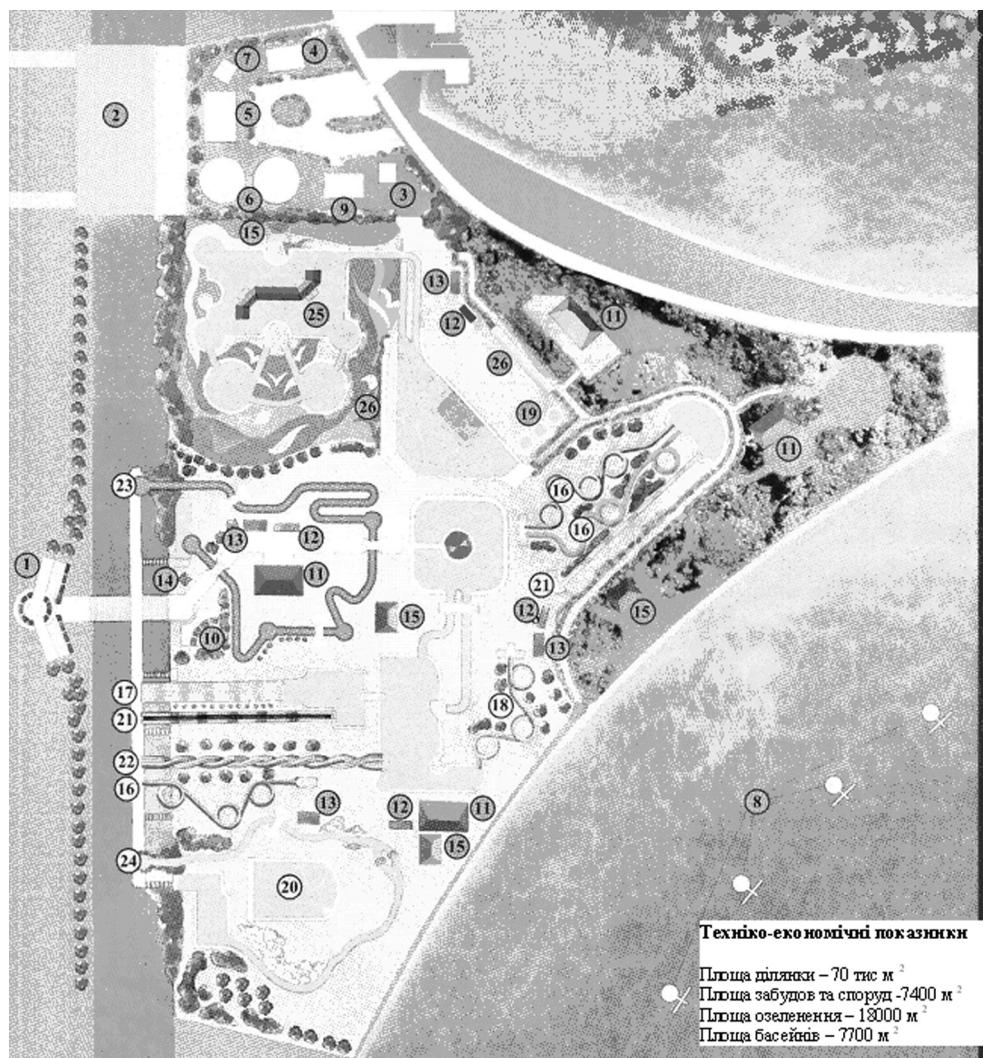


Рис. 1. План аквапаркового комплексу в смт Сергіївка

Вітчизняні та іноземні туристи відвідують, в основному, плавневу зону дельти Дунаю біля міста Вилкове і ділянки Дунайського біосферного заповідника; тут відносна флористична одноманітність гідрофільної плавневої рослинності компенсується різноманіттям пташиного світу, який

представлений понад 200 видами пернатих, що гніздяться, та більше 120 видів перелітних водоплавних птахів, іхтіофауна представлена близько 100 видами риб, присутні десятки видів земноводних і ссавців [4, с. 378]. Іноземні туристи відвідують такі об'єкти в комфортний кліматичний сезон або під час міграції птахів виключно з метою пізнавальної рекреації і знайомства з життям птахів, ссавців і земноводних. Вітчизняні туристи з віддалених регіонів відвідують ландшафти Дунайської дельти впродовж всього року, але максимальна їх кількість припадає на комфортний сезон. Тому створились умови, пов'язані з сезонністю використання ландшафтів дельти Дунаю, що зменшують їх інвестиційну привабливість. Загроза рекреаційної дигресії заважає розширенню використання даних рекреаційних ландшафтів [6]. Для вкрай вразливих гідрофільних біоценозів недостатній розвиток транспортної і рекреаційної інфраструктури, в яку за радянських часів (у 1940–80 роки) практично не поступали державні капіталовкладення через прикордонне положення і політику безпеки того часу, є певним позитивним запобіжником.

Третя група рекреаційних ландшафтів представлена степовими ділянками долин малих річок Аліяга, Киргиз-Китай, Когильник, Сарата, Хаджідер, Чага та ін., де в різних час створювалися ставки-водосховища, які оточені степовою рослинністю з вкрапленнями чагарникового характеру. Рекреаційна привабливість цієї території сприяла створенню тут в 1950–80-ті роки сезонних рекреаційних об'єктів: дитячих таборів і таборів відпочинку місцевого значення, які зараз майже не використовуються.

Природно-пізнавальними об'єктами у відрогам Молдавської височини тут, безсумнівно, є Манзирський парк, Могилевські та Анновські лісові масиви біля села Лісне, де вже понад 160 років зберігаються унікальні штучні насадження та залишки гирнецевих природних лісів з пухнастого і черешчатого дубу на площі 134 га, які в інших місцевостях майже не збереглися серед площ розораних степів. Бородинський та Тарутинсько-Старокозацький геоботанічні округи мають специфічні степові біоценози, що стануть ресурсом для коротко- і середньострокового відпочинку місцевого населення, а при залученні окремих фермерських садіб до системи сільського (“зеленого”) туризму вони одержать певну перспективу [3]. Тут, у вищих у гіпсометричному відношенні ділянках, спостерігається менша мінералізація підземних вод (сmt Тарутине і Березине), що створює сприятливіші умови для розвитку рекреаційної діяльності, ніж на територіях Причорноморської низовини в Болградському, Татарбунарському, Арцизькому і Саратовському районах, де підземні води насичені сірководнем і не відповідають питним стандартам. Тому рекреаційні можливості ландшафтів українсько-молдавських прикордонних територій оцінюються більш високо.

До ландшафтних рекреаційних об'єктів не відносяться, але суттєво доповнюють їх на даній території численні історичні, архітектурні та етнографічні об'єкти та їх поєднання, які створюють для Південної Бессарабії особливий колорит і туристичну привабливість.

## Висновки

Буджацька степова частина Бессарабії при розумному використанні згаданих рекреаційних ландшафтних ресурсів здатна значно диверсифікувати свою господарську структуру і з депресивної території перетворитися на процвітаючу.

## Література

1. Амброз Ю. А., Борисевич Т. Д., Молодецкий А. Э. Типовые краеведческие маршруты в школьной географии Одесской области // Краеведческий вестник, 2001, №1(15). — С. 27–35.
2. Воля Е. Г., Другин А. И., Бушув С. Г. Проект комплексного летнего маршрута по Черноморскому побережью // Черноморская каравелла. / Отв. ред. к. х. н. Кац Б. М., к. г. н. Молодецкий А. Э. — 2004. — Одесса: ЦИТЭПИ, 2004. — С. 22–25.
3. Дроздов А. М., Ланько А. И. Степная область южных отрогов Молдавской возвышенности // Физико-географическое районирование Украинской ССР. / Под ред. проф. Попова В. П., проф. Маринича А. М., доц. Ланько А. И. — К.: Изд-во Киевского ун-та, 1968. — С. 371–377.
4. Дубина Д. В. Дунайські плавні // Географічна енциклопедія України. — К.: Українська радянська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 1989. Т 1. — С. 377–378.
5. Компаниец В. Н., Компаниец Н. В., Компаниец И. В. Аспекты истории развития бальнеотерапии на курорте Сергеевка // Устойчивое развитие туризма на Черноморском побережье. / Отв. ред. к. х. н. Кац Б. М., д. г. н. проф. Сафранов Т. А., д. э. н. Смоларенко О. А. — Одесса: ОЦНТЭИ, 2001. — С. 379–384.
6. Теоретические основы рекреационной географии // Ред. В. С. Преображенский. — М.: Наука, 1975. — С. 72–77.

## А. Э. Молодецкий, Л. Д. Васильева

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
геолого-географический факультет  
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

## ЛАНДШАФТНЫЕ РЕСУРСЫ РЕКРЕАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СТЕПНОЙ БЕССАРАБИИ

### Резюме

Буджакская часть Бессарабии имеет давнюю историю заселения и хозяйственного освоения. Рекреационные системы представлены тремя основными видами ландшафтных местностей: причерноморские аккумулятивные, изредка абразионные береговые участки, прилиманские и плавневые ландшафты; ландшафты долин малых рек в отрогах Молдавской возвышенности.

**Ключевые слова:** ландшафты, рекреационные системы, ресурсы, степная Бессарабия.

**A. E. Molodetsky, L. D. Vasylieva**

Odessa National I. I. Mechnikov University,  
Geologo-geographical faculty  
Dvoryanskaya St., 2, Odessa, 65026, Ukraine

**LANDSCAPES RESOURCES OF RECREATIONAL SYSTEMS  
OF STEPPE BESSARABIA**

**Summary**

The territory of southern Bessarabia has an old history of settling and economic development. Recreational landscape districts are presented by three basic groups: near Black Sea accumulative occasionally at times abrasive coastal sites, near estuary and plavni landscapes of Danube and Dniestr; landscapes of valleys of the small rivers in spurs of the Moldavian height.

**Key words:** landscapes; resources; recreational systems; steppe Bessarabia.

**А. Е. Молодецький**, кандидат географічних наук, доцент

**Л. О. Царук**, аспірантка

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

кафедра географії України,

Шампанський провулок 2, Одеса-58, Україна.

## МІСТОБУДІВНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ГОСПОДАРСЬКИХ ТА СОЦІАЛЬНИХ ПРОЕКТІВ НА ТЕРИТОРІЇ МІСТА ІЛЛІЧІВСЬКА

Стаття присвячена особливостям реалізації містобудівних проектів на території міста Іллічівська. У статті представлені дослідження містобудівного досвіду використання території міста Іллічівська, яке розташувалося на березі Чорного моря та Сухого лиману.

Основна увага приділена вивченню сучасного зонування міста та проявам антропогенних навантажень на територію та акваторію міста Іллічівська.

**Ключові слова:** місто Іллічівськ; функціональне зонування міста; містобудівні проекти м. Іллічівська.

### Вступ

Кожне місто має свою природну основу у вигляді ландшафтних місцевостей визначених територій та акваторій, що утворилися через сукупність природно-антропогенно-техногенних взаємодій. Місто Іллічівськ — це своєрідна альтернативна до обласного центру фокальна точка господарських навантажень на природне середовище в межах Одеської агломерації. Природні комплекси в межах міста більшою мірою трансформовані в міські антропогенно-техногенні ландшафти.

### Мета і методи дослідження

Метою даного дослідження є вивчення етапів використання ландшафтних місцевостей міста Іллічівська. Основним методом проведеного дослідження був ретроспективний аналіз, виявлено чинники, які впливають на ландшафтні відмінності міста Іллічівська [1, 2, 4, 5, 7].

### Виклад основного матеріалу дослідження

Досвід використання степових ландшафтів у містобудуванні на чорноморському узбережжі сягає глибокої давнини. В межах сучасної території України ландшафти берегових причорноморських плато, порізаних яружно-балковою мережею, з неширокими акумулятивними піщаними смугами пляжів служили місцем поселень вихідців з античної Греції вже в V–VI століттях до н. е. — більше 2500 років тому. Розкопки археологами стоянки Велика Аккаржа недалеко від Іллічівська підтвердили, що близько

20 тис. років тому тут жили люди. Вони займалися сезонним полюванням і мали досить розвинену духовну і матеріальну культуру. Пізніше на цих землях жили племена усатовської і ямної культури, а також відомі за документальними джерелами скіфи, сармати, гуни та інші народи. В результаті розкопок, проведених в 1992 році на березі моря біля колишнього села Старе Бугово, археологи виявили житло періоду пізньої бронзи — більше 1000 років до н. е. [5].

Більша захищеність острівних і гірських поселень у порівнянні зі степовими історично помітно знижувала безпеку останніх у неспокійні часи постійних набігів кочівників, але вигоди географічного і, головним чином, транспортно-географічного положення сприяли відродженню на колишніх місцях поселень вже інших народів і представників інших цивілізацій. Так, в історичному центрі Одеси на високому вододільному плато, обмеженому двома балковими ландшафтними комплексами з інтервалами в 1200–1500 і 400–500 років виникали поселення торгового і воєнно-прикордонного призначення із завидною постійністю дислокації за абсолютно різних історичних і соціально-економічних умов. Непостійність цих поселень у часовому аспекті компенсувалася постійністю їх господарських функцій і місцезосташування, передумовами яких були по суті природно-географічні і, особливо, ландшафтні риси місцевостей. Тимчасові поселення — торгові чи рибальські — ймовірно існували на берегах Сухого лиману.

У 1790–1793 рр. береги Сухого лиману увійшли до складу території Чорноморського козацького війська, сформованого раніше з колишніх запорізьких козаків. До свого переселення в долину Кубані і на Таманський півострів козаки мали тут риболовецькі угіддя. В кінці XVIII — перших роках XIX століття тут оселилися греки, албанці і молдовани, які служили в Грецькому дивізіоні (сучасне смт Олександрівка) і німці з німецьких князівств у колонії Кляйн-Лібенталь (с. Малодолинське). Село Бурлача Балка входило до складу так званого Дальницького округу Одеського градоначальства. Уздовж морського узбережжя і по правому березі Сухого лиману були розташовані хутори, їх нечисленні жителі займалися переважно риболовецьким промислом.

Корінні перетворення ландшафтів сталися навколо Сухого лиману в 1950 році через спорудження тут великого військового суднобудівного заводу і робочого селища. Вже в 1951 році тут було розпочато виробництво несамохідних вантажних барж. У серпні 1952 року селище, в якому жило близько 3000 мешканців, було віднесене до категорії селищ міського типу і воно отримало назву Іллічівськ.

У 1953 році, зважаючи на сприятливі гідрологічні умови Сухого лиману, тут було почато будівництво морського торговельного порту, а у 1958 році в новому порту пришвартувалося перше судно — теплохід “Україна” з вантажем кам’яного вугілля — дата, що відзначається як день зародження порту. У 1964 році було почато будівництво ще одного — рибного порту. 12 квітня 1973 року указом Президії Верховної Ради УРСР селище міського типу Іллічівськ було включене до числа міст обласного підпорядкування. Ця дата є офіційним днем народження міста [5, 6].

Отже Іллічівськ — молоде місто, що ледве відзначило 36-ліття отримання міського статусу, — поза сумнівом виникло не на “порожньому” місці. Чинник використання аттрактивності природних ландшафтів для ряду істотних і суспільно значущих видів господарської діяльності на чорноморському узбережжі тут зіграв особливу роль під час існування Радянського Союзу. Містобудівні рішення, застосовані при будівництві і функціональному зонуванні території міського простору, були не нові, а вже апробовані на чорноморських берегах і в інших регіонах планети.

Місто Іллічівськ будувалося в 1950–80-ті роки як місто-спутник багатолюдної і переобтяженої промислово-транспортними функціями Одеси, багато в чому повторюючи її містобудівні рішення, але нерідко з іншими підходами до ландшафтно-містобудівних проектів.

Ландшафти Іллічівська в більшості випадків схожі з ландшафтами Одеси за походженням, історією розвитку, зональністю (південна степова підзона), геологічним фундаментом (Східноєвропейська архейсько-протерозойська кристалічна платформа, перекрита осадовими відкладами палеозою, мезозою і кайнозою), будовою рельєфу (злегка нахилена на південний схід низовинна рівнина з висотами 35–40 м, розчленована балками), кліматичними, і ґрунтовими (чорноземи південні) і рослинними (степові біоценози) умовами [1]. Проте відмінністю служить розташування власне міста не стільки на морському, скільки на лиманному березі — промислово-транспортними майданчиками (промисловою зоною) первинного містотворюючого підприємства — судноремонтного заводу (рис. 1). Поселення, які входять в адміністративні межі міста: селища Олександрівка і Мало-долинське, а також село Бурлача Балка вже цілком знаходяться в межах лиманних (а не морських) прибережних ландшафтів (рис. 2).

До середини ХХ століття Сухий лиман відділяється від моря пересипом, але, зважаючи на мілководність впадаючих водотоків, нерідко пересихав (через що й отримав сучасну назву), що створило тут специфічні риси ґрунтового і рослинного покриву. Літогенною основою ландшафтів тут є лиманні мули, піски і глини. Після численних техногенних втручань, пов'язаних із спорудженням залізничної гілки, автодоріг з мостами і розширенням промислової і селітебної забудови Сухий лиман вже в підлеглих міськраді селищах перетворився на низку майже ізольованих водойм з різним гідротермічним режимом. Через природну засоленість ґрунтів на присадибних ділянках тут часто необхідне використання ґрунтів, що привезені, і компостів, що в цілому характерно для ландшафтних урочищ прилиманного типу [3].

У економічних відносинах в порівнянні з присадибним овочівництвом, виноградарством і садівництвом ХІХ — першої половини ХХ століття ефективнішим виявилось використання низовинних прилиманних майданчиків таких передмість для транспортних і промислових функцій, що і здійснювалося у декілька етапів. З 1950-х років саме в межах прилиманних ландшафтних урочищ розмістився судноремонтний завод, дещо пізніше — власне торговий порт з розгалуженим складським і транспортним господарством (на даний час проводиться реконструкція цього майданчика

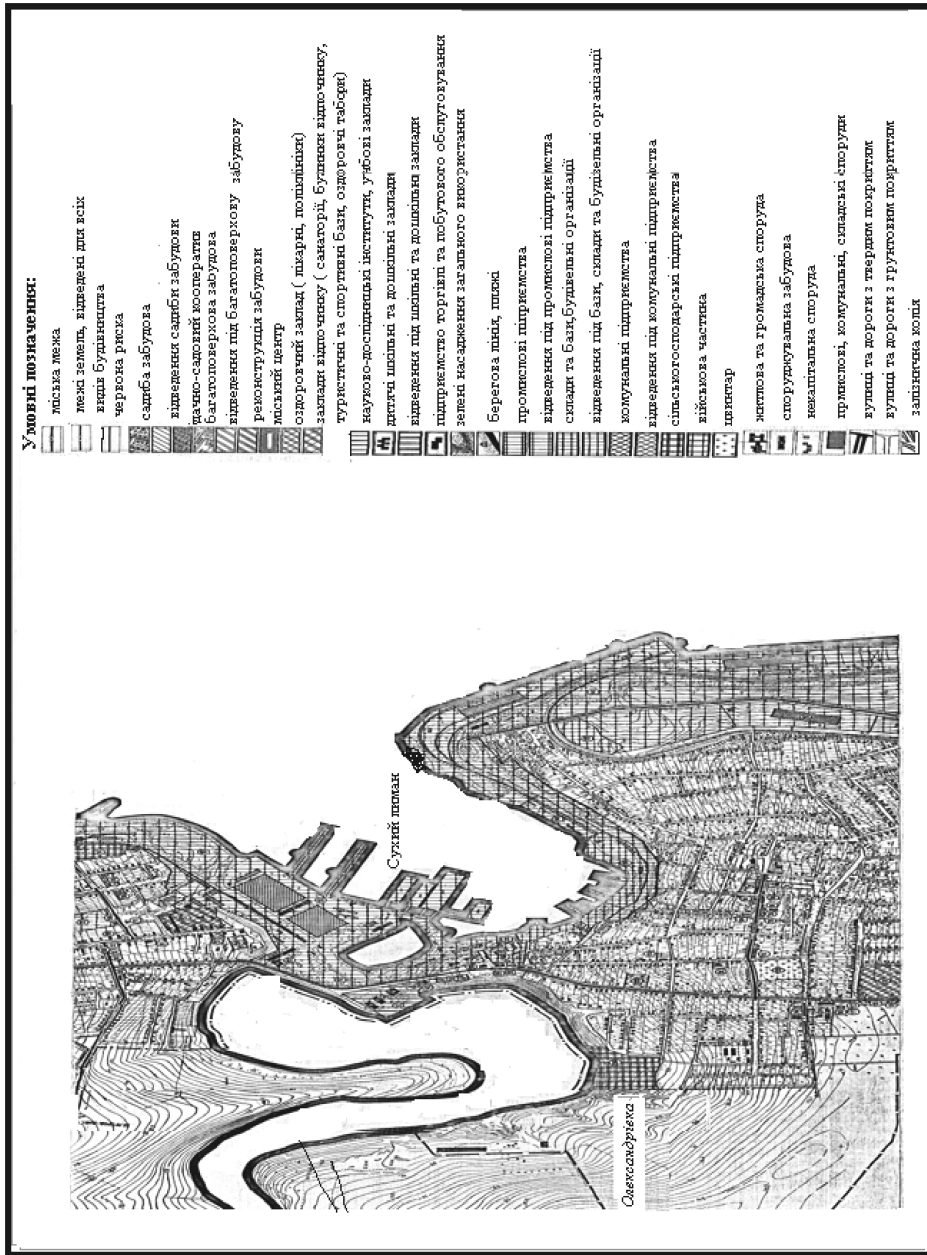


Рис. 1. Олександрівка та промислові майданчики м. Іллічівська [2]

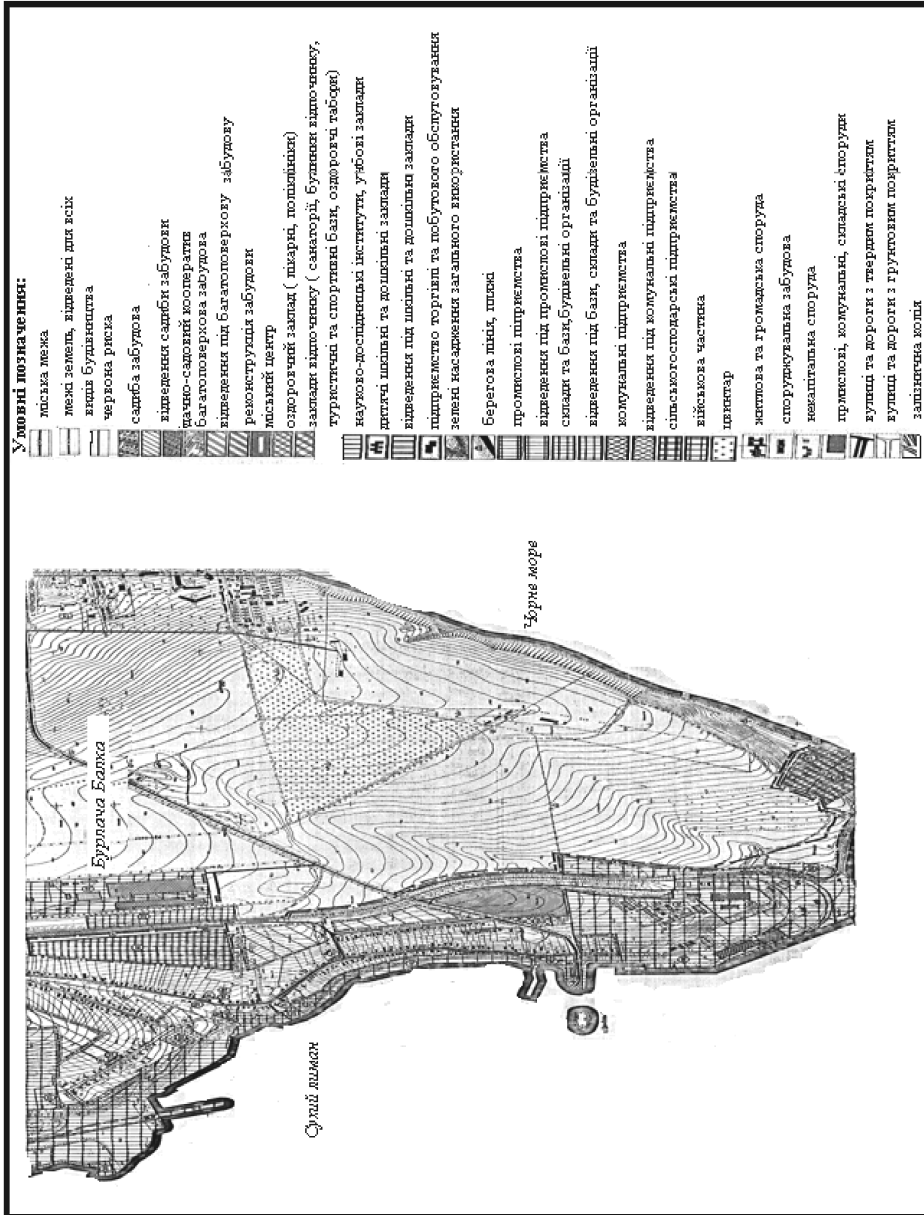


Рис. 2. Бурлача Балка та рибпорт [2]

під найбільший вітчизняний контейнерний термінал), в 1978 р. був введений в експлуатацію паромний термінал і, нарешті, в 1980-ті роки портово-промисловий комплекс в Бурлачій Балці на лівому березі Сухого лиману, де спочатку планувалося обмежитися рибообробкою, а потім виникли інші вантажні і суміжні ділянки [6, 7].

При проєктуванні і будівництві порту і міста Іллічівськ при всій специфічності місцевих особливостей і діяльності органів господарювання в СРСР в період 1950–70-х років, в істотній мірі використовувався зарубіжний інженерно-технічний і містобудівний досвід. Вже в кінці XIX — на початку XX століття досвід організації глибоководних портів у мілководних лагунах узбережжя з'явився в межах Карибського моря (Ла-Селіна, Маракайбо у Венесуелі) і Мексиканській затоці (Галвестон, Корпус-Крісті, Х'юстон і Порт-Артур в США) у зв'язку з розробкою нафтових родовищ озера Маракайбо і Техасу. У басейні Чорного моря такий досвід з'явився після з'єднання Варненського озера-лиману вузьким каналом з Чорним морем в 1907 році, що істотно розширило можливості Варненського порту і згодом змінило структуру господарства міста, де були створені значні промислові підприємства судноремонту і суднобудування. Помітно змінилася і міська забудова після організації уздовж частини узбережжя Варненського озера, перетвореного з рибальського прісноводного водоймища в морську затоку, промислових майданчиків. Тут оформилася промислово-транспортна складська зона, що є несприятливим сусідством із старою селітебною забудовою.

Абразійно-зсувний тип ландшафтів приморської місцевості використовується в Іллічівську в південній частині міської території, яка зараз в основному є міською рекреаційною зоною. Тут на схилах, що терасовані у 1980-ті, після проведення протизсувних заходів був створений Приморський парк, який спускається безпосередньо до міських пляжів, на південь від яких розташована дачно-котеджна зелена забудова [4, с. 48], (рис. 3).

В цілому слід зазначити в основному грамотні містобудівні рішення при використанні ландшафтних місцевостей сучасного Іллічівська, що насправді далеко не завжди було характерною рисою вітчизняних проєктувальників другої половини XX століття.

## **Висновки**

На берегах Сухого лиману використання степових рівнинних та прибережних абразійних та акумулятивних ландшафтів відбувалося на протязі багатьох століть. У більшості випадків це було екстенсивне скотарство, землеробство і рибальство. Вся ця діяльність мало вплинула на зміни природних ландшафтних комплексів та не створювала значного антропогенного навантаження.

З 1950-х років почалося містобудівне та портово-транспортне використання ландшафтів, прилеглих до Сухого лиману. Із часу заснування селища, згодом і міста Іллічівська антропогенний тиск на природні ландшафти

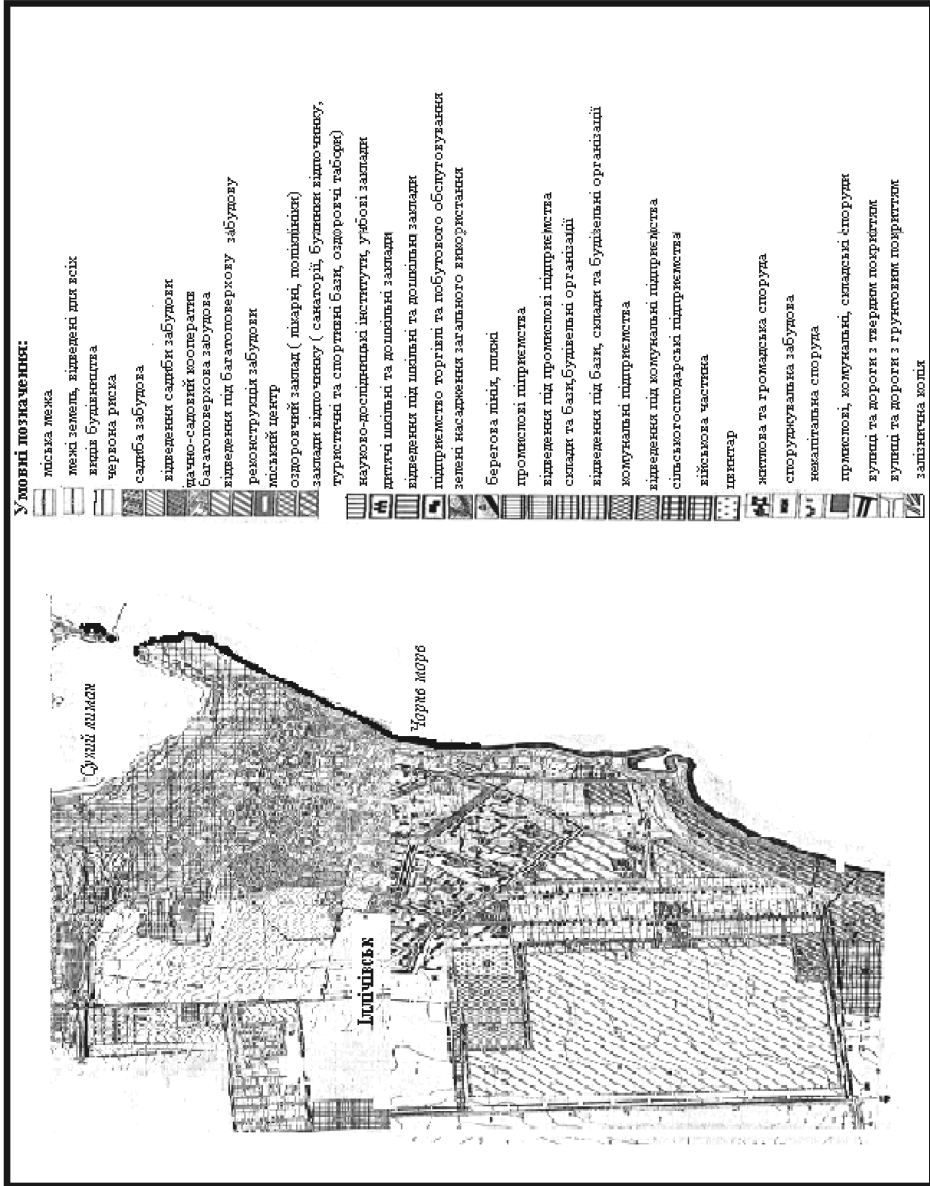


Рис. 3. Селітебна і рекреаційна зона м. Ілліцівськ [2]

багаторазово збільшився. У зв'язку з розширенням портово-промислових функцій Іллічівська виникла проблема унормування антропогенних тисків на природні ландшафти та збереження їх найбільш цінних компонентів для наступних поколінь жителів.

## **Література**

1. Амброз Ю. А. Ландшафтные местности города Одессы / Ю. А. Амброз // Краеведческий вестник. — 2002. — № 1 (17). — С. 14–32.
2. Генеральный план города Ильичевска: служебные материалы отдела архитектуры и градостроительства города Ильичевска. — Ильичевск, 2009.
3. Лиманно-устевые комплексы Причерноморья: географические основы хозяйственного освоения / Под ред. Г. И. Швеса. — Ленинград: Наука, 1988. — 304 с.
4. Молодецкий А. Э. Современные особенности социально-экономического развития Ильичевска / А. Э. Молодецкий, Н. М. Недомовная // Краеведческий вестник. — 2005. — № 2 (24). — С. 45–49.
5. Сапожников И. В. История Ильичевска / И. В. Сапожников. — Ильичевск: Юг-Полиграф, 2000. — С. 9–28.
6. Сапожников І. В. Іллічівськ. 25 років / І. В. Сапожников, В. Г. Кушнір // Іллічівськ. 25 років. — 1998. — № 1. — С. 4–6.
7. Хмельнюк В. Я. Ильичевск: вчера, сегодня, завтра / В. Я. Хмельнюк. — Ильичевск: Юг-Полиграф, — 2006. — 22 с.

### **А. Э. Молодецкий, Л. О. Царук**

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
кафедра географии Украины,  
Шампанский переулок, 2, Одесса-58, Украина

## **ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ И СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ИЛЬИЧЕВСКА**

### **Резюме**

Статья посвящена особенностям реализации градостроительных проектов на территории города Ильичевска. В статье представлено исследование градостроительного опыта использования территории города Ильичевска, который находится на берегах Черного моря и Сухого лимана.

Основное внимание уделено изучению современного зонирования города и проявления антропогенной нагрузки на территорию и акваторию города Ильичевска.

**Ключевые слова:** Ильичевск; функциональное зонирование города; градостроительные проекты г. Ильичевска.

**A. E. Molodetsky, L. O. Tsaruk**

Odessa National I. I. Mechnikov University,  
Chair geography of Ukraine,  
Shampanskiy side-street, 2, Odessa-58, Ukraine

**TOWN-PLANNING FEATURES OF REALIZATION OF ECONOMIC  
AND SOCIAL PROJECTS ON THE CITY TERRITORY ILYICHEVSK**

**Summary**

This article is devoted to peculiarities of the implementation of urban development projects in the city Ilyichevsk. The article presents a study of town-planning experience in the use of city territory Ilyichevsk, which is located on the shores of Black Sea and the Dry estuary.

The main attention is paid to the modern city zoning and manifestation of anthropogenic pressures on land and waters of the city Ilyichevsk.

**Key words:** Ilyichevsk; functional zoning of the city, town-planning projects Ilyichevsk.

**Б. Б. Муха**, канд. геол.-мин. наук, доцент  
кафедра физической географии и природопользования,  
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

## О КНИГЕ ЭВЛИЯ ЧЕЛЕБИ “КНИГА ПУТЕШЕСТВИЯ”: ОПИСАНИЯ ЗЕМЕЛЬ УКРАИНЫ (ПРОВИНЦИИ РЕЧИ ПОСПОЛИТОЙ) И МОЛДАВИИ В XVII ВЕКЕ

Приведены выдержки из описания свидетеля и летописца событий середины XVII в. на территории нынешней Украины и Молдавии глазами весьма образованного дипломата, подданного Османской империи. Краткая характеристика ряда поселений того времени (Измаил, Килия, Аккерман, Ходжабай, Очаков, Умань, Киев (Кириловец) и др.) уточняет топонимику и время их возникновения. Описана природа засушливой степи, крайне неблагоприятной для проживания. Национальные и бытовые особенности коренного населения территории принципиальным образом отличаются от распространенных в лесостепной и лесной зонах, в частности — устройство жилья, промыслы и хозяйственная деятельность, продукты питания, одежда, духовные ценности.

**Ключевые слова:** краеведение; Молдавия, Украина: валахи, молдаване, москвиты, казаки, русы, оборонительные сооружения, посадки, обычаи.

### Введение

Под таким названием Издательство восточной литературы совместно с Институтом народов Азии при Академии наук СССР в 1961 г. малым тиражом (всего 2800 экз.) выпустило книгу, содержание которой, в большинстве случаев, не известно никому, кроме узкого круга специалистов. Между тем, информация, изложенная на русском языке в этой книге, не потеряла ценности как для специалистов, так и для студента-географа, краеведа, рядового читателя, интересующегося вопросами краеведения и исторической географии края. Эта книга излагает прошлое “Дикой степи”, практически непригодной для длительного проживания, своеобразного “коридора” для прохода кочевых племен из Азии в Европу. Впоследствии эту широкую полосу суши к северу от Черного и Азовского морей стали называть “Диким полем”. Позже, после первых русско-турецких войн второй половины XVIII века, эта территория вошла в состав Новороссийского края (с 1764 г.) и Южной Бессарабии.

Среди источников, относящихся к истории нашей страны, особое место занимают известия иностранцев, имевших возможность в той или иной мере ознакомиться с данной территорией страны, населяющими её народами, занятиями и бытом жителей и т. п. в период Средневековья. Однако незнание языка, непонимание чуждых им обычаев и порядков, порой пренебрежительное отношение к местному населению препятствовали объек-

тивной оценке иностранцами жизни и быта наших предков, “москвитов” и всех славян вообще, молдаван, калмыков, армян, турок и др. Вместе с тем, главной особенностью освоения территории Северного Причерноморья и Приазовья явилось то, что эта территория постепенно заселялась представителями десятков народов из разных стран. Необычно звучит для нас, живущих в начале XXI столетия, но малороссы (современные украинцы) массово стали заселять Северное Причерноморье только в 60-е годы XIX века, после отмены крепостного права в Российской империи.

В то же время так называемые “сказания иностранцев” представляют исключительную ценность для исследователя как материалы, вышедшие из-под пера современника, нередко участника событий, человека осведомлённого, наблюдательного [2, 3]. В сказаниях иностранцев мы находим то, что обычно не остановило внимания отечественных описаний, составителей летописей и т. п. Иностранцев, как правило, интересуют быт, обычаи, одежда, жилища, поселения, торговля, ремёсла, т. е. всё то, что как обычное, повседневное, не интересовало авторов русских, украинских, белорусских, молдавских источников.

К такого рода “сказаниям иностранцев” относится и “Книга путешествия” весьма образованного турецкого путешественника XVII века Эвлия Челеби, содержащая описание земель Молдавии, Польши, России, причерноморских и приазовских в составе Османской империи. Как и в ряде аналогичных случаев, “Книга путешествия” Эвлия Челеби представляет для исследователя интерес прежде всего как сочинение современника, очевидца и участника ряда важных исторических событий.

Эвлий Челеби — в первую очередь путешественник, и его произведение ценно для исследователя тем, что в ней содержится очень много интересных и верных наблюдений, сведений, характеристик. Как и большинство восточных писателей, Эвлий Челеби склонен ко всякого рода преувеличениям, гиперболам. Порой его фантазия не знает предела, и он видит в маленьких украинских городках вместо хат замки, сотни лавок и т. п., но в целом ряде случаев его наблюдения, несомненно, верны, суждения справедливы, а сообщаемые сведения представляют большой интерес для специалиста.

### **Общие впечатления путешественника**

В “Книге путешествия” Эвлия Челеби перед нами проходит описание многих городов средневековых Королевства Польского, Бессарабии и Молдавии: Киева, Львова, Черкасс, Кременчуга, Канева, Чигирина, Лубен, Каменца, Бара, Могилёва на Днестре, Рашкова, Збаража, Брацлава, Умани, Стены, Шаргорода, Подгайцев, Бочаргородка, Жаботина, Ломоватого, Медведовки, Капустина, Горелова, Кобеляк, Ладыжина, казацких паламок, Измаила, Аккермана, Бендер, Хотина, Сорок, Ясс, Сучавы, Текуча, Бырлада, Васлуя, Скынтяя, Галаца, Цуцоры, Кишинёва.

Описание городов и крепостей, выполненные Эвлием Челеби, если отбросить явные преувеличения (800 лавок в Баре, 600 лавок и 200 церквей в

казацкой паланке, 90 церквей в Збараже, 1000 базаров, 2000 лавок и 4000 каменных дворцов в паланке Брод, 84 000 дворцов в предместье Львова и т. п.), то сведения о городах исторически верны. Эвлий Челеби говорит о домах местного населения, крытых камышом, дранкой, тесом. Такими крышами покрыты не только деревянные, но и каменные дома. В городах много лавок, базаров. При этом сообщается характерная деталь: в лавках торгуют главным образом женщины. Эвлий Челеби сообщает об обилии ремесленников в городах Прикарпатья, в частности во Львове и Бочаргородке. Во Львове трудится много суконщиков-евреев, живет много евреев и армян, а среди торговцев есть лазы, грузины, персы, венгры, “франки”.

Путешественника интересуют заезжие дворы, бани, которых не так много в “украинных” городах. Он отмечает факты имущественного неравенства, отмечая, что, например, в предместье Львова, наряду с “деревянными и крытыми тесом благоустроенными дворцами”, “есть и маленькие домики бедняков без виноградников и садов”. Путешественник внимательно наблюдает за занятиями местных жителей, подчеркивая плодородие почвы. Хороший белый хлеб, который Эвлий Челеби видел и ел в “украинных” городах Польского Королевства, свидетельствует о широком распространении пшеницы. Особенно интересует его садоводство. Эвлий Челеби подчеркивает, что там он видел хорошо возделанные виноградники, а в более северных областях, где также процветает садоводство, винограда нет, но зато много яблонь, черешен, груш и слив. Автор “Книги путешествия” многократно подчеркивает, что в Северном Причерноморье и Приазовье “из-за холодной зимы” не растут инжир, гранаты, лимоны, померанцы, хурма и маслины. В лесостепи хотя и произрастает виноград, но по той же причине “он не вкусен и не сочен”.

Эвлий Челеби старательно описывает крепостные сооружения на территории современной Украины, не отказывая себе в удовольствии снабжать их многотысячными гарнизонами, украшать десятками церквей, укреплять десятками башен и многоверстными стенами, снабжать сотнями стволов крепостной артиллерии. Но если сообщаемое им очистить от плевел преувеличений, то останутся драгоценные зерна исторической истины. Особенно подробно описаны им Измаил, Килия, Аккерман, Очаков, Яссы, Бендеры, Каменец, Львов и некоторые другие крепости.

Большой интерес представляет описание паланки, расположенной на расстоянии одного перехода от Збаража на острове среди озера с болотистыми берегами. Описание весьма интересно: “...По топкому берегу и по чистой воде озера до самой крепости ведет бревенчатая гать длиною в два часа ходьбы. Когда же при помощи цепи в нескольких местах гать разводят, крепость оказывается на острове. Летом нет никакой опасности со стороны татар. Но зимой, когда озеро замерзает, сколько раз татары нападали на крепость и уводили в плен...”. Такие же паланки, стоящие среди болот, встречал он и в других местах, например в Капустиной Долине.

Эвлий Челеби интересуется и вопросами этнографии и языком местного населения того времени. Он подчеркивает, что в городах и селах Молдавии можно встретить не только молдаван, но и “казаков”, поляков, вала-

хов, цыган, венгров, сербов. В Полесье и Приднепровье, кроме “казаков” и “руссов”, много также и “московитов” (русских, великороссов), армян, евреев, турок, молдаван, персов, венгров и др. Говоря о языке киевлян, жителей Киева и окрестностей, он пишет: “Язык их еще более всеобъемлющ и богат, чем фарси, кейтакский, монгольский и всякие прочие...” И тут же он отмечает, что “язык киевлян и древлян имеет сильное сходство с московитским (русским) языком”, но в нем поболее польских слов.

Он описывает внешний облик жителей Житомира, Киева, Фастова, Могилева, Переяслава, Черкасс, Золотоноши и окрестностей этих городов, их одежду, обувь, головные уборы. Указывается, что “...женщины из коренного населения ходят в юбках из цветного шелка, подпоясанные голубыми шелковыми фартуками со стамбульского берега... Богатые хозяева одеваются в сукно, на головах у них татарские шапки, на плечах расшитые серебром кафтаны; одеты в сапожки с загнутыми носками; в большинстве они занимаются торговлей..., многие обрабатывают землю и держат скот”. Жители крепости Подгайцы удостоились более подробного описания: “Все девушки в городе черноволосы, ходят с непокрытой головой в разноцветных халатах и желтых *пануцах* (род восточной домашней обуви). Христиане-мужчины носят собольи шапки. Вся одежда чисто христианская: они надевают *доломаны* (удлинённый кафтан с отделкой) из сукна разных цветов и замши с золотыми и серебряными пуговицами, а подпоясываются жёсткими волосяными и шёлковыми поясами...” ([4] с. 58). Описана форма прически (“бритоголовые” казаки, косы “серноподобных” девушек).

Эвлий Челеби приводит ряд слов у коренных жителей “украинных” городов и сел (“яблук”, “часнок”, “чибуля”, “черевик”, “хлопче”, “парубок”, “овечка”, “хлеб”, “вода”), имена числительные (“один”, “два”, “три”, “четыре”, “пяк”, “шеск”, “сим”, “восим”, “девик”, “десик”), ряд выражений (“дай мени”, “куды идеш”, “хлеб принес”, “пувай здоров” и др.). Они весьма схожи с рядом современных украинских слов. Автор интересуется русской азбукой, состоящей из “двадцати девяти букв”, религией, которая “у жителей Киева”, “казаков” и у “московитов” одна и та же, а именно — греческая. Более ревностных сторонников “греческого христианства” Э. Челеби нигде не встречал. Эти люди без страха шли на лишения и даже смерть, отстаивая свою религию и свою землю.

Видимо, Эвлий Челеби записывал эти слова и выражения со слов любого казака или чиновника, с которым ему приходилось сталкиваться, но вряд ли мы ошибемся, если предположим, что главными информаторами и “учителями” этого языка выступали представители местной старшины и купечества, с которыми чаще всего общался Эвлий Челеби. Об этом говорит, например, одно выражение среди немногочисленных прочих местных выражений, встречающихся у Эвлия Челеби. Его мы находим в “Книге путешествия”, а именно “мужик исфинья” (свинья), которое имеет ярко выраженную социальную направленность.

Эвлий Челеби, несомненно, хорошо разбирался в социальных отношениях, установившихся на восточных землях (“украинных”) Королевства Польского. Так, например, о вольном “казацком народе”, населявшем сто-

явшую на Днепре “крепость Крылов”, не подчинявшемся ни Польше, ни Москве, ни Крыму, он говорит как о “толпе избежавших виселицы, заблудившихся людей”. Этот народ не имеет собственности, не имеет семьи и худобы, а только грабит караваны и проезжих людей.

И тут мы сталкиваемся с определенной социальной интонацией. С точки зрения информаторов Эвлия Челеби, принадлежавших к феодальным верхам, вольные казаки, запорожцы, ревностные борцы за веру, за свою землю, за свой язык, против панского гнета были преступниками, достойными виселицы, “заблудившимися людьми”, искавшими враждебной феодалам социальной правды. Эвлий Челеби охотно принимает их трактовку социального происхождения “казацкого народа”, “разноплеменного общества”, поскольку он сам принадлежит к той же феодальной социальной среде, но только иного языка и вероисповедания.

### **Военное дело и войны в книге Эвлия Челеби**

Эвлий Челеби неплохо знает военное дело. Судя по тому, что сообщает этот путешественник из своей биографии (в течение 26 лет он “десять раз был в рядах сражающихся и одиннадцать раз вместе с османским войском участвовал в осаде важных крепостей”), он не был новичком в военном деле и скорее наблюдателем, чем воином, принимал участие во многих военных походах.

Войны и грабёж, сопровождавшийся зверствами, в представлении Эвлия Челеби неотделимы. Не только не смущаясь, но любясь и хвастаясь этим как проявлением воинской доблести, он говорит о том, что татары (вассалы и союзники турок) и турки опустошали земли Московии, Валахии, Молдавии, Подолии, Приднепровья, Слобожанщины. Агрессоры грабили и насиловали население, проявляя при этом невероятную кровожадность и жестокость, как рыскали они повсюду в поисках добычи и “ясыря”, предавая всё огню и мечу, как убивали пленных, предавая их мучительной казни [1]. Очевидно, в связи с законами турок и татар того времени, Э. Челеби сообщает, что “...с нашей стороны чашу смерти осушили 700 человек из татарского войска. Их тела были посыпаны солью и на плотках переправлены в Крым. А тела 7065 душ поляков, “законных” казаков и других неверных, прибывших нам на помощь, были преданы земле...” ([4] с. 69).

Эвлий Челеби даёт очень подробные и интересные описания татар в походе (“...юноши из разных татарских племён-охотников за врагами: ширин, мансур, седжют, аркан, дайыр, улан, бадырай, ногай, ормин, имансадак”, с. 64), их воинского строя, тактики, вооружения. Стремясь возвысить их как борцов за “истинную веру” и показывая их жестокость по отношению к “неверным”, автор книги восхищается: “...Воины ислама протянули руки к колчанам и на тетиву каждого лука положили по 2–3 тяжёлые стрелы и к наконечнику каждой стрелы привязали по 1–2 куска серы, а серу подожгли. Короче говоря, все воители бога единого вложили в свои руки всю свою силу и вознесли к Аллаху крики “Аллах Акбар”, шедшие из глубины сердца и души...” ([4] с. 224).

Одним из проявлений воинской доблести своих единоверцев Эвлия Челеби считает их чудовищную жестокость. Турки добивают раненых, казнят пленных, отрубая головы трупам и т. п. Ничуть не смущаясь, автор [4] пишет: “Проворные молодцы и мародеры из числа татар и ногайцев, отказавшихся в эту ночь от отдыха, грабили и обирали трупы неверных — эти смердящие трупы грешников, оставшихся на поле сражения” (с. 227). Все это должно было бы, казалось, утратить, запугать их противников, подавить в них стремление к сопротивлению. Но на самом деле именно эта жестокость побуждала славян беззаветно бороться с турецкими завоевателями и угнетателями.

Но особенно энергично и успешно боролось с турками казачество и, в частности, Запорожская Сечь. Характерно, что боевым кличем наших предков в те времена было имя Христа. Как отмечает в своих путевых записках Э. Челеби, “...Из 70 мест доносились крики “Иисус!”, и они вопили, завывая, как лесные шакалы” ([4] с. 226). Казаки не видели большего преступления, чем “продаться басурману” или “хоть на палец поступиться верой”.

Надо отдать справедливость Эвлию Челеби: он объективно оценивает воинскую доблесть как казаков, так и всех славян. Говоря “о характере мятежных казаков, или бритоголового народа”, он восклицает: “Да помилует нас Аллах! Те, которые не видели своего народа, даже великие толкователи религии, не могут знать, какова душа этих врагов общины Мухаммеда и других народов. Вступив в их страну..., мы проезжали по ней с молитвами... Потому что однажды во время войны за крепость Азов я, ничтожный, хватил горя от этих злодеев и видел, как они воюют и дерутся”. И далее: “Казачий народ — это стойкий, упорный и сердитый народ”. Казачьи банды характеризуются как “племя неустрашимых *кяфиров*”. Не стесняясь, не боясь быть обвиненным в трусости, он пишет, что турки “из-за страха перед казаками совершенно не знали ни сна, ни отдыха”.

Казачество, по словам Эвлия Челеби, обладает большой притягательной силой. Среди казаков встречаются и москвиты, и молдаване, и черкесы, и татары, и, видимо, турки, так как некоторые казаки говорят без акцента по-турецки... Показательна причина, по которой степную местность к югу от нынешнего пос. Роксоланы Одесской области назвали *От-Ярык*: “...каждый прибывающий по этой безжалостной пустыне из Крыма, Кинбурна или Очакова, если дело происходит темной ночью, собирает сухую прошлогоднюю траву и делает знак, т. е. зажигает костер, чтобы его видели в Аккермане (нынешний Белгород-Днестровский), стоящем на противоположном берегу. Тогда жители Аккермана... прибывают сюда на лодках, переговариваются с прибывшими и, если это мусульманин или подданный падишаха, переправляют его на другой берег.

Но несколько раз *кяфиры* (знающие по-турецки казаки), прибыв на это место, зажигали костры из травы, и как только из Аккермана прибывали на лодках люди, казаки захватывали их в плен и удалялись. С той поры наученные горьким опытом аккерманцы уже не принимают каждого случайного человека по каким угодно сигнальным кострам, а принимают

только гонцов и путников, узнав их по кострам, разложенным особым образом. Вот почему это место названо *От-ярык* (от — “трава”, *ярык* — “костёр”, турецк.)” (с. 107).

Эвлий Челеби сообщает о “знаменитом аге”, некоем Рыдване, “русе”, т. е. православном славянине по происхождению, который, очевидно, был взят в плен (он происходил “из рабов”). Затем “рус” продвинулся на военную службу у турок и стал *капуджибаши* (капуджибаши — один из сановников султанского двора, начальник дворцовых привратников. В их подчинении находилось от 500 до 2 000 капуджи...). Но даже через сорок лет он не забыл своей настоящей родины, бежал к “мятежным казакам”. На подконтрольной им территории беглец основал крепость Рыдванец.

Автор “Книги путешествия” посетил Запорожскую Сечь, где узнал о том, что казачество на Приднепровье весьма неоднородно. Казацкие старшины придерживаются разной ориентации. Путешественник говорит о казаках Дорошенко, о казаках Серко, Барабаша и др. Особенно много пишет Эвлий Челеби о Серко и Дорошенко. Из русских воевод ему известны Шереметев, Бутурлин, описанию сражений с которыми Эвлий Челеби посвящает много страниц своего труда. Основное занятие “законных казаков” — охрана государственных рубежей, контроль за переправами через Днепр, жизнь в условиях свободы.

### **Население и населенные пункты**

Далее будут процитированы отдельные факты краеведения, истории и географии из книги Эвлия Челеби, которые, по мнению автора статьи, малоизвестны читателю, и некоторые соображения по поводу географических названий и др. Они описывают населенные пункты и население тех территорий, которые были посещены автором “Книги...”.

В окрестностях Днестровского, Хаджибейского и Тилигульского лиманов путешественник встречал в основном татарское население. При подходе к долине р. Барабой он пишет: “...Племя татар называет эту местность *даллык* (отметим сходство с современным “Дальник”) из-за того, что здесь лощина покрыта кустарником... Мы проделали 14-часовой переход и прибыли в землю крепости Ходжабай. Когда султан Баезид завоевал Аккерман, один богатый человек, прозванный *Бай* (Бай значит — “богатый”), получил разрешение султана и построил в этом месте на скале прочное укрепление, поместил в нем небольшой отряд воинов. Он сделался обладателем пяти стад по 1500 овец и после долгой счастливой жизни его стали называть *Ходжабай*. До сих пор постройки этого укрепления сохранились и хорошо видны на берегу Черного моря, на крутой скале. Если это укрепление хотя бы немного подправить, местность станет населенной, а дорога — безопасной. В этих местах из Черного моря добывают соль, а жалование гарнизону выплачивают солью...” ([4], с. 108). Вполне подходящей может быть ассоциация с турецким замком “*Хаджибей*”. Но вот указание на Черное море как источник соли неверно, видимо, добыча происходила из лиманов.

Далее упоминается “местность Дели-гелю” (вполне возможно — Тилигул?), где встречаются редкие татарские и турецкие поселения, а люди занимаются рыбной ловлей, добычей соли и торговлей. Эвлия Челеби здесь встречали мусульмане, а о христианах ничего не говорится. Говорится об “острове Тентере”, что по произношению похоже на “Тендровская коса”. Но следующая фраза заставляет отвергнуть это предположение: “...Напротив острова Тентере она (река Березань) впадает в Черное море, в ширину имеет одну милю” (с. 108). Если это так, то, вероятнее всего, речь идет об острове Березань.

Последующее описание весьма интересно: “...крепость Очаков является центром *эйялета*”. Напомним, что *эйялет* — это наиболее крупная административная единица, на которые делилась Османская империя; а она, в свою очередь, делилась на санджаки. В XVII веке было более 20 *эйялетов*. И далее необходима длинная цитата: “Одно из названий данного *эйялета* — Джан-Керман — татары произносят как Дихкерман. И вследствие того, что она находится на берегу Днепра, ее называют также Днепровской крепостью...([4] с. 113). Недалеко от Очакова расположены еще две крепости — Хасан-паша и Кылбурун (вероятнее всего “Кинбурун...”) ([4], с. 109). В этой крепости насчитывается 200 домов, сверху донизу обмазанных глиной: они имеют верхний этаж, дворы с палисадниками. Дворец бея также находится в этой крепости, все улицы которой чистые, мощные. Дорога ее — только чтобы разминулись два человека. Имеется 20 мелочных лавочек, и по соседству с ними — небольшая баня с тремя углублениями для воды. Воду для нее привозят на лошадях. Здесь же расположены арсеналы, склады зерна и всегда готовые к действию, исправные пушки.

С восточной стороны крепости холм, с западной — степь, а полоса земли по краю рва расстоянием в полет пушечного ядра представляет собой хорошо возделанный огород. Здесь много дынь и арбузов, зато садов и виноградников нет... В этой степной местности нет ни одного посаженного дерева... Крепость Очаков является портом: в нее на Аккерман, Килию и Измаил отплывают и к ней прибывают суда. Имеется множество судов, чтобы переправлять войска на противоположный берег” ([4] с. 110).

“...Внешние посады Очаковских крепостей также упоминаются, их три. Близ этих крепостей... в 500 шагах от оборонительных сооружений в сторону моря имеются... крытые тростником еврейские, валашские и молдавские дома. Из них до 200 сооружены из грубых ковров и циновок, крыты тростником и камышом... Удобных зданий на фундаменте здесь вовсе нет, ибо каждый раз во время войны приходят казаки и все вокруг рушат и жгут... Здесь же склады; все они крыты землей... Здесь под поверхностью земли имеются 2000 погребов с пшеницей, ячменем и рожью...” ([4], с. 115).

В тексте книги Эвлия Челеби упоминается, как уже говорилось, “небольшая крепость, называемая *Кылбурун*. Это название обозначает “тонкая коса”, — тоненькая, словно волос (*бурун* — “мыс, нос, коса”; *кыл* — “волос” — турецк.). В тексте написано, что “...каждый раз штормовые волны Черного моря перехлестывают через нее в реку Днепр, а воды Днепра по-

рою перехлестывают в Черное море... Караваны, направляющиеся в Крым, собираются в этой крепости и группируются в отряды численностью до одной-двух тысяч человек...” ([4] с. 118). Это описание точно указывает на Северную Кинбурнскую косу и крепость “Кинбурн” в 4 км южнее Очакова. К тому же, как видим, Э. Челеби отождествляет Днепро-Бугский лиман с Днепром.

Любопытна такая информация, касающаяся восстановления порушенной крепости Очаков. “...На малые чайки, лодки, чайки и корабли был погружен строевой лес... из Аккермана, сухари, черный порох и ядра... несколько кантаров гвоздей (*кантар* — мера веса, равная 56,41 кг), и все мастера-строители Аккермана и Килии. Была погружена пшеница и просо...” Почему строевой лес грузили из Аккермана и откуда он там взялся? Значит ли это, что севернее Очакова, по берегам Днепра такого леса не было, или его боялись заготавливать из-за присутствия в регионе казаков? Что в те годы понималось под названием “строевой лес”? Скорее всего татары боялись подыматься вверх по Днепру и заходить в плавни. Поэтому можно с уверенностью утверждать лишь то, что в Аккерман лес сплавлялся сверху по Днестру, в результате торговли с молдаванами или Прикарпатской Русью.

Эвлий Челеби обращает внимание на крепость Умань. Эти записки рассмотрим более подробно: уже несколько десятилетий ежегодно студенты Одесского университета выезжают в парк “Софиевка” на экскурсии в порядке прохождения учебной практики, а им нужно более подробно знать об этом городе. Некоторые краеведы именуют названную крепость “Уманец”. Умань представлена как большой *портовый* (?) город на берегу реки; это, думается, преувеличено, маловероятно, даже учитывая, что речь идет о реке Уманке в месте впадения в нее рек Паланка и Каменка. Видимо, здесь делали речные лодки и проводили их по Уманке, Ятрани, Синюхе в Южный Буг и далее к Очакову. Путешественник свидетельствует: “Крепость находится под властью руководителей казацкой страны. Округа её простираются на пять часов пути. Скорее всего, это обычная паланка с частоколом из толстых брёвен, обнесённая земляным валом. Высота её стен — 20 локтей. Насыпной вал имеет в ширину 10 аршин. Бастионы её в высоту по 23 локтя. Пушки — малых размеров. Всех ворот — 21, в большинстве своём это деревянные ворота, выходящие к берегу р. Уманки и служащие для забора воды. К северу от крепости местность заросла камышом и заболочена. Во все стороны от крепости легла равнина, на которой красуются благоустроенные деревни. Ныне крепость *находится под властью польского короля, а правитель её — Дорошенко*... Судя по ответам видных мужей, находившихся в крепости, внутри городских стен... большие и малые дома с верхними этажами. Все дома крыты дранкой или тёсом, снабжены печурками и русскими печами... Один из начальников крепости... — таможенный начальник” ([4] с. 88).

Другой крепостью на описанной территории является город Измаил. В путевых записках поясняется: “Это — строительное творение *Салсала*. Город этот в 1484 г. завоевал капудан султана Баезида хан Исмаил, поэ-

тому его называют Измаилом (до турецкого завоевания город назывался *Смил*)... Правителем города на основе обычного права является ставленник главного евнуха, и он правит с помощью 400 своих людей. Это высокая должность, и она сдаётся на откуп.

...Три квартала в нём (Измаиле) — мусульманские, а остальные населены греческими, армянскими и еврейскими *реайя* (араб. “*пасомые, подданные*”). В XV–XVII вв. таким было название всего феодально-зависимого сельского населения Османской империи. Крыши домов в большинстве застланы тростниковыми плетёнками или покрыты камышом. Все дома, постоянные двory, мечети, имеющие кирпичные стены и крытые черепицей, находятся в мусульманских кварталах. Зданий, крытых свинцом, в городе нет... Мостовой в городе нет совсем. Предписано, что в гавани его непременно стояло пятьсот судов.

...Волости и селения — сплошь татарские. Граница земель города Измаила на востоке сходится с Килийским *каза*, что есть административная единица, подчинённая санджаку. Северо-восточный край Измаильского каза граничит с землями Аккермана, а северный проходит по деревням Тобак и Искерлет, а также по молдавской крепости Галац, расположенной на границе молдавских земель. Очень хороши здесь мёд, мясо, сыр, белуга, копчёная осетрина, чёрная икра, а на полях — пшеница и ячмень. Много тут белого хлеба. На невольничьем рынке много белых рабынь и невольников-мальчиков. Всё население города живёт куплей-продажей, промышленяет торговлей с валахами и молдаванами... В этом городе живут купцы, торгующие белугой и осетром... Так как на берегах Дуная имеется почти 2000 казённых рыбных лавок, то купцы ежегодно отправляют 2000 повозок солёной рыбы в польские, немецкие и московские земли. По обилию комаров этот город является местом, вызывающим изумление” ([4] с. 31–32).

Аккерман. Его первооснователем Э. Челеби называет также некоего *Салсала*. Во время путешествия, как говорится в описаниях, “...название этой крепости было Богаз-конман... Эта крепость воздвигнута из ракушечника на крутой скале Днестра. Река Днестр впадает в Черное море на расстоянии двух пушечных выстрелов от крепости... Прежде всего следует сказать, что окружность этой крепости составляет 3060 шагов. Но я измерил ее по внутреннему ряду стен, а крепость эта имеет еще 3 ряда стен наружных... На берегу реки Днестр стены низкие. Однако они имеют внушительные, мощные укрепления. Противоположная сторона крепости обращена к суше, и она также представляет собой прекрасное укрепление в три ряда прочных валов.

...Ворот в крепости трое; двое из них — небольшие ворота, выходящие на реку Днестр, а одни — прочные железные ворота в три ряда, с весьма оживленным движением, обращенные на восток, к посадку...Всего в крепости полторы тысячи крытых дранкой благоустроенных домов; домов же, крытых черепицей, нет совсем. Имеется мечеть султана Баезида — это приятного вида мечеть с одним минаретом”.

Далее Э. Челеби продолжает: “...На трех рядах стен крепости имеются по-разному, но искусно построенные башни, стоящие одна внутри другой,

украшенные разнообразной росписью и кладкой, резьбой и облицовкой. Некоторые из них представляют собой высокие башни, крытые свинцом... В плане эта крепость имеет форму четырехугольника. В ней проходит шесть рядов прочных разделительных стен.

...А ров перед воздвигнутыми на скале тремя рядами стен имеет пятьдесят аршин глубины... Крепостная стена, идущая по краю этого глубокого рва, представляет собой внушительную преграду толщиной в сорок шагов... Перед большими воротами имеется висячий деревянный мост. Каждую ночь стража с помощью ворот поднимает мост, прислоняет его к железным воротам, и тогда нельзя ни войти в крепость, ни выйти из крепости” (с. 33–35).

Оригинальным представляется посад Аккермана: “В нем тринадцать кварталов. Все дома в них деревянные, с верхними этажами, крыты тесом, имеют деревянные дворы, окружены виноградниками и садами. ...Некоторые дома, жилые постройки, кофейни крыты тростником или камышом... В семнадцати местах имеются начальные школы, и, к слову сказать, великолепная школа, расположенная в торговых рядах... В восточной и южной частях посада бесчисленные виноградники и сады. А в западной стороне тянутся гряды песчаных холмов... Украшение посада — купцы и муджахиды, идущие по пути, указанном Аллахом... Многочисленные жители носят татарские шапки, едят конину, надевают овчинные шубы, пьют бузу и медовуху... Город славится белым хлебом, маслом для маяков, ядерной пшеницей, ячменем и песком для часов” ([4] с. 33–38).

Крепость Кирилов (или Киев). Со времени своего основания и по сей день эта крепость находится в руках московитов; достойно отметить, что это красивая крепость. А закон киевских и московских князей был таков: если какой-нибудь князь умер, то тело его непременно хоронят в этом Киеве-Кирилове, и в этом же городе происходит коронация князей. Так как эта древняя крепость стоит на священном для поляков и московитов месте, то этот Кирилов почитают во всем *Ференгистане*, т. е. в стране *ференгов*. Это общее название европейских стран у турок и многих других народов Востока, от турецкого: *ференг* или *франк*, синоним европейца, христианина. И поляки, и московиты подносят киевским монахам дары и дают обеты. На языке московитов эта крепость называется Киев, но между разными народами ее называют Киевец, Киевлич и другими именами, и даже — Кирилловец.

### **Килия и Дунай XVII века**

Килия. Эвлию Челеби турецкие сановники рассказывали, что основатель ее — некто по имени Кылыбов из кяфиров Молдавии уже после захвата поселения турками в середине XV века. Этот Кылыбов был сначала бедняком, но, занимаясь на Дунае ловлей белуги и осетров, стал обладателем миллионного состояния. Впоследствии он стал даже королем (точнее — господарем) Молдавии. “...И так как район Килии является причиной его возвышения и крепость здесь была сооружена во время его царствования,

то ее и называли крепостью Кылыбова. В дальнейшем же в просторечии она получила известность как крепость Килия” ([4] с. 154).

И, конечно же, Э. Челеби не мог пропустить описание данного сооружения: “Эта крепость расположена в устье Дуная при впадении его в Черное море, имеет форму круга..., с тремя рядами стен. С одной стороны внешних укреплений совершенно нет. Эта прелестная крепость на низком, ровном месте, с большим количеством превосходных лугов, виноградников и садов... Сторона, выходящая на сушу, имеет три ряда стен, а со стороны Дуная — два ряда стен, но рва нет. Всего 170 укреплений. Из башен, построенных на фундаменте, основные следующие. Вдоль реки Дуная — башня визирия султана Баезида Гелика Ахмед-паши, далее последовательно размещены Красная башня, Комендантская башня, Тюремная башня, Плоская башня и башня Маяка. На ней и теперь каждую ночь зажигают маяк. Прибывающим ночью судам он подает знак и является большим благом... Все эти башни имеют превосходные купола в виде остроконечных шапок и крыты тесом... У Большой крепости со стороны суши проходит в человеческий рост широкий ров. Когда Дунай разливается, то воды его заливают этот ров, и тут ловят рыбу”.

И далее путешественник продолжает: “Наружная крепость имеет всего четверо ворот. Одни из них — на западе, двухрядные железные, открываются в обширный посад... Трое ворот потайные и выходят в разных местах на берег Дуная. Их называют Водяные ворота. От этих ворот внутри крепости идут рвы, сверху покрытые досками. Кто их увидит, подумает, что это дороги. Но по низу их могут передвигаться верховые, мулы, кони. Вся крепость внутри разделена улицами на 150 участков, расположенных в шахматном порядке. На всех улицах — настил из толстых бревен, а под улицами прорыты во всю длину глубокие, в рост человека, широкие крутые рвы, сверху покрытые мостовинами. Во время осады каждый житель утаскивает себе в дом эти мостовины, дороги исчезают, улицы становятся вровень с водами Дуная. Рвы раскрываются и враг не осмеливается войти в город, так как рвы очень топкие и опасные. Из угловых домов, да и из всех других домов, глядят обращенные на эти улицы-рвы амбразуры с пушками и ружьями. В начале же улиц имеются укрепленные дома, устроенные так, что если враг все же войдет в город, то из этих домов на него польется карающий дождь ядер, свинца и камней. В городе имеется 700 мрачных на вид домов, без дворов, садов и виноградников. Все дома эти крыты дранкой. Верхние этажи деревянные, благоустроенные. Есть в крепости соборная мечеть, а также семь малых мечетей” ([4] с. 156–158).

Чувствуется, что для Э. Челеби Килия появилась только с приходом турок на берега Дуная, поэтому он о древности Килии не распространяется. Необычность устройства крепости его захватывает, и во многих частях своей книги Э. Челеби с восхищением описывает детали. Например: “Цитадель. К востоку от Большой крепости, в излучине Дуная, рядом с наружной крепостью имеется квадратная, довольно маленькая, искусно сделанная крепость... Маленькие железные ворота открываются прямо в Большую крепость. В двух рвах, окружающих укрепления, полно рыбы,

которая там плавает. На запад от Большой крепости, на равнине, расположен большой посад в форме пятиугольника. В одиннадцати кварталах посада имеется 2000 крытых дранкой двухэтажных и одноэтажных домов с крытыми дворами... Много начальных школ. В торговых рядах на берегу реки имеется баня, которая крыта свинцом... Есть также караван-сарай для купцов.

Рабы и пленные очень дешевы... Знатные жители города — купцы и работоторговцы...

Виноградники и сады в бесчисленном множестве. Из наиболее восхваляемых продуктов — килийская бастурма из говядины и баранины. Бывает очень вкусное и хорошего откорма постное мясо. Также хороши мед, масло, пшеница, много рыбы...”

А далее приведем длинную цитату, которая показывает использование ресурсов Дуная местным населением. Эвлий Челеби считает необходимым основное внимание уделить рыбной ловле: “...Вверх по Дунаю от крепости Килии навалены по обоим берегам, точно горы, мачтовые бревна длиной в 70–80 аршин каждое. Они доставляются сюда на 200 судах... Эти бревна вбивают в дно Дуная от обоих берегов навстречу друг другу и в промежутки вбивают еще жерди. Через них проходят воды Дуная. В середине оставляют проход шириною в 20 жердей, чтобы не препятствовать движению судов по Дунаю. Эти вбитые сваи обвивают длинными лозами дикого винограда, и другими длинными жердями с развилкой на конце опускают эти навитые лозы до самого дна Дуная. Затем, когда эти лозы всплывают на поверхность Дуная, то часть реки получается огороженной наподобие загона. Из него не может выйти рыба размером даже в пядь.

Затем на внутренней стороне этой западни, на самой середине Дуная, вбивают несколько сот свай и на них устанавливают временную постройку с кофейней и множеством комнат, а на уровне воды в полу делают окошки. Правитель Эмин-ага и 300 его помощников и ловцов рыбы, заглядывая через окошки в западню, наблюдают. За этими вбитыми кольями и решетками из лозы на глубине в полчеловеческого роста расставлены сплетенные из лозы клетки, величиной в пять паласов.

Когда весной рыба хочет выйти на обширные и привольные морские просторы..., то, подхваченная течением воды, она... устремляется через этот узкий проход. Тогда рыба оказывается в ловушке, и рыбаки веревками тянут клетки. Тут-то помощники и начинают бить 10–15-аршинных белуг и 5–8-аршинных осетров, и поверхность Дуная окрашивается кровью. Пойманных рыб солят и соленую рыбу продают на золото многим тысячам купцов. Последние же отправляют соленую рыбу повозками в страны неверных.

Из некоторых осетров добывают по 5–6 кантаров (?) черной икры. Днем и ночью дежурят ловцы у отверстия этой западни и вылавливают все, что туда попадает... А когда внезапно наступает суровая зима, то больше семи месяцев рыбы не бывает. С наступлением зимы садок и постройку на нем снимают, а весь строительный материал сваливают горой на обоих берегах Дуная” ([4] с. 154–159).

## Выводы

Изложенное выше в нашей статье позволяет сделать ряд выводов.

1. Специалисты-краеведы, занимающиеся вопросами изучения древностей, должны подходить к “Книге путешествия” весьма осторожно. И дело не только в склонности Эвлия Челеби к преувеличениям, к безудержному полёту фантазии. Но также следует учитывать недостаточную осведомленность информаторов путешественника.

2. Рассмотренные путевые записки Э. Челеби представляют собой свидетельство очевидца, а потому особенно ценны. Его текст дает довольно полное представление о населении территории, вероисповедании, ремеслах, одежде.

3. Необычайные сведения путешественник сообщает о казаках. Уже тогда выделялись казаки вообще и “законные казаки” (очевидно — “реестровые”). Их он изображает как интернациональное сообщество вольных людей, для которых свобода дороже семьи, детей, ведения хозяйства и собственного жилища. Своими боями с татарами, турками и другими “басурманами” они защищают “православное население” от порабощения.

4. Северное Причерноморье и Приазовье, между устьями Дуная и Дона, степные просторы до границы с лесостепью и лесом засвидетельствованы как природная среда, мало пригодная для проживания. Главными причинами Э. Челеби считает недостаток воды, топлива, ненадежные укрытия от врагов, невозможность заниматься сельским хозяйством.

## Литература

1. Карамзин Н. М. Предания предков. Сказания, легенды, рассказы из “Истории государства Российского”. — Москва: Правда, 1987. — С. 45–69.
2. Муха Б. Б. За пределами реального (новые данные о самых ранних памятниках первобытного человека по находкам в одесских катакомбах) // Эниология. — 2003. — № 4. — С. 70–78.
3. Рясиков Л. В., Муха Б. Б., Суворов Ю. В. Тимофей Григорьевич Грицай — первый директор подземного палеонтологического заповедника Одесского государственного университета им. И. И. Мечникова // Известия Музейного фонда им. И. И. Мечникова. — 2006. — Том. — № 3. — С. 12–22.
4. Эвлия Челеби. Книга путешествия (Извлечения из сочинения турецкого путешественника XVII века). — Выпуск 1: Земли Молдавии и Украины. — Москва: Изд-во Вост. лит., 1961. — 338 с.

**Б. Б. Муха**

кафедра фізичної географії та природокористування,  
Одеський нац. університет імені І. І. Мечникова,  
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

**ПРО КНИГУ ЕВЛІЯ ЧЕЛЕБІ “КНИГА МАНДРІВ”: ОПИСИ ЗЕМЕЛЬ  
УКРАЇНИ (ПРОВІНЦІЇ РЕЧІ ПОСПОЛІТОЇ) ТА МОЛДАВІЇ В XVII  
СТОЛІТТІ**

**Резюме**

Виконаний аналіз шляхових нотатків у книзі відомого турецького дипломата і мандрівника Евлія Челебі. Він описав давню територію, де зараз розташовані Польща, Молдова, Україна, Угорщина, Румунія. Особлива увага була приділена степам Північного Причорномор'я. В книзі міститься інформація про природу, річки, населення, поселення, звичаї, ремісництво, сільське господарство, торгівлю, військові події XVII століття.

**Ключові слова:** краєзнавство, Молдова, Україна, валахи, молдовани, московіти, посади, звичаї.

**B. B. Mukha**

Odessa National Mechnikov's University,  
Dept. Physical Geography and Nature Management,  
Dvoryanskaya St., 2, Odessa-82, 65082, Ukraine

**ON EVLIY CHELEBY BOOK NAMED “DOOK OF TRIPS”:  
DESCRIPTION OF UKRAINIAN (AS A POLISH PROVINCE PART)  
AND MOLDAVIAN LANDS IN XVIII CENTURY**

**Summary**

Geographical analysis of Evliy Cheleby (popular and educated Turkish traveller) travel book was made according to text of the Russian version. The traveller described ancient territory of current of Ukraine, Poland, Hungary, Moldavia, Romania and arid steppe area nearest of the Black and Azov Seas northern coasts. Special attention was given consideration for territory between mouths of Danube and Dniepr Rivers. In the Cheleby's travel book located information about nature of the area, rivers, population, villages, customs, handcraft, farmings, trades, military events in XVII century.

**Key words:** Moldova, Poland, Tartaria, towns, fortifications, steppe area, population, trades, rivers.

**Ю. І. Наконечний**, аспірант

Львівський національний університет імені Івана Франка,  
кафедра ґрунтознавства і географії ґрунтів,  
вул. Дорошенка, 41, Львів, 79000, Україна

## ОСОБЛИВОСТІ МОРФОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ АЛЮВІАЛЬНИХ ДЕРНОВИХ ҐРУНТІВ ЗАПЛАВИ РІКИ ЗАХІДНИЙ БУГ

Проаналізовано морфологічні особливості алювіальних дернових ґрунтів у межах різних областей прируслової частини заплави ріки Західний Буг.

**Ключові слова:** ґрунт, заплава, дерновий процес ґрунтоутворення, морфологія ґрунту.

**Вступ.** Вивчення морфологічних ознак є одним із найважливіших і найдавніших методів дослідження ґрунтів, який дозволяє створити уявлення про загальну будову ґрунтового профілю. Потужність, вологість, колір, глибина гумусового забарвлення, гранулометричний склад, структура, складення, глибина залягання і форма прояву карбонатів, наявність новоутворень, включень, характер переходу між горизонтами та інші морфологічні ознаки дозволяють робити ряд припущень про якісні відмінності між горизонтами і можуть дати уявлення про характер режимів, що визначають сучасні процеси ґенези ґрунтів [5].

Особливістю формування профілю алювіальних ґрунтів є поєднання заплавного процесу (періодичного затоплення ґрунтів заплави паводковими водами) і алювіального (накопичення річкового алювію в результаті осідання на поверхні заплавних ґрунтів твердих частинок із паводкових вод) [8]. В поєднанні з переважаючим у заплаві дерновим процесом ґрунтоутворення створюються умови для формування алювіальних дернових ґрунтів.

Метою наших досліджень було детальне вивчення морфологічної будови алювіальних дернових ґрунтів у прируслової частині заплави ріки Західний Буг, оскільки саме в цій порівняно невеликій ділянці заплави виділяються кілька гіпсометричних рівнів, у кожному з яких формуються різні за морфологічною будовою ґрунти і процес ґрунтоутворення тут є надзвичайно активний.

**Матеріали і методи дослідження.** У процесі дослідження морфологічної будови алювіальних дернових ґрунтів заплави ріки Західний Буг нами були використані матеріали попередніх досліджень різних авторів. На основі матеріалів ґрунтових обстежень попередніх років Львівського інституту землерустрою і кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів Львівського національного університету імені Івана Франка та власних досліджень, узагальнено особливості морфологічної будови і властивості алювіальних дернових ґрунтів заплави ріки Західний Буг. У процесі дослідження використовували морфолого-генетичний (профільний) метод, який полягає у вивченні морфологічних особливостей генетичних горизонтів ґрунтового профілю.

**Результати дослідження та їх аналіз.** Згідно з вченням В. Р. Вільямса прируслова ділянка заплави поділяється на бечівник (пляж), який розміщується між руслом ріки і областю прируслових дюн, область прируслових дюн, прирусловий вал [2]. Кожна з цих ділянок заплави має свої характерні особливості, що призводить до формування різних за морфологічною будовою ґрунтів.

Загальними рисами ґрунтів заплави ріки Західний Буг є: 1) ґрунти карбонатні по всьому профілю, що пов'язано з наявністю у воді уламків молюсків, мушель, які при розливі ріки акумулюються в профілі ґрунтів, а також з глибинним розмиванням руслом ріки більш давніх карбонатних порід; 2) оглеєння в цих ґрунтах прослідковується у межах всього профілю.

Область бечівника являє собою плоску вирівняну ділянку вздовж русла ріки, складену виключно пісками, які зовсім відмиті від частинок глини і тут немає грубого вітрового елювію. Основний запас поживних елементів міститься в розсіяних у масі піску органічних рештках. Паводковий режим у цій області характеризується великою динамічністю. В таких умовах утворюються алювіальні примітивні карбонатні глеюваті піщані ґрунти. Відкладені щорічні шари алювію не встигають освоюватись ґрунтоутворним процесом, тому профіль цих ґрунтів недиференційований на генетичні горизонти, а являє собою сукупність алювіальних шарів. Їх кількість може змінюватися від одного до чотирьох, залежно від рівня ґрунтових вод, який знижується з віддаленістю від русла ріки.

У праці “Полевой определитель почв” за редакцією М. І. Полупана такі ґрунти віднесені до типу алювіальних дернових примітивних ґрунтів, а О. Л. Александровський дає цим ґрунтам назву “піонерні” [6; 1].

Як зазначає Г. В. Добровольський, алювій прируслової заплави характеризується легким гранулометричним складом, а в мінералогічному його складі різко переважає кварц [4].

Характерною особливістю цих ґрунтів є повна відсутність дернини. Потужність шарів коливається в значних межах (від 4 до 35 см). Вони складаються з піску різного забарвлення, є безструктурними, містять велику кількість нерозкладених і напіврозкладених решток молюсків, залізо-марганцеві конкреції, вміст гумусу не перевищує 1 %. Перехід між шарами різкий, характер переходу — хвилястий, язиковатий.

Нижче подаємо морфологічний опис профілю цих ґрунтів.

**Розріз №7ж** закладений на прирусловій відмілині лівого берега ріки Західний Буг 10 м на захід від русла ріки та 150 м по перпендикуляру на схід від церкви с. Завишень Сокальського району Львівської області.

Трав'яний покрив відсутній.

Глибина розрізу — 25 см.

Закипання від 10 % розчину HCl — з поверхні, слабке.

Оглеєння — з поверхні.

Ґрунтові води — з глибини 25 см.

**Ґрунт:** алювіальний примітивний карбонатний глеюватий піщаний на сучасних алювіальних відкладах.

- I 0-12 см Перший шар, пісок сірувато-жовтого кольору з іржавими плямами оглеєння (7. 5YR 6/3), сирий, слабоущільнений, безструктурний, у верхній частині ознаки акумуляції  $Fe_2O_3$ , перехід різкий за кольором;
- II 12-25 см Другий шар, пісок сірого кольору з сизими плямами оглеєння (7. 5YR 5/2), сирий, слабоущільнений, безструктурний, дрібні мушлі молюсків.

На підвищених ділянках бечівника, на яких вже поселилася трав'яна рослинність, залягають алювіальні дернові слабorozвинуті карбонатні глеюваті піщані ґрунти.

О. А. Роде і В. І. Смирнов зазначають, що такі ґрунти, оскільки вони складаються переважно з свіжого наносу, містять досить велику кількість поживних речовин — фосфору і калію. Однак, піщаний склад має тенденцію створювати незадовільний водний режим [7].

В їх профілі виділяються такі горизонти: Hр — Ph — P. Зверху виділяється шар дернини потужністю 1 см. Гумусовий перехідний горизонт має темно-буре забарвлення з іржавими плямами оглеєння, піщаний гранулометричний склад, безструктурний, слабогумусований. Потужність його складає 4–5 см. Під ним залягає слабогумусована порода. Цей горизонт бурого кольору з темно-бурим відтінком, має іржаві плями оглеєння, піщаний грансклад, зрідка корінці рослин. Ґрунтотворна порода (алювіальні відклади) представлені слабоущільненим піском сірого кольору, з сизими плямами оглеєння.

**Розріз №6ж** закладений на підвищенні прируслової відмілини лівого берега ріки Західний Буг в 15 м на захід від русла ріки та 150 м по перпендикуляру на схід від церкви с. Завишень Сокальського району Львівської області.

Трав'яний покрив розріджений (пирій).

Глибина розрізу — 35 см.

Закипання від 10 % розчину HCl — з поверхні, слабке.

Оглеєння — з поверхні.

Ґрунтові води — з глибини 35 см.

*Ґрунт: алювіальний дерновий слабorozвинутий карбонатний глеюватий піщаний на сучасних алювіальних відкладах.*

Hd 0–1 см Дернина;

Hр 1–5 см Гумусовий перехідний горизонт, темно-бурий неоднорідний (7. 5YR 6/3), з іржавими плямами оглеєння, сирий, слабоущільнений, піщаний, безструктурний, корінці рослин, перехід помітний;

Ph 5–11 см	Слабогумусована порода, бура з темно-бурим відтінком, неоднорідна (7. 5YR 5/2), з іржавими плямами оглеєння, сира, слабоущільнена, піщана, безструктурна, зрідка корінці рослин, перехід різкий;
P 11–35 см	Порода (пісок), сира з сизим відтінком, неоднорідна (7. 5YR 7/2), з сизими плямами оглеєння, сира, слабоущільнена, безструктурна.

У прирусловій припіднятій частині заплави ріки Західний Буг залягають власне алювіальні дернові ґрунти, які формуються під впливом дернового процесу ґрунтоутворення. В. Р. Вільямс вважав, що в заплавах рік можна спостерігати дерновий процес в його найбільш чистому вигляді, який не переривається вмішуванням підзолотворювального процесу [2].

Вивчаючи ґрунти заплав рік Руської рівнини, Г. В. Добровольський встановив, що для алювіальних дернових ґрунтів характерна незначна потужність гумусового горизонту, грудкувато-зерниста структура, яка не відзначається міцністю, легкий гранулометричний склад, порівняно незначна кількість гумусу (2–4 %), яка різко зменшується з глибиною, невисока ємність вбирання (15–20 ммоль на 100 г ґрунту) [3].

Серед алювіальних дернових ґрунтів в заплаві ріки Західний Буг чітко виділяються два різних за морфологічною будовою типи ґрунтів: більш молоді алювіальні дернові короткопрофільні та власне алювіальні дернові ґрунти.

Такі діагностичні відмінності серед дернових ґрунтів відмічали ще В. А. Ковда і Б. Г. Розанов, які вважали, що однією з морфологічних характеристик короткопрофільних ґрунтів є відсутність будь-яких інших, крім гумусового, генетичних горизонтів у профілі чи наявність хоча б їхніх слабких ознак, недостатніх для морфологічного виділення горизонтів [8].

У профілі алювіальних дернових короткопрофільних ґрунтів виділяється гумусово-аккумулятивний горизонт, сірого кольору з рясними іржавими плямами оглеєння, щільний, легкосуглинковий, дрібногрудкувато-зернистої структури. Під гумусовим горизонтом, різко виділяючись від нього, залягає серія шарів, різних за кольором, ступенем вираженості оглеєння, потужністю. Перехід між шарами зазвичай різкий хвилястий. Характерною особливістю цих ґрунтів є наявність похованого гумусового горизонту, що підтверджується даними наших польових і лабораторних досліджень, який має темно-сіре забарвлення, сирий, в'язкий, легкосуглинковий, містить до 3 % гумусу. Проте, в понижених відносно молодих ділянках прируслової частини заплави поховані горизонти не виявлені.

**Розріз №2ж** закладений на прирусловому валу правого берега ріки Західний Буг 4,5 м на схід від русла ріки та 350 м по перпендикуляру на захід від західної межі с. Поториця Сокальського району Львівської області.

Трав'яний покрив — суцільне лучно-злакове різнотрав'я.

Глибина розрізу — 115 см.

Закипання від 10 % розчину HCl — з поверхні.

Оглеєння — з поверхні.

Ґрунтові води — з глибини 115 см.

*Ґрунт: алювіальний дерновий короткопрофільний карбонатний глейовий легкосуглинковий на сучасних алювіальних відкладах.*

Нд Дернина;

0–1 см

Нkg1

1–23 см

Гумусово-акумулятивний горизонт, сірий з буруватим відтінком, неоднорідний (10YR 5/3), з рясними іржавими плямами оглеєння та білуватими плямами піску в нижній частині, вологий, щільний, легкосуглинковий, дрібногрудкувато-зерниста структура, залізисто-марганцеві конкреції діаметром 2–3 мм, червоточини, копроліти, корінці рослин, перехід різкий хвилястий;

I

23–35–41 см

Перший шар, дуже неоднорідний, білувато-жовтий пісок (10YR 5/1) з сірими, темно-сірими прошарками суглинкового дрібнозему потужністю 2–3 см, піску — 2–3 см, які чергуються, зверху і знизу вони облямовуються вохристими прошарками потужністю 2–5 мм, вохристі плями оглеєння, вологий, щільний, у межах прошарків супіщаний, безструктурний, дрібні шпари, залізисто-марганцеві конкреції діаметром 2–3 мм, петумбули, зрідка корінці рослин, перехід різкий хвилястий;

II

41–45 см

Другий шар, сірувато-білувато-жовтий пісок, неоднорідний (7. 5YR 6/3), вохристі прошарки оглеєння типу псевдофібр, кількість яких з глибиною зростає, вологий, щільний, безструктурний, дрібні залізисто-марганцеві конкреції, перехід різкий;

III

45–54 см

Третій шар, білувато-сірий пісок, неоднорідний (10YR 7/3), з вохристими плямами оглеєння та дрібними світло-сірими прошарками потужністю 1–5 мм, сирий, ущільнений, супіщаний, листуватої структури, перехід різкий;

IV

54–75 см

Четвертий шар, сірий з жовтуватим відтінком пісок, неоднорідний (7. 5YR 7/3), вохристі плями оглеєння, прошарки типу псевдофібр потужністю 1–2 мм, донизу шаруватість різко зростає, сирий, ущільнений, безструктурний, зрідка корінці рослин, перехід різкий;

**H<sub>2</sub>kGl** Похований гумусовий горизонт, темно-сірий з сизуватим відтінком, неоднорідний (10YR 5/1), з бурими плямами оглеєння, сирий, в'язкий, липкий, легкосуглинковий, напіврозкладені рештки рослин.  
75–115 см

Алювіальні дернові ґрунти формуються на найвищих ділянках заплави, тому по всьому профілеві цих ґрунтів немає ознак впливу на них ґрунтових вод. Профіль алювіальних дернових ґрунтів складається з трьох генетичних горизонтів — гумусово-аккумулятивного (H), перехідного (HP) і материнської породи (P).

Як зазначають В. А. Ковда і Б. Г. Розанов, ці ґрунти мають слаборозвинений гумусовий горизонт, який містить 1–3 % гумусу і, як наслідок, невисоку ємність вбирання (10–15 ммоль на 100 г ґрунту) [8].

Гумусовий горизонт темно-сірого кольору, вологий, ущільнений, середньосуглинковий, грудкуватої структури, середньогумусований. Потужність коливається у межах 16–27 см. Верхній перехідний горизонт темно-сірого кольору, вологий, ущільнений, легкосуглинковий, грудкувато-зернистої структури. Нижній перехідний горизонт відзначається помітним побурінням донизу, структура набуває призматичного характеру, зрідка з'являються іржаві плями оглеєння. Материнська порода бурого кольору, ущільнена, легкосуглинкова, помітні плями оглеєння.

**Розріз №5ш** закладений на високій заплаві лівого берега ріки Західний Буг 50 м по перпендикуляру на північний захід від русла ріки і 20 м на південний схід від польової дороги поблизу с. Шихтарі Сокальського району Львівської області.

Трав'яний покрив суцільний, представлений лучною рослинністю.

Глибина розрізу — 100 см.

Закипання від 10% розчину HCl — з поверхні.

Оглеєння — з глибини 15 см.

Ґрунтові води — не вскриті.

*Ґрунт: алювіальний дерновий карбонатний глеюватий середньосуглинковий на сучасних алювіальних відкладах.*

**Hd** Дернина;  
0–3 см

**Hkgl** Гумусово-аккумулятивний горизонт, темно-сірий (10YR 5/2), вологий, ущільнений, середньосуглинковий, грудкувата структура, коріння рослин, перехід поступовий за кольором;  
3–15 см

**HPkgl** Гумусовий перехідний горизонт, темно-сірий з сизим відтінком (10YR 6/3), вологий, ущільнений, легкосуглинковий, грудкувато-зерниста структура, коріння рослин, перехід поступовий за кольором;  
15–43 см

- PhkgI      Перехідний горизонт, бурувато-сизий (10YR 6/6), вологий, 43–80 см      ущільнений, середньосуглинковий, грудкувато-призматична структура, іржаві плями оглеєння, перехід поступовий за кольором;
- P(h)kGI    Слабогумусована порода, бурого кольору (10YR 6/4), волога, 80–100 см      ущільнена, легкосуглинкова, грудкувата структура, іржаві плями оглеєння.

Отже, в ґрунтах прируслової ділянки заплави ріки Західний Буг прослідковуються такі основні закономірності:

- алювіальні дернові ґрунти мають недиференційований тип профілю з розподілом на горизонти: Н–Нр–Р;
- алювіальні примітивні (молоді) ґрунти формуються найближче до русла ріки при близькому заляганні ґрунтових вод, а власне алювіальні дернові (сформовані) ґрунти залягають на найбільш підвищених і віддалених від русла ділянках прируслової частини заплави ріки Західний Буг, що чітко відображається на морфологічній будові їх профілю;
- ґрунти є карбонатними по всьому профілю;
- ознаки оглеєння проявляються у межах всього профілю;
- кількість напіврозкладених і розкладених мушель моллюсків збільшується вниз по профілю в кожному типі ґрунту, що призводить до збільшення їх карбонатності (від 0,5 до 12 %).

## Література

1. Александровский А. Л. Этапы и скорость развития почв в поймах рек центра Русской равнины // Почвоведение. — 2004. — №11. — С. 1285–1295.
2. Вильямс В. Р. Грунтознавство. — Київ: Держ. вид-тво с/г л-ри, 1948. — 444 с.
3. Добровольский Г. В. Избранные труды по почвоведению. Т. 1: Общие вопросы теории и развития почвоведения. — М.: Изд-во МГУ, 2005. — 530 с.
4. Добровольский Г. В. Почвы речных пойм центра Русской равнины. — 2-е изд., перероб. и доп. — М.: Изд-во МГУ, 2005. — 293 с.
5. Позняк С. П. Орошаемые черноземы юго-запада Украины. — Львов: ВНТЛ, 1997. — 240 с.
6. Полевой определитель почв / Под ред. Н. И. Полулана и др. — К.: Урожай, 1981.
7. Роде А. А., Смирнов В. И. Почвоведение. — Москва, 1972.
8. Почвоведение. В 2-х ч. / Под ред. В. А. Ковди, Б. Г. Розанова. Ч. 2. Типы почв, их география и использование. — М.: Высшая школа, 1988. — 368 с.

**Ю. И. Наконечный**, аспирант

Львовский национальный университет имени Ивана Франко  
кафедра почвоведения и географии почв  
ул. Дорошенко, 41, Львов, 79000, Украина

**ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ  
АЛЮВИАЛЬНЫХ ДЕРНОВЫХ ПОЧВ ПОЙМЫ РЕКИ  
ЗАПАДНЫЙ БУГ**

**Резюме**

Проанализированы морфологические особенности алювиальных почв в пределах разных областей прирусловой части поймы реки Западный Буг.

**Ключевые слова:** почва, пойма, дерновый процесс почвообразования, морфология почвы.

**Yu. Nakonechniy**, postgraduate student

Ivan Franco Lviv national university  
department of soil science and geography of soils  
41 Doroshenko st, Lviv, 79000, Ukraine

**FEATURES OF MORPHOLOGICAL STRUCTURE OF ALYUVIAL  
SODDY SOILS OF FLOOD PLAIN OF RIVER WESTERN BUG**

**Summary**

Morphological features of all types of soils are analysed within the limits of river-bed part of flood plains of the river Western Bug.

**Key words:** soil, flood plain, cespititious process of soil forming, morphology of soil.

**А. А. Светличный**<sup>1</sup>, д-р геогр. наук, проф.,

**С. Г. Черный**<sup>2</sup>, д-р с.-х. наук, проф.,

**Ф. Н. Лисецкий**<sup>3</sup>, д-р геогр. наук, проф.

<sup>1</sup> Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, кафедра физической географии и природопользования, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

<sup>2</sup> Николаевский государственный аграрный университет, кафедра почвоведения и агрохимии, ул. Парижской коммуны, 9, Николаев, 54010, Украина

<sup>3</sup> Белгородский государственный университет, кафедра природопользования и земельного кадастра, ул. Победы, 85, Белгород, 308015, Россия

## ПРОБЛЕМА ЭРОЗИИ ПОЧВ В НАУЧНОМ НАСЛЕДИИ Г. И. ШВЕБСА И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЕГО РАЗВИТИЯ

Выполнен анализ научного наследия в области охраны почв основателя одесской научной школы теоретического и прикладного эрозиоведения Г. И. Швебса и продемонстрированы основные результаты, полученные в этой области представителями этой школы в последние полтора-два десятилетия.

**Ключевые слова:** научное наследие, Г. И. Швебс, водная эрозия почв, эрозионноопасные земли, рациональное использование, земельные ресурсы.

### Введение

В 2009 году исполняется 80 лет со дня рождения доктора географических наук, профессора, академика Инженерной академии наук Украины, Евразийской академии наук и Международной академии энерго-информационных наук, лауреата Государственной премии Украины в области науки и техники, в течение более чем тридцати лет (1973–2003 гг.) бессменного заведующего кафедрой физической географии и природопользования Одесского национального университета им. И. И. Мечникова Генриха Ивановича Швебса, в творческом наследии которого проблема эрозии почв и научного обоснования использования эрозионно-опасных земель занимает особое место. С изучения эрозионных процессов он начал свою исследовательскую деятельность как ученый (первая самостоятельная научная статья, опубликованная Г. И. Швебсом в журнале “Почвоведение” в 1957 г., называлась “О приемах изучения смыва почв”), проблема эрозии почв и рационального использования эрозионно-опасных земель оставалась в центре его внимания и во все последующие годы. Водной эрозии были посвящены его кандидатская и докторская диссертации. Г. И. Швебс является одним из основателей эрозиоведения, теоретическое обоснование которого им было дано в монографии “Теоретические основы эрозиоведения” [33] и в последующем развито в ряде научных статей и монографий. Творческое

наследие Г. И. Швебса в этой области знания богато и разнообразно и во многом сохраняет свою актуальность и сегодня. Основные направления научных исследований, начатые Г. И. Швебсом, продолжают активно развиваться представителями научной школы теоретического и прикладного эрозиоведения, которую он создал в Одесском национальном университете им. И. И. Мечникова.

### **Методология исследований**

В основу данного исследования положен анализ научного наследия Г. И. Швебса по проблеме водной эрозии, включая изучение эрозии как процесса и обоснование рационального использования эрозионно опасных земель, и представление основных результатов его развития в работах представителей одесской школы теоретического и прикладного эрозиоведения.

Для Г. И. Швебса как ученого-эрозиоведа было характерным активное сочетание теоретических и экспериментальных методов исследований, разработки фундаментальных основ эрозиоведения и непосредственного участия в решении актуальных практических задач, связанных с обоснованием рационального использования эрозионно опасных земель, в связи с чем и его научное наследие, и полученные в последние годы результаты затрагивают достаточно широкий спектр теоретических и прикладных проблем эрозиоведения.

### **Основные направления развития одесской школы теоретического и прикладного эрозиоведения**

*1. Интегративная суть эрозиоведения: современные вызовы.* Будучи одним из основоположников эрозиоведения, Г. И. Швебс прежде всего указывал на его одновременно и междисциплинарную, и интегративную суть. Действительно, эрозиоведение объединяет географические, почвоведческие, мелиоративные и прочие аспекты проблемы водной эрозии. В нынешних условиях актуальность интеграционной парадигмы эрозиоведения связана с переживаемыми обществом разнокачественными социально-экономическими изменениями, в частности, с земельной реформой, которая проходит в Украине на фоне деклараций о коренной реконструкции агроландшафтов, об изменении соотношения между природными и антропогенными ландшафтами, о необходимости консервации деградированных и малопродуктивных земель и т. п.

Учитывая, что формирование земельного рынка процесс длительный, а изменение организации территории и отбор для выведения из активного землепользования земель достаточно субъективны, необходимость при этих процедурах применения интеграционного подхода, который в эрозиоведении выражается в комплексной количественной оценке процессов смыва почвы, аккумуляции наносов, интенсивности и направленности почвообразовательного процесса и т. п., очевидна. На основе интеграционной парадигмы и идет процесс непрерывной адаптации существующих

эрозиоведческих методов и методик к быстро меняющейся социально-экономической ситуации.

Современное видение идеи комплексности эрозиоведения нашло свое отражение в “Концепции охорони ґрунтів від ерозії в Україні” [7], разработанной группой ведущих украинских специалистов в области эрозии почв, в том числе, и представителей одесской школы эрозиоведения.

**2. Понятийная и терминологическая база эрозиоведения.** Г. И. Швец уделял много внимания понятийному и терминологическому оснащению эрозиоведения. Именно он впервые в бывшем СССР дал достаточно полные определения процесса водной эрозии, выполнил классификацию видов эрозии, определил структуру водно-эрозионного процесса и т. д. [32, 33 и др.]. В начале XXI столетия терминологический аппарат эрозиоведения получил дальнейшее развитие в монографии “Эрозиоведение: теоретические и прикладные аспекты” [20] и в первом в Украине учебнике для высших учебных заведений “Основи ерозієзнавства” [21].

В связи с развитием в Украине национальной системы стандартизации, впервые был создан Государственный стандарт Украины [31], проект которого прошел две редакции и в 2009 году будет введен в действие Украинским научно-исследовательским и учебным центром проблем стандартизации, сертификации и качества продукции. В этом стандарте отражены основные терминологические достижения научной эрозиоведческой школы Г. И. Швецба.

**3. Математическое моделирование эрозионных процессов.** Г. И. Швец был первым в Советском Союзе разработчиком физико-статистической математической модели эрозионных потерь почвы. Обоснованная в рамках докторской диссертации и ставшая широко известной после опубликования монографии [32] “логико-математическая модель смыва почвы”, по сути, открыла в бывшем СССР новое направление математического моделирования, расчета и прогноза водной эрозии почв, в рамках которого впоследствии были созданы математические модели эрозионных потерь почвы Г. П. Сурмачем (1979), В. Д. Ивановым (1979), И. К. Срибным (1979, 1992), А. Б. Лавровским и др. (1987), которые в настоящее время используются или рекомендуются к использованию для проектирования противоэрозионных мероприятий “на расчетной основе” в России и Украине.

В течение последних полутора десятилетий на основе выполненных теоретических и экспериментальных исследований логико-математическая модель смыва почвы получила дальнейшее развитие. Особенно это относится к модели ливневого смыва — основной составляющей эрозионных потерь почвы в Украине. В начале 90-х годов при участии Г. И. Швецба был обоснован усовершенствованный машинно-ориентированный алгоритм расчета гидрометеорологического фактора ливневого смыва почвы ( $K_{ГМ}$ ), позволивший адекватно учесть смыв почвы от многотактных дождей и в условиях повышенного предшествующего увлажнения активного слоя почвы [39]. В работах [14, 23] выполнен расчет и пространственное обобщение нормы модифицированного гидрометеорологического фактора ливневого смыва почвы для степи и юга лесостепи Украины. Аналогичная работа в

конце 80-х годов была проведена под руководством Г. И. Швебса С. С. Прокoppenko и по отношению к гидрометеорологическому фактору весеннего смыва почвы [11].

В первой половине — середине 90-х годов на основе теоретических и полевых исследований особенностей формирования ливневого стока и смыва почвы в условиях ярко выраженной нестационарности ливневого наносообразования и исходя из диалектического единства смыва почвы и аккумуляции склоновых наносов была обоснована многочленная структура формулы расчета смыва почвы [13-15], позволившая учесть изменение всех основных факторов склонового эрозионного процесса по длине склона. В результате была получена физико-статистическая модель смыва-аккумуляции (“модифицированный вариант логико-математической модели смыва почвы”), дающая возможность выполнять количественную оценку интенсивности смыва почвы и/или аккумуляции наносов в заданном сечении склона произвольной формы. На кафедре физической географии и природопользования ОНУ им. И. И. Мечникова выполнена профильная (одномерная) компьютерная реализация этой модели в рамках Компьютерной системы агроландшафтного проектирования [37]. Модель успешно прошла верификацию по данным наблюдений на стоковых площадках и склоновых микроводосборах Богуславской полевой экспериментальной гидрометеорологической базы УкрНИГМИ, Велико-Анадольской и Молдавской водно-балансовых станций, апробирована в ряде региональных и международных проектов.

**4. Применение геоинформационных систем и технологий в эрозиоведении.** Бурный прогресс в 90-х годах прошлого века геоинформационных технологий — автоматизированных (компьютерных) технологий работы с пространственно-распределенными данными — создали предпосылки для их внедрения в науки о Земле. Г. И. Швебс одним из первых в Украине увидел новые возможности, открываемые геоинформационными системами и технологиями в эрозиоведении. Еще в начале 90-х годов им совместно с сотрудниками кафедры были подготовлены и представлены на международных научных конференциях (в частности, в Германии [42] и Франции [41]) доклады, опубликованы в периодической научной печати статьи [40 и др.], посвященные теоретическим и методологическим аспектам применения ГИС при обосновании рационального использования эрозионно опасных земель.

В последующие годы это направление на кафедре физической географии и природопользования ОНУ получило дальнейшее развитие. В работе [14] впервые в Украине выполнено теоретическое обоснование и представлена пространственная ГИС-реализация модифицированного варианта логико-математической модели смыва почвы. При этом были использованы возможности программного ГИС-пакета PCRaster (Нидерланды) и современных для того времени персональных компьютеров. Прогресс геоинформационных систем и технологий, результаты выполненных теоретических и полевых исследований пространственной структуры факторов эрозионного процесса (стокообразования, влажности активного слоя почвы, гидрометеорологического фактора ливневого смыва почвы, структуры склонового

стекания) позволили в настоящее время существенно продвинуться в пространственном моделировании не только водной эрозии как таковой, но и в обосновании противоэрозионного проектирования в целом [19, 16, 17, 12, 18 и др.]

**5. Эрозия на орошаемых землях.** В связи с бурным развитием оросительной мелиорации в последней четверти XX века в Украине, особенно на юге страны, уже к середине 80-х годов был исчерпан плакорный фонд земель, пригодных для ирригации. Выход орошения на склоны привел к появлению очень специфического явления — ирригационной эрозии. В связи с этим учеными Одесского национального университета под руководством проф. Г. И. Швобса в 70–90 гг. были развернуты широкомаштабные исследования эрозии на орошаемых землях. Результатом этих исследований явилась разработка теоретических, методологических, методических и прикладных аспектов эрозии на орошаемых землях, включая обоснование нового подхода к самому понятию “ирригационная эрозия” в условиях интенсивной ливневой деятельности, разработку методики полевых исследований ирригационной эрозии, разработку методики оценки дождевой эрозии и эрозии при снеготаянии на орошаемых землях, количественную оценку противоэрозионных свойств почв и растительности на орошаемых землях.

Многолетними исследованиями был также выявлен специфический противоэрозионный эффект бесстокового орошения. В частности, было показано, что вероятное увеличение поверхностного стока в орошаемых агроландшафтах из-за избыточной влажности почвы компенсируется более высокой противоэрозионной стойкостью почв и значительной почвозащитной эффективностью орошаемых севооборотов [35, 36, 38, 14, 23, 20 и др.].

**6. Противоэрозионная стойкость почв.** Значительное внимание в эрзиоведении уделяется противоэрозионной стойкости почв. Г. И. Швобсом еще в 60-е годы XX столетия была предложена оригинальная методика полевого определения противоэрозионной стойкости почв с использованием метода искусственного дождевания, и к началу 70-х годов получены первые результаты ее применения для основных генетических почвенных подтипов Украины и Молдавии [32]. Уточнение количественных показателей противоэрозионной стойкости почв, расширение географии применения данной методики выполнено в работах [4, 5]. Дальнейшее развитие исследований противоэрозионной стойкости почв было связано с детализацией почвенных показателей с привязкой к конкретным хозяйственным и географическим условиям. В частности, были выявлены существенные отличия в противоэрозионной стойкости орошаемых и целинных почв по сравнению с пахотными, связанные с трансформацией свойств почв, определяющих ее противоэрозионную стойкость [24, 29, 22, 28].

Поиски обобщающих, “интегральных” параметров почв, определяющих ее противоэрозионную стойкость, привели к выявлению показателей микроструктуры почвы, которые статистически наиболее тесно связаны с противоэрозионной стойкостью (различные коэффициенты агрегированности, содержание элементарных почвенных частиц в верхнем слое почвы и т. п.)

[1, 29, 20, 28]. Именно эти исследования позволили найти связи между показателями противоэрозионной стойкости, определенной по различным методикам.

Дальнейшая детализация значений противоэрозионной стойкости почв была связана также с определением особенностей внутригодового изменения этого параметра [20]. Сравнение этих изменений с внутригодовым распределением эрозионно опасных осадков и почвозащитной эффективности растительности позволило детализировать комплекс противоэрозионных мероприятий для условий степи Украины [27].

**7. Допустимые нормы эрозии.** Исходя из необходимости соразмерять процессы почвенной эрозии и почвообразования, Г. И. Швобсом уже в начале 80-х гг. XX в. была поставлена задача получить эмпирически обоснованные оценки скорости природного и антропогенного почвообразования с выходом на математическое описание этих процессов. Полевые исследования по этой проблеме были проведены в большинстве провинций степной зоны Украины [9] и Крымского полуострова [3], а оценки скорости формирования гумусового горизонта и процесса гумусонакопления и результаты моделирования этих процессов, а также допустимые нормы эрозии, полученные в результате такого моделирования, представлены для почв степи в работах [25, 10, 26, 20], для почв лесостепи — в работе [2].

Выполненные теоретические исследования и накопленный эмпирический материал позволили обосновать допустимые нормы эрозии с учетом экспозиции склонов, степени эродированности почв, уровня агротехники выращиваемых культур, применения орошения и т. п., на основании которых был создан Государственный Стандарт Украины [30].

**8. Модель рационального использования ресурсов почвенного плодородия и проблемы оптимизации землепользования в условиях развития эрозионных процессов.** Успехи, достигнутые в моделировании эрозионных процессов, позволили получать оценки потерь почвы, развернутые в пространстве и времени. В этой связи необходимо было достичь сопоставимого уровня дифференциации в пространстве и времени оценок скорости воспроизводства ресурсов почвенного плодородия. В начале 80-х гг. XX в. Г. И. Швобсом, на основе предложенной им в 1974 г. оптимизационной модели рационального использования почвенных ресурсов, была поставлена задача разработать прикладной вариант модели управления, основанной на воспроизведении основных особенностей функционирования почвенной системы в агроландшафте. Следует признать, что подход профессора Г. И. Швобса отличается системностью и в ряду подобных разработок до сих пор характеризуется наибольшей полнотой представления составляющих процесса управления почвенными ресурсами. Задачи, связанные с долговременным управлением почвенным плодородием (от периода ротации севооборота до десятилетий, как это, например, принято в практике долговременного управления ресурсами США), целесообразно решать, опираясь на немногие консервативные, но генетически обусловленные, ресурсные характеристики почв. Вычленение в бонитете, то есть в относительной оценке производительной способности почв, количественной и

качественной составляющей ресурса позволило Г. И. Швобсу [33] представить суммарное изменение почвенного ресурса в результате природного и антропогенного почвообразования.

Г. И. Швобс предложил альтернативу традиционной в бонитировке послышной оценке ресурсных характеристик почв (0–20 см, 20–40 см и т. д.) — интегральную оценку по всему профилю. По результатам специально организованных экспериментов [8] для черноземных почв степной зоны Украины получено уравнение, в обобщенном виде отражающее закономерности профильного распределения гумуса. При сопоставлении почв зонального ряда почв выявлена разнокачественность гумуса, диагностируемая по реализации плодородия почв отдельных генетических горизонтов в урожае. В итоге разработаны уравнения, позволяющие корректировать оптимальные величины бонитета, рассчитанные по характеристикам потенциального плодородия почв.

Путем сопоставления оптимальной величины почвенного ресурса с исходным его запасом Г. И. Швобсом были определены основные направления (сценарии) целесообразно допустимого использования почв. В последующие годы по обоснованию конкретных значений оптимального и критического значения бонитета различных почв, необходимых для использования модели использования почвенных ресурсов Г. И. Швобса в практике почвозащитного проектирования, проведено значительное количество региональных исследований.

Законченный цикл исследований по разработке методик определения нормативных показателей почвозащитного проектирования [34, 8, 10, 6] позволил использовать модель рационального использования ресурсов почвенного плодородия Г. И. Швобса как инструмент проектирования почвоводоохранных систем земледелия. Эти результаты вместе с региональным справочно-информационным обеспечением вошли составной частью в Компьютерную систему агроландшафтного проектирования [37], которая в 2000-е годы получила свое дальнейшее развитие [20].

**9. Ландшафтно-адаптивные системы земледелия.** Значительные успехи достигнуты школой профессора Г. И. Швобса в развитии концепции контурно-мелиоративного земледелия (КМЗ). В 80-е гг. Г. И. Швобсом было предложено выделять в пределах склоновых агроландшафтов пять подсистем территориальной организации почвозащитных систем контурно-мелиоративного земледелия (ПЗСКМЗ) с обоснованием критериев, направлений почвозащитных мелиораций и видов рубежей контурно-мелиоративной организации территории. Опыт внедрения базовых моделей системы ПЗСКМЗ в колхозе “Дружба народов” Ивановского р-на Одесской обл., разработка методических рекомендаций по проектированию таких систем — работа, которую по поручению ВАСХНИЛ возглавлял Г. И. Швобс, позволили довести теоретические представления до уровня практических рекомендаций производству.

В монографии [6] профессор Г. И. Швобс обосновал необходимость перехода от наиболее полного использования потенциала почвоводоохранных систем КМЗ к формированию агроландшафтной системы более высокого

уровня. Он предполагал, что одним из таких решений может стать создание агроландшафтных заповедных зон, формируемых из заповедных ядер, буферной зоны и восстанавливаемых экосистем. В основу их территориальной организации был положен принцип “двойной контурности”. Первый уровень относится к внутритролевой организации и призван обеспечить эффективное регулирование эрозионных процессов и точное соответствие свойств ландшафта требованиям хозяйственной деятельности в локальных условиях. Второй уровень — расположение природно-хозяйственных массивов (земельных угодий и полей севооборота) и восстанавливаемых экосистем в виде примерно кольцевых структур вокруг ядра. Следует отметить, что, хотя практического воплощения эти разработки не нашли, они получили хорошие отклики в кругу специалистов и сохраняют свой потенциал до настоящего времени. Этой концепцией намечен перспективный подход по достижению экологической сбалансированности землепользования путем структурно-функциональной организации всей сельской местности, что развивает идею В. В. Докучаева о рациональном соотношении земельных угодий.

## **Выводы**

Выполненный анализ показывает, что основные направления по исследованию водной эрозии и созданию научных и прикладных основ охраны почв и рационального использования земельных ресурсов эрозионно опасных территорий, разрабатываемые Г. И. Швобсом, получили дальнейшее развитие на базе новых экспериментальных данных, теоретических исследований и современных информационных, в том числе и геоинформационных, технологий. При этом, если проанализировать современные тенденции развития эрозиоведения в Украине и других странах, включая и ближнее, и дальнее зарубежье, можно увидеть, что они во многом созвучны тем идеям, которые были предложены Г. И. Швобсом, а в дальнейшем стали развиваться в рамках созданной им научной школы теоретического и прикладного эрозиоведения.

## **Литература**

1. Булыгин С. Ю., Лисецкий Ф. Н. Микроагрегированность как показатель противоэрозионной стойкости почв // Почвоведение. — 1991 — №12. — С. 98–104.
2. Голуцов П. В., Лисецкий Ф. Н. Воспроизводство почв в антропогенных ландшафтах лесостепи. — Белгород: Изд-во Белгор. гос. ун-та, 2005. — 232 с.
3. Єрґіна О. І. Географічний аналіз інтенсивності ґрунтоутворення в агроландшафтах Криму для потреб їх протиерозійного облаштування: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. — Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2003. — 20 с.
4. Игошин Н. И. Оценка факторов ливневого смыва почв юго-запада Украины и Молдавии для обоснования противоэрозионного проектирования: Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. — Одесса: ОГМИ, 1982. — 22 с.
5. Игошин Н. И., Сизов В. А., Хан К. Ю., Кириченко В. И. Определение противоэрозионной устойчивости почв методом искусственного дождевания // Эродированные почвы и повышение их плодородия. — Новосибирск: Наука, 1985. — С. 105–108.

6. Каштанов А. Н., Лисецкий Ф. Н., Швец Г. И. Основы ландшафтного земледелия. — М.: Колос, 1994. — 128 с.
7. Концепція охорони ґрунтів від ерозії в Україні / Ситник В. П., Безуглий М. Д., Зришняк А. С. та ін. — Харків: КП “Друкарня № 13”, 2008. — 59 с.
8. Лисецкий Ф. Н. Профильное распределение плодородия в почвах Степи Украины и его изменение под влиянием эрозионных процессов // Почвоведение. — 1988. — №4. — С. 68–76.
9. Лисецкий Ф. Н. Модель естественно-исторического формирования почв // Тези доповідей IV з’їзду ґрунтознавців і агрохіміків України. Секція ґрунтознавства та меліорації. — Харків, 1994. — С. 21.
10. Лисецкий Ф. Н. Пространственно-временная организация агроландшафтов. — Белгород: Изд-во Белгор. гос. ун-та, 2000. — 304 с.
11. Прокопенко С. С. Оценка среднего годового весеннего смыва почвы для территории Добрянской оросительной системы // Комплекс первоочередных и перспективных научных и практических задач по мелиоративным мероприятиям на Юге Украины. — Херсон, 1986. — С. 70–71.
12. Пяткова А. В. Особенности моделирования пространственной изменчивости факторов водной эрозии почв // Вісник Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова. — Том 13. — Вип. 6. — Географічні та геологічні науки. — 2008. — С. 157–164.
13. Светличный А. А. Рельефные условия склонового водно-эрозионного процесса и вопросы их моделирования // География и природные ресурсы. — 1991 — № 4. — С. 123–131.
14. Світличний О. О. Кількісна оцінка характеристик схилового ерозійного процесу і питання оптимізації використання ерозійно небезпечних земель: Автореф. дисс. ... д-ра геогр. наук. — Одеса: Одеськ. держ. ун-т, 1995. — 47 с.
15. Светличный А. А. Принципы совершенствования эмпирических моделей смыва почвы // Почвоведение — 1999 — № 8. — С. 1015–1023.
16. Светличный А. А. Пространственное моделирование гидрологических и эрозионных процессов на основе технологии ГИС // Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища — 2002, частина 2. — Одеса, 2003. — С. 129–134.
17. Світличний О. О., Іванова А. В. Принципи просторового моделювання гідрометеорологічних умов зливового змиву ґрунту // Вісник Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова. — 2003. — Том 8. — Випуск 5. — С. 77–82.
18. Светличный А. А., Иванова А. В. Пространственное моделирование водной эрозии как основа оптимизации использования эрозионно опасных земель // Интенсификация, ресурсосбережение и охрана почв в адаптивно-ландшафтных системах земледелия. Сборник докладов Международной научно-практической конференции, ГНУ ВНИИЗиЗПЭ, 10–12 сентября 2008 года. — Курск, 2008. — С. 609–614.
19. Светличный А. А., Светличная И. А. Пространственное моделирование склонового стокообразования // Водные ресурсы. — 2001. — Том 28. — № 4. — С. 424–433.
20. Светличный А. А., Черный С. Г., Швец Г. И. Эрозиоведение: теоретические и прикладные аспекты. — Сумы: Университетская книга, 2004. — 410 с.
21. Світличний О. О., Чорний С. Г. Основы эрозиезнавства. Підручник. — Суми: ВТД “Університетська книга”. — 2007. — 266 с.
22. Светличный А. А., Швец Г. И., Плотницкий С. В., Кугут В. Ф., Степовая О. Ю. Проблемы оценки и пространственного моделирования характеристик противоэрозионных свойств Лесостепи // Наук. праці УкрНДДГМІ. — 2002. — Вип. 250. — С. 162–178.
23. Чорний С. Г. Схилові зрошувані агроландшафти: ерозія, ґрунтоутворення, раціональне використання. — Херсон: Борисфен, 1996. — 170 с.
24. Чорний С. Г. Вплив антропогенної еволюції ґрунтів на їх протиерозійну стійкість // Актуальні питання збереження та відновлення степових екосистем на півдні України. Мат. конференції з нагоди 100-річчя Біосферного заповідника Асканія-Нова імені Ф. Е. Фальц-Фейна, 1998. — С. 187–189.
25. Чорний С. Г. Оцінка допустимої норми ерозії для ґрунтів Степу України // Український географічний журнал, 1999. — №4. — С. 18–22.
26. Чорний С. Г., Єрміна О. І. Методика визначення допустимих норм ерозії для агроландшафтів Криму // Фальцфейновські читання. — Херсон: Видавництво ХДУ, 2003. — С. 371–375.

27. Чорний С. Г., Нікончук Н. В. Внутрішньорічні зміни протиерозійної стійкості південних чорноземів: причини і наслідки // Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва. — 2006. — №7. — С. 72–75.
28. Чорний С. Г., Нікончук Н. В. Протиерозійна стійкість степових ґрунтів України // Генеза, географія та екологія ґрунтів. — Львів, 2008. — С. 579–584.
29. Чорний С. Г., Плакса В. В. Влияние орошения на микроструктуру и противоэрозионную стойкость склоновых почв юга Украины // Вісник аграрної науки. — 1999. — №4. — С. 57–61.
30. Чорний С. Г., Сіренко Н. М. ДСТУ “Якість ґрунту. Ерозія ґрунту. Допустимі норми ерозії” (рукопис, друга редакція). — Київ: Держспоживстандарт, 2008. — 14 с.
31. Чорний С. Г., Сіренко Н. М. ДСТУ “Якість ґрунту. Ерозія ґрунту. Терміни та визначення основних понять” (рукопис, друга редакція). — Київ: Держспоживстандарт, 2008. — 26 с.
32. Швец Г. И. Формирование водной эрозии, стока наносов и их оценка. — Л.: Гидрометеоздат, 1974. — 184 с.
33. Швец Г. И. Теоретические основы эрозиоведения. — Киев-Одесса: Вища школа, 1981. — 223 с.
34. Швец Г. И., Лисецкий Ф. Н. Допустимая норма смыва и оптимизация использования земельных ресурсов // Эродированные почвы и повышение их плодородия. — Новосибирск: Наука, 1985. — С. 160–164.
35. Швец Г. И., Светличный А. А. Ирригационная эрозия почв и вопросы проектирования природно-хозяйственных оросительных систем // Физическая география и геоморфология. — 1987. — Вып. 34. — С. 118–123.
36. Швец Г. И., Светличный А. А. Определение эрозионной опасности орошаемых земель // Земледелие. — 1989. — № 7. — С. 74–75.
37. Швец Г. И., Светличный А. А., Ершов С. А., Кирток В. С., Лисецкий Ф. Н., Прокопенко С. С. Компьютерная система оптимизации использования эрозионно- и дефляционно опасных земель Украинского Причерноморья // Оросительные мелиорации — их развитие, эффективность и проблемы. — Херсон, 1993. — С. 51–53.
38. Швец Г. И., Светличный А. А., Черный С. Г. Противоэрозионная стойкость почв юга УССР и ее изменение под влиянием орошения // Почвоведение. — 1988. — № 1. — С. 94–100.
39. Швец Г. И., Светличный А. А., Черный С. Г. Гидрометеорологические условия формирования ливневой эрозии почв. — Деп. ГНТБ Украины, Деп. 24.02.93, №261-Ук93. — 11 с.
40. Shvebs H. I. Rational lands utilization, conservation and monitoring // Collection of articles by Ukrainian members of European Society for Soil Conservation, 1993. — P. 29–34.
41. Shvebs H. I., Svetlitchnyi A. A., Plotnitsky S. V. Elaboration of decision support system for optimization of land resources, using GIS // J. J. Harts, H. F. L. Ottens, H. J. Scholten (eds), EGIS/MARI'94 Conference Proceedings, Utrecht-Amsterdam: EGIS Foundation, 1994. — P. 1876–1883.
42. Svetlichnyi A., Yegorkin I., Shvebs H., Lisetsky F. Object-oriented approach in designing optimal agrolandscape based upon GIS // J. J. Harts, H. F. L. Ottens, H. J. Scholten (eds), EGIS'92 Conference Proceedings, vol. 1. — EGIS Foundation, Utrecht / Amsterdam, The Netherlands, 1992. — P. 423–430.

**О. О. Світличний<sup>1</sup>, С. Г. Чорний<sup>2</sup>, Ф. М. Лисецький<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
кафедра фізичної географії і природокористування,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

<sup>2</sup>Миколаївський державний аграрний університет,  
кафедра ґрунтознавства і агрохімії,  
вул. Паризької комуни, 9, Миколаїв, 54010, Україна

<sup>3</sup>Білгородський державний університет,  
кафедра природокористування і земельного кадастру,  
вул. Перемоги, 85, Білгород, 308015, Росія

## **ПРОБЛЕМА ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ У НАУКОВІЙ СПАДЩИНІ Г. І. ШВЕБСА І ОСНОВНІ НАПРЯМИ ЇЇ РОЗВИТКУ**

### **Резюме**

Виконаний аналіз наукової спадщини в області охорони ґрунтів засновника одеської наукової школи теоретичного і прикладного ерозієзнавства Г. І. Швебса і продемонстровані основні результати, одержані в цій області представниками школи в останні півтора-два десятиріччя.

**Ключові слова:** наукова спадщина, Г. І. Швебс, водна ерозія ґрунтів, ерозійно небезпечні землі, раціональне використання, земельні ресурси.

**A. A. Svetlitchnyi<sup>1</sup>, S. G. Chorny<sup>2</sup>, F. N. Lisetsky<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Odessa National I. I. Mechnikov University,  
Department of Physical Geography and Nature Management,  
Dvorianskaya St., 2, Odessa, 65082, Ukraine

<sup>2</sup>Nikolaev State Agrarian University.  
Department of Soil Science and Agrochemistry,  
Parizkoi Komuny St, 9, Nikolaev, 54010, Ukraine

<sup>3</sup>Belgorod State University,  
Department of Nature Management and Land Cadastre,  
Victory St., 85, Belgorod, 308015, Russia

## **PROBLEM OF SOIL EROSION IN THE SCIENTIFIC LEGACY OF H. I. SHVEBS AND BASIC DIRECTIONS OF ITS DEVELOPMENT**

### **Summary**

The analysis of scientific legacy in the area of soil protection of founder of Odessa scientific school of theoretical and applied soil erosion science H. I. Shvebs is executed and the basic results have got by representatives of the scientific school in this area in last one and a half — two decades are shown.

**Key words:** scientific legacy, H. I. Shvebs, soil erosion, erosion dangerous lands, rational use, land resources.

**А. А. Светличный**, д-р геогр. наук, проф.,

**С. В. Плотницкий**, ст. преп.,

**И. И. Жанталай**, студ.,

**А. А. Геращенко**, студ.,

**О. В. Варламова**, студ.,

**А. П. Крившенко**, студ.,

**В. О. Бурдейная**, студ.

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
кафедра физической географии и природопользования,  
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

## УЧЕБНАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОЛЕВОГО ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА: КОНЦЕПЦИЯ И ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ

Рассмотрены научно-методические основы разработки учебной геоинформационной системы на примере ГИС полевого физико-географического стационара геолого-географического факультета Одесского национального университета имени И. И. Мечникова, расположенного в Балтском районе Одесской области. Представлено обоснование аппаратного, программного и информационно-аналитического комплексов учебной геоинформационной системы и структуры пилот-проекта разработки системы, предложена программа реализации проекта, приведены первые результаты разработки учебной ГИС.

**Ключевые слова:** учебные геоинформационные системы, ГИС, физико-географический стационар, Балтский район, Одесская область.

### Введение

Учебные (другое название — “обучающие”) геоинформационные системы (ГИС), под которыми будем понимать специализированные проблемно ориентированные геоинформационные системы, предназначенные для решения задач учебного процесса, занимают важное место в реализации задачи геоинформатизации процесса подготовки географов, особенно в условиях отсутствия доступных цифровых банков пространственных данных или разработанных геоинформационных систем различного территориального охвата и назначения [1, 2, 3]. В наиболее полном виде реализация идеи о роли учебных ГИС в геоинформатизации процесса подготовки географов может быть осуществлена на основе разработки геоинформационной системы для территории учебного стационара — базы полевых практик студентов. Эта территория хорошо знакома студентам, в значительно большей степени, чем любая другая, обеспечена картографической и атрибутивной информацией, в том числе, на основе топографических, почвенных, ландшафтных и других съемок, проводимых студентами во время учебных практик. Создание такой ГИС позволит решить следующие задачи:

- создать цифровую базу пространственных данных для типичной или характерной территории достаточно больших размеров (порядка 150–200 км<sup>2</sup>);
- выполнить методическую разработку лабораторных и практических занятий с использованием геоинформационных технологий по широкому спектру изучаемых дисциплин;
- выполнить разработку прикладных ГИС — методической основы подготовки студентов по специализации “Геоинформационные системы и технологии”;
- на более высоком учебно-методическом и научном уровне проводить полевые практики студентов и актуализировать получаемые в процессе проведения практик данные для использования в учебном процессе;
- обеспечить планирование и проведение научных исследований на базе учебного стационара, включая и фундаментальные исследования, направленные на углубленное изучение структуры и функционирование природных и природно-хозяйственных территориальных систем.

Последняя задача выходит за рамки учебного процесса, но является, безусловно, важной, позволяющей привлечь студентов к выполнению научно-исследовательских тем, выполняемых на кафедрах.

#### **Материалы и методы исследований**

*Разработка концепции учебной геоинформационной системы выполнена [3] применительно к природно-хозяйственным условиям физико-географического стационара геолого-географического факультета Одесского национального университета им. И. И. Мечникова, база которого находится в с. Кринички Балтского района Одесской области. На стационаре ежегодно уже более 20 лет проводятся учебные практики студентов первого курса. В настоящее время это — учебные общегеографическая, геоботаническая и почвенная практики. Площадь территории, на которой проводятся маршрутные работы студентов, составляет около 150 км<sup>2</sup> (рис. 1). В центральной части изучаемой территории расположены населенные пункты Кринички и Червона Зирка; маршруты могут достигать окрестных сел Ухожаны, Крыжовлин, Шляховое, Корытное и Козацкое. Основная часть полевых маршрутов пролегает в пределах угодий КСП “Криничанское” (бывший колхоз им. Карла Маркса), центральная усадьба которого находится в с. Кринички. В пределах досягаемости маршрутов практики находятся долины малых рек Смолянка (приток р. Савранки) на севере и Батажок (приток р. Кодымы) на юге.*

*Природные комплексы территории представлены типичными холмисто-волнистыми ландшафтами юга лесостепной зоны с черноземами реградированными и оподзоленными разной степени эродированности, находящимися в интенсивном сельскохозяйственном использовании. Лесонасаждения занимают порядка 20% территории, расположены преимущественно в балках; среди древесных пород преобладают дуб черешчатый, ясень, вяз, гледичия.*

*В соответствии с [3] учебная геоинформационная система физико-географического стационара (УГИС ФГС) представляет собой полнофунк-*

кциональную геоинформационную систему территории базы полевых практик студентов, в первую очередь, предназначенную для реализации учебных задач. Как любая геоинформационная система, УГИС ФГС состоит из трех основных компонентов — аппаратного, программного и информационного комплексов. Часто в качестве четвертого компонента в составе геоинформационных систем выделяют аналитический блок. Хотя он и реализуется программными средствами, но играет самостоятельную и весьма важную роль в составе любой ГИС. В структуре УГИС ФГС, исходя из общей цели создания учебной ГИС рассматриваемого типа и сформулированных выше задач, целесообразно формирование единого информационно-аналитического комплекса (ИАК).

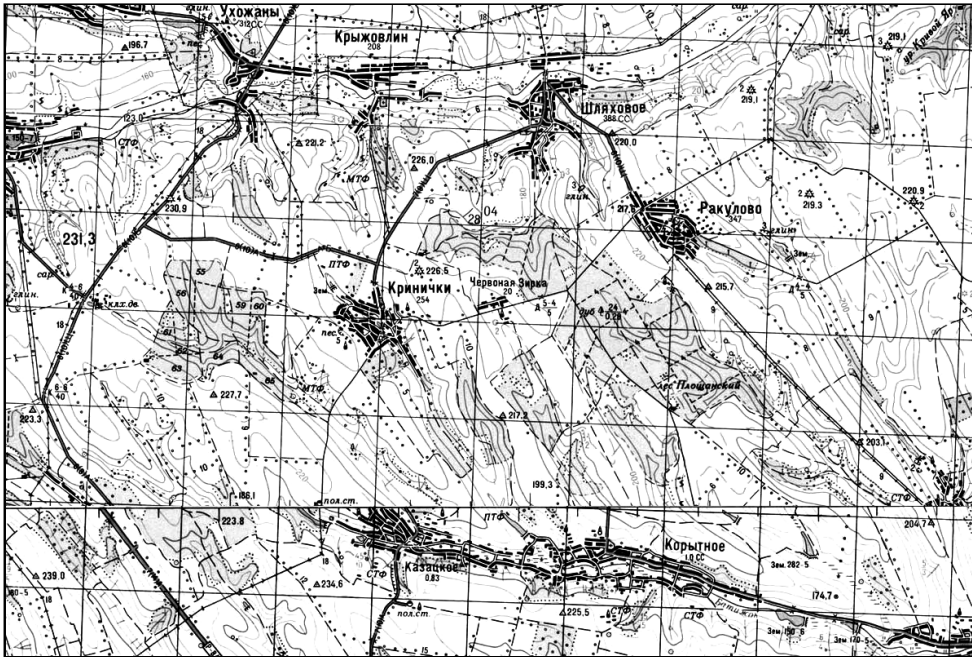


Рис. 1. Фрагмент топографической карты территории стационара М 1:100000

**Программный комплекс.** В качестве базового программного ГИС-обеспечения должен быть выбран программный пакет ГИС, позволяющий производить весь цикл работ по сбору, оцифровке, анализу и представлению пространственных и атрибутивных данных. Сюда в первую очередь входят: регистрация отсканированных картографических материалов и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), создание новых картографических слоев с атрибутивными базами данных, экранное дигитизирование и редактирование цифровых карт, статистический и пространственный анализ данных, оформление картодиаграмм, построение блок-диаграмм, оформление картографических отчетов и т. д. Всеми перечисленными функциональными возможностями обладает пакет ArcInfo версии 9.x фирмы

ESRI (США) — лидера по разработке программных средств ГИС для решения задач, связанных с окружающей средой. При разработке учебной ГИС также должна быть предусмотрена возможность реализации отдельных прикладных модулей с использованием других программных средств ГИС, изучение которых обычно входит в программу геоинформационных дисциплин, таких, например, как MapInfo Professional и IDRISI. На геолого-географическом факультете ОНУ им. И. И. Мечникова в этот перечень целесообразно также включить в настоящее время свободно распространяемый растровый пакет пространственного анализа и моделирования окружающей среды PCRaster, разработанный в университете г. Утрехта (Нидерланды) [4], обладающий развитыми аналитическими возможностями при низких требованиях к аппаратной платформе.

**Аппаратный комплекс.** *Характеристики персональных компьютеров (объемы жесткого диска и оперативной памяти, быстродействие), начиная с Pentium III, вполне удовлетворяют требованиям реализации УГИС ФГС. Выбор аппаратной платформы фактически лимитируется требованиями базового программного ГИС-обеспечения. Для пакетов ArcInfo 9.2 — это персональный компьютер, работающий под операционными системами Windows 2000, Windows XP (Home Edition и Professional) или Windows Vista. Минимальная оперативная память — 1 Гб, рекомендованная — 2 Гб и больше, процессор с минимальной тактовой частотой 1,6 ГГц, на диске — не менее 1,2 Гб свободного места.*

**Информационно-аналитический комплекс.** *Исходя из задач, которые призвана реализовывать УГИС ФГС, обязательными структурными составляющими ее информационно-аналитического комплекса должны быть, во-первых, разделы, содержащие первичную картографическую и атрибутивную информацию, соответствующую изучаемым компонентам природных и природно-хозяйственных территориальных систем, а во-вторых, разделы, соответствующие учебным дисциплинам и решаемым задачам в процессе выполнения учебных занятий и проведении научно-исследовательской работы. Разделы, выделяемые по первому признаку, содержат первичную информацию, в полной мере соответствующую понятию “Банк данных”, и образуют первую — нижнюю — подсистему информационно-аналитического комплекса ГИС УГС. Разделы, соответствующие учебным дисциплинам и реализации целевых функций, образуют вторую — верхнюю, аналитическую, подсистему информационно-аналитического комплекса — “Банк приложений”.*

В составе Банка данных УГИС ФГС “Кринички” целесообразно выделение разделов: Климат, Рельеф, Почвенный покров, Поверхностные и подземные воды, Растительный покров, Землепользование, Населенные пункты, Инженерная инфраструктура (Дорожная сеть и Линии электропередач). При этом объем и характер первичных материалов, содержащихся в них, будут существенно различными в силу как объективных, так и субъективных причин.

В составе Банка приложений целесообразно выделение разделов по двум признакам:

- по дисциплинам, в рамках которых предполагается применение геоинформационных технологий (Геоботаника и биоразнообразие, Геоморфология, Общая гидрология, Ландшафтоведение, Информатика с основами геоинформатики, ГИС, Геоинформатика, Использование ГИС в земельном кадастре, Прикладная климатология, Основы эрозиоведения, Рациональное использование земельных ресурсов, Учебная общегеографическая практика, Учебная геоботаническая практика, Учебная почвенная практика);

- по решаемым задачам либо темам создаваемых на базе Банка данных прикладных модулей (например, Земельно-информационная система территории ФГС “Кринички”, Обоснование рационального использования земельных ресурсов, Оценка эрозионной опасности и прогноз водной эрозии почв, Природное и природно-хозяйственное районирование территории).

В разделах первой подсистемы, соответствующих учебным дисциплинам, в которых планируется применение геоинформационных технологий и перечень которых со временем будет расширяться, содержатся цифровые массивы пространственных и атрибутивных данных, обеспечивающие эти дисциплины, прикладные аналитические модули и методические разработки предусмотренных учебной программой лабораторных и практических занятий с использованием функциональных и аналитических возможностей инструментальных ГИС.

В “целевых” разделах второй подсистемы размещаются методики решения актуальных задач природопользования, разработанные в процессе выполнения курсовых и квалификационных работ, студенческих научно-исследовательских работ, разработки кафедральных госбюджетных и хоздоговорных научно-исследовательских тем.

Информация, содержащаяся в ИАК, представлена картографическими и атрибутивными данными.

*Картографические данные* представляют собой набор цифровых слоев однородной пространственно-координированной информации, перечень которых является открытым и будет расширяться за счет инкорпорации данных полевых съемок, проводимых в процессе учебных практик и научных исследований, а также результатов их аналитической обработки. Среди картографических данных можно выделить *базовые и производные*.

К набору *базовых* картографических данных, создание которых является обязательным и первоочередным, учитывая задачи, решение которых возлагается на ГИС УГС, относятся:

- цифровая модель рельефа;
- почвенная карта;
- почвенно-агрохимическая карта;
- карта землепользования;
- карты внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственных предприятий;
- карта гидрографической сети;
- карта растительности (геоботаническая карта);
- карта населенных пунктов;
- карта транспортной инфраструктуры.

Данный перечень также является открытым. В него могут быть включены карты неблагоприятных природных явлений и процессов (оврагов, оползней, мочаров и пр.), источников загрязнения природной среды (животноводческих ферм, складов ядохимикатов, скотомогильников, мест сброса сточных вод, мусорных свалок и пр.), фактического материала (расположения площадок искусственного дождевания, почвенных разрезов, участков почвенной, геоботанической, эрозионной и других съемок и пр.), карты, построенные по данным полевых съемок.

На основе базовых карт средствами ГИС-пакетов для более полной характеристики территории, а также разработки приложений, создаются *производные карты*. Так, на основе цифровой модели рельефа программными средствами ГИС могут быть построены карты уклонов, экспозиций, линий тока, продольной и поперечной кривизны склонов, оконтурены водосборы водотоков различного порядка и пр. Почвенная карта послужит основой для построения карт пространственного распределения параметров гидрологических и эрозионных моделей. Карты территориальной организации землепользования обеспечат агроландшафтное районирование территории и т. д.

*Базовым масштабом* картографических материалов является самый крупный из открытых масштабов топографических карт — 1:100 000. Однако для составления тематических карт отдельных участков территории могут быть использованы и более крупные масштабы. Идеальным является создание для территории стационара банка пространственных данных, имеющего иерархическую масштабную структуру.

*Атрибутивные данные* содержат цифровую (табличную), буквенную (текстовую) и визуальную информацию, раскрывающую и дополняющую содержание карт, а также характеризующую рассматриваемую территорию в целом.

*Цифро-буквенная информация*, во-первых, включает подробные легенды всех имеющихся в Банке картографических данных карт, во-вторых, — характеристики объектов, представленных на картах, такие, например, как физические и химические свойства почв, концентрация загрязнителей, дебиты источников, морфометрические характеристики оврагов, характеристики хозяйственных объектов (промышленных и сельскохозяйственных предприятий, ферм, полей и пр.), источников загрязнения и т. п. и, в-третьих, — информацию о гидрометеорологическом режиме территории по данным наблюдений на метеорологических и агрометеорологических станциях и постах, наблюдательных гидрогеологических скважинах, расположенных в пределах рассматриваемой территории или вблизи нее.

*Визуальная информация* представляет собой схемы и диаграммы, характеризующие пространственно-временную динамику характеристик природных или природно-хозяйственных территориальных систем, а также фотографии, в том числе аэрофото- и космоснимки и видеоролики, дающие наглядное представление о типичных или, наоборот, уникальных природных ландшафтах, отдельных природных или хозяйственных объектах.

Перечень атрибутивной информации, подлежащей отображению в Банке атрибутивных данных должен быть уточнен в процессе работы над созданием УГИС ФГС. При этом для каждой карты должны быть подготовлены перечни и формы представления атрибутивных данных.

Модели и форматы пространственных данных и способы представления атрибутивной информации в базе данных в значительной мере определяются выбором базового программного обеспечения. Учитывая участие в разработке и эксплуатации системы студентов, обучающихся по специальности “Геоинформационные системы и технологии”, общим методическим принципом для картографических данных является использование различных способов их формализации — моделей пространственных данных. Применительно к выбранному в качестве базовой ГИС-платформы пакету ArcInfo 9.x в рамках проекта предполагается использование следующих моделей пространственных данных: растровой, векторной георегиональной топологической (coverage — покрытие), векторной нетопологической (shape file — шейп-файл), треугольной нерегулярной сети (TIN) и географической базы данных (geodatabase).

Учитывая применение в рамках ЕГИС ФГС для решения отдельных задач других ГИС-пакетов (MapInfo, IDRISI, PCRaster), необходим обменный формат. В качестве такового предполагается использовать ASCII-формат, являющийся для имеющихся в наличии версий программных ГИС-пакетов наиболее универсальным обменным форматом данных.

Проект УГИС ФГС “Кринички” рассчитан на долгосрочную перспективу. Обусловлено это, с одной стороны, значительными затратами труда и времени, необходимыми для реализации проекта, с другой, открытостью создаваемой геоинформационной системы, которая будет постоянно пополняться новой информацией и новыми аналитическими модулями. В связи с этим целесообразным является выделение пилот-проекта, целью которого является разработка в ограниченные сроки (2–3 года) работоспособного ядра системы. На начальном этапе разработки УГИС ФГС относительно жесткое планирование представляется целесообразным выполнить только для пилот-проекта. Для последующего периода на данном этапе достаточно определить основные направления расширения базы данных, функциональных и аналитических возможностей УГИС, которые должны быть уточнены и конкретизированы на заключительном этапе разработки пилот-проекта с учетом выполненной работы по разработке ядра системы и уже накопленного опыта эксплуатации ее отдельных модулей.

Реализация проекта УГИС ФГС “Кринички” начата в 2006 г. и проводится на базе Учебной ГИС-лаборатории геолого-географического факультета с привлечением студентов III–V курсов в рамках выполнения курсовых и квалификационных (бакалаврских, дипломных и магистерских) работ и проведения научно-исследовательской работы на кафедре физической географии и природопользования.

## Полученные результаты и их анализ

Учитывая перспективы применения ГИС УГС в учебном процессе, обеспеченность пространственной и атрибутивной информацией, характер имеющейся аналитической базы, в состав пилот-проекта было включено:

- создание базовых цифровых слоев *Банка данных* — “Рельеф”, “Почвенный покров”, “Растительный покров”, “Землепользование” и др.;
- разработка методических указаний для проведения отдельных лабораторных и практических занятий с использованием геоинформационных технологий как составной части *Банка приложений*;
- формирование тематических цифровых банков пространственно-распределенной и атрибутивной информации для обеспечения лабораторных практикумов по отдельным дисциплинам, в качестве которых на данном этапе выбраны “Информатика с основами геоинформатики, ГИС”, “Геоморфология”, “Геоинформатика” и “Основы эрозиоведения”.

Особое внимание при создании картографического банка данных было уделено созданию гидрологически корректной цифровой модели рельефа, поскольку последняя должна послужить основой не только определения морфометрических характеристик рельефа (в рамках лабораторного практикума по дисциплине “Геоморфология”), но и анализа гидрографической сети (в рамках лабораторного практикума по дисциплине “Общая гидрология”), и оценки эрозионной опасности территории (в рамках лабораторного практикума по дисциплине “Основы эрозиоведения”), и других учебных и научных задач.

В связи с этим проведено исследование точности построения ЦМР на основе цифрования горизонталей рельефа крупномасштабной топографической карты с использованием различных методов пространственной интерполяции — среднего взвешенного обратно пропорционально дистанции, радиальных базисных функций, кригинг-интерполяции, с использованием триангуляции Делоне. При этом была отработана технология ввода данных о рельефе в компьютер (“цифрования” или “дигитизирования” данных). Лучшие результаты получены при использовании метода радиальных базисных функций (рис. 2).

Для построения других базовых цифровых слоев пространственно-распределенных данных, относящихся к категории “классифицированных” (почвенная карта, карта землепользования и пр.), кроме топографической карты, использованы крупномасштабные карты из проекта внутрихозяйственного землеустройства сельскохозяйственных предприятий, космические снимки высокого и сверхвысокого пространственного разрешения с сайта Google Earth и материалы полевых исследований на территории стационара. Решение проблемы пространственного совмещения отдельных слоев пространственно-координированной информации решался при помощи набора опорных точек (“тиков”), хорошо идентифицируемых на всех информационных слоях. При этом в качестве основной была использована топографическая карта.

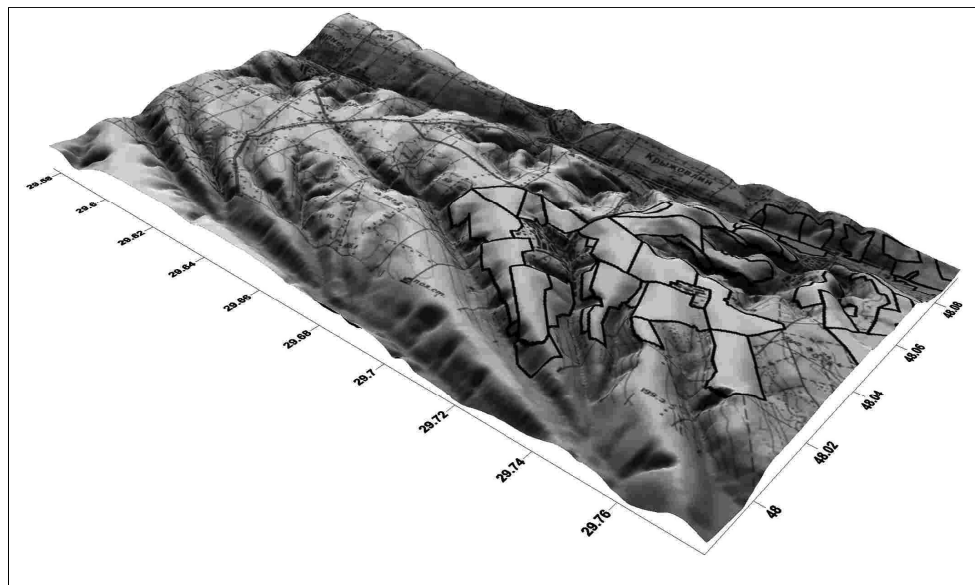


Рис. 2. Цифровая модель рельефа с наложенной картой пахотных земель КСП «Криничанское»

Пример использования УГИС ФГС «Кринички» в учебном процессе показывается рис. 3, на котором представлены маршруты и точки обследований во время учебной геоботанической практики, наложенные на карту землепользования, наглядно демонстрирующий их репрезентативность.

Созданная информационная база также уже используется при проведении лабораторных занятий по дисциплинам «Основы эрозиоведения» и «Геоморфология».

## Выводы

Опыт реализации разработанной концепции учебной геоинформационной системы для территории полевого физико-географического стационара «Кринички» и в части создания банка пространственно-распределенных данных, и в части его использования в учебном процессе показал важное значение учебной ГИС в процессе подготовки географов. Безусловно, необходимо дальнейшее развитие УГИС, основные направления которой — дальнейшее наполнение банка данных и формирование банка приложений, включая создание проблемно-ориентированных массивов пространственной и атрибутивной информации, написание прикладных модулей, разработку методических указаний.

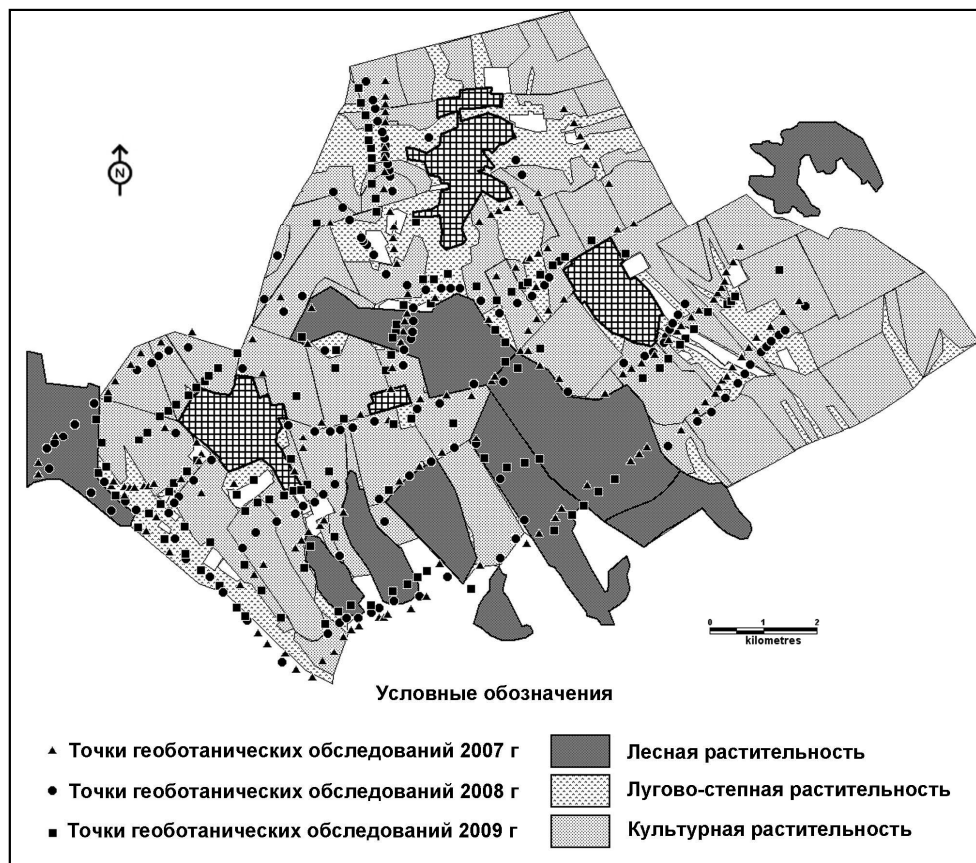


Рис. 3. Точки обследований полевой геоботанической практики 2007–2009 гг. в пределах КСП «Криничанское» (и прилегающих массивов Гослесфонда)

## Литература

1. Гохман В. Познание мира через ГИС // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. — [http://www.Dataplus.ru/Arcrev/Number\\_21/1\\_World.html](http://www.Dataplus.ru/Arcrev/Number_21/1_World.html).
2. Лурье И. К. Обучающие ГИС для наук о Земле // Информационный бюллетень ГИС-ассоциации. 1998. — № 1(13). — С. 86–89.
3. Светличный А. А. Концепция геоинформационной системы учебного географического стационара // Теоретические и прикладные проблемы современной географии. Одесса: ВМВ, 2009. — С. 114–116.
4. *PCRaster manual, version 2*. — Utrecht: Faculty of Geographical Sciences Utrecht University & PCRaster Environmental Software, 1998. — 368 p.

**О. О. Світличний, С. В. Плотницький, І. І. Жанталай, Г. О. Геращенко,  
О. В. Варламова, О. П. Крившенко, В. О. Бурдейна**

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
кафедра фізичної географії і природокористування,  
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

### **УЧБОВА ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ПОЛЬОВОГО ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНОГО СТАЦІОНАРУ: КОНЦЕПЦІЯ І ШЛЯХИ РЕАЛІЗАЦІЇ**

#### **Резюме**

Розглянуті науково-методичні основи розробки учбової геоінформаційної системи на прикладі ГІС навчального географічного стаціонару геолого-географічного факультету Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова, розташованого в Балтському районі Одеської області. Представлено обґрунтування апаратного, програмного і інформаційно-аналітичного комплексів учбової геоінформаційної системи і структури пілот-проекту розробки системи, запропонована програма реалізації проекту, приведені перші результати розробки учбової ГІС.

**Ключові слова:** учбові геоінформаційні системи, ГІС, польовий фізико-географічний стаціонар, Балтський район, Одеська область.

**A. A. Svetlitchnyi, S. V. Plotnitsky, I. I. Zantaly, A. A. Geraschenko,  
O. V. Varlamova, A. P. Kryvshenko, V. O. Burdeina**

Odessa I. I. Mechnikov National University,  
Department of Physical Geography and Nature Management,  
Dvorianskaya St., 2, Odessa, 65082, Ukraine

### **EDUCATIONAL GEOINFORMATSION SYSTEM OF FIELD PHISICAL-GEOGRAPHICAL BASE: CONCEPTION AND WAYS OF REALIZATION**

#### **Summary**

The scientifically-methodical bases of development of educational geoinformation system on the example of GIS of field physical-geographical base of Geological-Geographical Faculty of the Odessa I. I. Mechnicov National University which located in the Balta district of the Odessa region are considered. The substantiation of hardware, software and information-analytical complexes of the educational geoinformation system and structure of pilot-project of the system is represented, the program of realization of project is offered, first results of the development of educational GIS are cited.

**Key words:** educational geoinformation systems, GIS, field physical-geographical base, Balta district, Odessa region.

**И. О. Погребной**, аспирант

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
кафедра физической географии и природопользования,  
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОДНО-ЭРОЗИОННОГО ПРОЦЕССА В БАССЕЙНАХ МАЛЫХ РЕК

В статье рассмотрены основные составляющие, входящие в природноресурсный банк пространственных данных, как основы геоинформационного моделирования водно-эрозионных процессов в пределах бассейнов малых рек. Описаны этапы создания базовых и производных цифровых карт, являющихся фундаментом для изучения протекания процессов эрозии и аккумуляции почв на примере верховья бассейна реки Малый Куяльник.

**Ключевые слова:** водная эрозия почв, ГИС, геоинформационное моделирование, банк пространственных данных, ЦМР.

### Введение

Исследование бассейнов малых рек обусловлено усилением антропогенной деятельности на их природную среду, активным реагированием состояния компонентов бассейновых ландшафтов, активизацией развития эрозионно-аккумулятивных процессов, ухудшением экологического состояния, необходимостью обоснования рационального природопользования в бассейнах малых рек в условиях интенсивного проявления водной эрозии, а также реализацией комплекса природоохранных мероприятий. Растущее влияние общества на окружающую среду нуждается в проведении комплексных исследований с целью анализа и оценки антропогенных изменений в бассейнах малых рек.

На сегодняшний день все больше ухудшается состояние земельных и водных ресурсов в бассейнах малых рек Украины. Из-за интенсивного проявления эрозионно-аккумулятивных процессов многие малые реки обмелели, заросли и в значительной мере утратили свою ценность. Происходит абсолютное уменьшение объемов земельных ресурсов — основного средства производства в земледелии. Истощение земельных и водных ресурсов затрагивает, в первую очередь, интересы сельского хозяйства, несут убытки такие отрасли как транспорт, водное, рыбное и коммунальное хозяйства. Поэтому сложившаяся ситуация с малыми реками продолжает оставаться одной из главных географических проблем, и решение ее является первоочередной задачей для многих специалистов, ученых, хозяйственников и широкого круга общественности.

Возможность изучения водно-эрозионных процессов, в современных условиях, предоставляют геоинформационные (ГИС) технологии — компью-

терные технологии работы с пространственно-распределенными данными, все более набирающие популярности среди исследователей.

Современным инструментом решения задач, связанных с обоснованием рационального использования земельных и водных ресурсов в бассейнах малых рек и устойчивого развития эрозионно-опасных земель в целом, является моделирование эрозионно-аккумулятивных процессов. Одним из наиболее мощных существующих видов моделирования водно-эрозионных процессов является геоинформационный.

Первым этапом реализации геоинформационного моделирования на основе теоретических (физически обоснованных) моделей эрозионных процессов, которые полностью реализованы средствами технологий географических информационных систем, является концептуальное проектирование базы данных и создание банка атрибутивных (цифробуквенных) и картографических (пространственно распределенных) данных. Атрибутивная информация, являющаяся неотъемлемой частью любой базы данных, включает: значения гидрометеорологических факторов ливневого и весеннего смыва, характеристику генетических разновидностей почв на склонах и экспозиции склонов, а картографическая — электронный вариант бумажных карт и созданные цифровые карты.

### **Материалы и методы исследований**

Анализ теоретических работ отечественных и зарубежных исследователей в сфере геоинформационного моделирования водно-эрозионного процесса дал возможность определить оптимальный при современных условиях подход к обоснованному информационному обеспечению такого рода моделирования. Исходными материалами стали литературные источники, в том числе монографии, публикации в периодической научной печати, методические указания и руководства по моделированию, справочные издания, а также картографический материал и космоснимки. На основе их выполнено обобщение структуры банка данных для геоинформационного моделирования на примере пространственно-распределенной Лимбургской модели водной эрозии почв — Limburg Soil Erosion Model (LISEM), реализованной с использованием геоинформационных технологий. Данная модель, разработанная в университете г. Утрехта (Нидерланды), апробированная в условиях Украины в рамках международного проекта SPARTACUS [6], описывает все основные процессы, участвующие в формировании смыва почвы и транспорта продуктов разрушения по поверхности склонов и в русловой сети: от перехвата осадков растительностью и инфильтрации до отделения частиц почвы каплями дождя и транспортирующей способности потока [3]. В модели учитывается также влияние на гидрологические и эрозионные процессы следов тракторных (и другой сельскохозяйственной техники) колес, нешироких (с шириной, меньшей чем размер ячейки расстра) асфальтированных дорог и поверхностного уплотнения почвы.

Использованы методы, приёмы и способы изучения эрозионных процессов — от теоретических обобщений до картографического анализа и гео-

информационного моделирования с использованием ГИС-пакетов MapInfo Professional версии 6. 0 и PCRaster.

### **Результаты исследований и их анализ**

Создание банка входных данных для бассейна малой реки начинается с поиска и систематизации подлежащей (первичной) информации по исследуемой территории, которую можно объединить в три основных блока банка пространственных и атрибутивных данных: рельеф и его морфометрические характеристики, генетические виды почв и землепользование. Пространственно распределенные данные, представленные в этих блоках вслед за [1], можно разделить на базовые и производные. Базовые слои информационного обеспечения эрозионного моделирования — это картографические слои данных, характеризующие основные компоненты природно-хозяйственных систем, которые могут быть получены только путем оцифровки исходных (первичных) материалов. Производные данные — информационные слои, которые формируются на основе базовых средствами ГИС. К базовым слоям информационного обеспечения эрозионного моделирования в бассейне малой реки следует, во-первых, отнести три “компонентные” цифровые карты: рельефа, почвенную и землепользования, во-вторых, карты, характеризующие противоэрозионную инфраструктуру территории — гидротехнические противоэрозионные сооружения, направления обработки почвы, противоэрозионные агротехнические мероприятия.

Рельеф территории характеризует создаваемая на основе оцифровки крупномасштабной топографической карты цифровая модель рельефа (ЦМР), генетические виды почв — цифровая почвенная карта, а структура землепользования характеризуется цифровой картой землепользования, источником создания для которой служат схемы внутрихозяйственного землеустройства находящихся в пределах водосбора хозяйств и космические снимки высокого и сверхвысокого пространственного разрешения.

ЦМР составляет основу для пространственной реализации моделирования эрозионного процесса. Основным источником достоверной пространственной информации для построения ЦМР являются топографические крупномасштабные карты, выбор же масштаба определяется необходимостью построения гидрологически-корректной ЦМР. Поэтому необходимы, как показали ранее проведенные исследования [1,3,5], топографические карты масштаба не мельче 1:25000, еще лучше использование масштаба 1:10000, а для небольших водосборов — и крупнее, но это ведет к резкому увеличению затрат на создание ЦМР и предъявляет повышенные требования к вычислительным ресурсам.

Использование для создания ЦМР стандартных инструментальных средств современных ГИС-пакетов требует для повышения точности увеличения количества точек ввода, особенно при применении ЦМР для моделирования эрозионных процессов, то есть в том случае, когда стоит вопрос о создании “гидрологически корректной” ЦМР [1]. При построении такой ЦМР трудно обойтись без дополнительной оцифровки структурных линий:

основных и вторичных водоразделов, тальвегов, элементов гидрографической сети, бровок и перегибов склонов. Точки должны проставляться таким образом, чтобы в точности повторяли изгибы горизонталей, линии водораздела и днищ балок. Такая оптимальная схема расстановки точек зачастую дает больший эффект, чем увеличение плотности оцифровки вдоль горизонталей.

Примером создания ЦМР бассейна малой реки может служить верхняя часть бассейна реки Малый Куяльник до створа с. Бирносово, расположенная в пределах территории Фрунзовского р-на Одесской области. Размеры данного водосбора составляют с севера на юг (длина) — 7,5 км, а с запада на восток (ширина) — 5,4 км, общей площадью в 2350 га. Для целей геоинформационного моделирования водно-эрозионного процесса для данной территории основой послужила карта масштабом 1:25000. Ввод информации о рельефе в компьютер произведен методом экранного дигитизирования по предварительно отсканированной в среде ГИС-пакета MapInfo Professional версии 6. 0 [2] подложке, в качестве которой выступала топографическая карта. Общее количество точечных объектов, введенных вручную, при оцифровке всех элементов рельефа верхней части бассейна реки Малый Куяльник составило 10660 значений.

В среде ГИС-пакета Surfer [2] основным размером ячейки растра для создаваемой цифровой модели рельефа была выбрана оптимальная величина 10x10 м [1], таким образом, общий размер растра составил 806x650 ячеек, общим количеством 520030 ячеек.

В дальнейшем реализация построения ЦМР осуществляется с помощью существующих методов пространственной интерполяции. В условиях выраженной пространственной неоднородности поверхности наиболее перспективным является применение значительно более объективного геостатистического метода, известного как метод крайгинга по имени южноафриканского горного инженера Д. Дж. Крайге (D. G. Krige), использующего пространственную автокорреляцию физических переменных. Данный метод, в отличие от других методов интерполяции, дает статистически более надёжные результаты и позволяет не только прогнозировать значение картографируемой поверхности в неизвестной точке, но также определять точность (погрешность) прогнозирования.

Обязательным условием после создание цифровой модели рельефа является ее анализ и сопоставление с исходной топографической картой, так как эта модель должна корректно описывает рельеф, включая тальвеги балок и днище речной долины. Это дает возможность рассматривать модель как гидрологически-корректную и использовать для целей геоинформационного моделирования водно-эрозионного процесса. Созданная ЦМР верховья реки Малый Куяльник представлена на рисунке 1.

Источниками создания базовых цифровых карт почв и землепользования служат соответственно карта генетических видов почв и схема внутрихозяйственного землеустройства М 1:10000, а также для точности оцифровки и корректировки данных, соответствия современному состоянию территории исследования используется космический снимок высокого раз-

решения. Перевод их в цифровую форму может быть выполнен с использованием широкого набора программных средств, включая универсальные ГИС-пакеты, поддерживающие процесс цифрования, и такие специализированные пакеты как MapEdit, Easy Trace, Digitals и др. Основная проблема, которая при этом должна быть решена, — обеспечение пространственного совпадения построенной цифровой карты с другими базовыми информационными слоями.

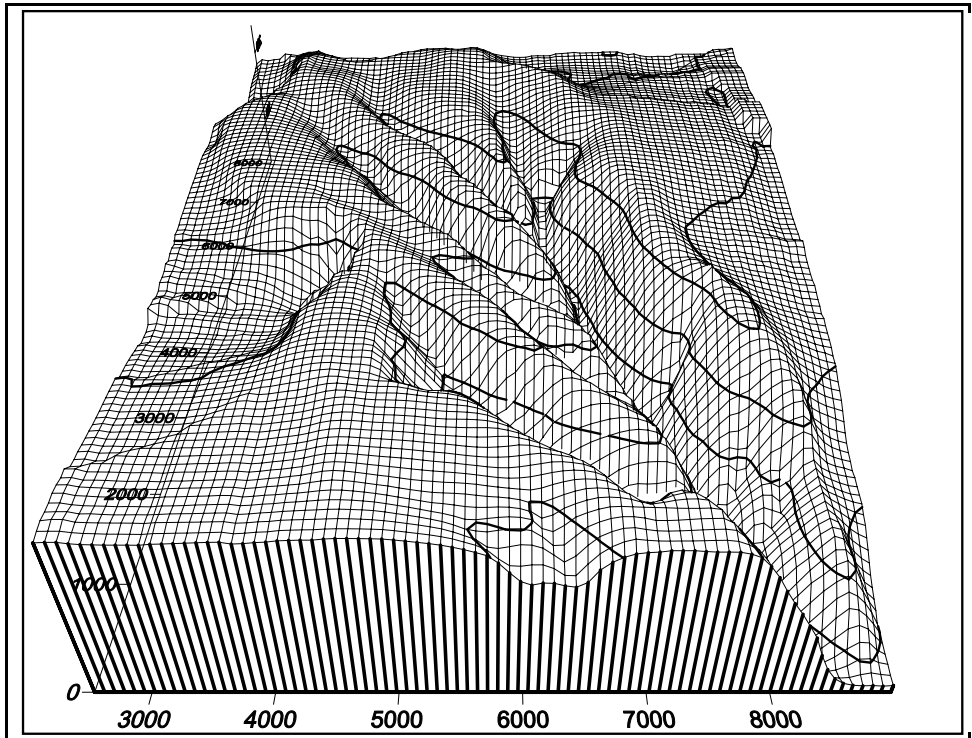


Рис. 1. Трехмерная цифровая модель рельефа верхней части бассейна реки М. Куляльник

Важной задачей при создании цифровой карты почв и землепользования является разработка классификаторов. Для создания базовой цифровой карты землепользования, в зависимости от назначения категорий имеющихся земель в пределах бассейна малой реки, карта землепользования разделяется на отдельные картографические слои (севообороты, пашни, пастбища, сады, лесополосы, луга и т. д.). Для базовой цифровой карты почв почвы территории бассейна реки классифицируют по типу, подтипу, роду, виду и разновидности.

После разработки классификаторов осуществляется послойная оцифровка всех существующих картографических слоев и почвенных контуров в среде ГИС-пакета MapInfo Professional версии 6. 0.

Построение производных карт реализуется с помощью ГИС-пакета PCRaster [4] на основе имеющихся базовых цифровых карт, созданного на кафедре физической географии университета г. Утрехта в 1991 году. Современная версия пакета PCRaster — это результат разработки группы специалистов из Утрехтского университета и коммерческой фирмы PCRaster Environmental Software (Нидерланды).

На основе ЦМР создаются производные цифровые карты, характеризующие морфометрические и гидравлические свойства поверхности — карта местных линий тока, уклонов, площади водосбора, “вышележащих элементов” (каждая ячейка которой содержит величину площади, с которой данная ячейка получает водное питание), расположение замыкающих створов, русловой сети, количества метеостанций, параметра шероховатости Маннинга и т. д. Также создаются цифровые карты, характеризующие русло самой реки, — карты линий тока в русле, уклонов русла, сцепления почв в русле, ширины русла реки и откосов берегов русла.

На основе цифровой карты землепользования строятся производные карты, характеризующие растительный покров в пределах водосбора, — карты индекса листовой поверхности, проективного покрытия и высоты растений.

Производные карты, характеризующие структуру водно-физических свойств почвенного покрова, строятся на основе цифровой карты почв. Такими картами являются карты предшествующей дождю влажности, влагоемкости, гидравлической проводимости, щебнистости, устойчивости почвенных агрегатов, медианного диаметра переносимых потоком частиц, “неупорядоченной шероховатости”, стабильности агрегатов и сцепления активного слоя почвы.

Вся вышепредставленная информация может быть отображены в виде простой блок-схемы, показанной на рисунке 2.

Таким образом, банк картографических данных включает еще около 30 производных растровых карт на основе базовых цифровых карт, характеризующих рельеф, почвы, гидрографическую сеть, растительный покров, хозяйственную деятельность, пункты наблюдений, требующихся для использования в модели LISEM.

Основным результатом геоинформационного моделирования являются карты “эрозии” и “аккумуляции”. Алгебраическое сложение содержания этих карт с использованием аналитических возможностей ГИС-пакетов позволяет получить карту эрозии-аккумуляции, в каждой ячейке которой содержится величина смыва или аккумуляции за дождь, выраженная в тоннах с гектара. Кроме этого, по результатам моделирования для заданных расчетных интервалов строятся карты поверхностного стока в миллиметрах слоя. Для замыкающих створов (не более трех) в табличной форме выводятся расходы воды и концентрации наносов для каждого временного шага расчетов, что позволяет строить соответствующие графики временного хода.



Рис. 2. Структура банка данных пространственного эрозионного моделирования

## Выводы

Для целей геоинформационного моделирования водно-эрозионного процесса в бассейне малой реки разработана структура банка входных данных с использованием возможностей существующих ГИС-пакетов, на примере программно-реализованной Лимбургской модели водной эрозии — LISEM (Limburg Soil Erosion Model). Создана система базовых и производных цифровых карт пространственно распределенных данных для верхней части бассейна реки Малый Куяльник как основы геоинформационного моделирования эрозионно-аккумулятивных процессов.

## Литература

1. Світличний О. О., Плотницький С. В. Геоінформаційні технології в природокористуванні: проблема просторових даних // Геоінформатика. — 2002. — № 4. — С. 41–47.

2. *Світличний О. О., Плотницький С. В.* Основи геоінформатики. Навчальний посібник / Загальна ред. О. О. Світличного. — Суми: ВТД “Університетська книга”, 2006. — 295 с.
3. *Светличный А. А., Черный С. Г., Швобс Г. И.* Эрозиоведение: теоретические и прикладные аспекты. — Сумы: Университетская книга, 2004. — 411 с.
4. *PCRaster manual*, version 2. — Utrecht: Faculty of Geographical Sciences Utrecht University & PCRaster Environmental Software, 1998. — 368 p.
5. *SPARTACUS: Spatial redistribution of radionuclides within catchments: development of GIS-based models for decision support systems.* EC Contract № IC15-CT98-0215. Final Report. M. Van der Perk, A. A. Svetlitchnyi, J. W. den Besten and A. Wielinga (eds). — Utrecht Centre for Environmental and Landscape Dynamics Faculty of Geographical Sciences, Utrecht University, The Netherlands, 2000. — 165 p.

### **І. О. Погребний**

Одеський національний університет,  
кафедра фізичної географії і природокористування,  
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

## **ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВОДНО-ЕРОЗІЙНОГО ПРОЦЕСУ В БАСЕЙНАХ МАЛИХ РІЧОК**

### **Резюме**

У статті розглянуті основні складові, які входять до природо-ресурсного банку просторових даних, як основи геоінформаційного моделювання водно-ерозійного процесу в межах басейнів малих річок. Описані етапи створення базових та похідних цифрових карт, які є фундаментом для вивчення протікання процесів ерозії та акумуляції ґрунту на прикладі верхньої частини басейну річки Малий Куяльник.

**Ключові слова:** водна ерозія ґрунтів, ГІС, геоінформаційне моделювання, банк просторових даних, ЦМР.

### **I. O. Pogrebnoy**

Odessa National University,  
Department of Physical Geography and Nature Management,  
Dvorianskaya St., 2, Odessa-82, 65082, Ukraine

## **INFORMATIVE PROVIDING OF GEOINFORMATION MODELING OF WATER-EROSION PROCESSES IN POOLS OF THE SMALL RIVERS**

### **Summary**

Basic components, included in the nature-resources bank of spatial data, as bases of geoinformation modeling of water-erosion processes within the limits of pools of the small rivers, are considered in the article. Described stages of creation of base and derivatives digital maps, which are foundation for the study of flowing of processes erosion and accumulation of soils on the example of riverhead of river basin Maliy Kuyal'nik.

**Key words:** soil erosion, GIS, geoinformation modeling, bank of spatial data, DEM.

**А. А. Стоян**, инженер

кафедра физической географии и природопользования,  
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
ул. Дворянская 2, Одесса-82, 65082, Украина

## К ВОПРОСУ ОБ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ МОРЯ В ПРЕДЕЛАХ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Определение стратегии рационального берегопользования и способов берегозащиты требует достоверной, систематизированной и исчерпывающей информации о предшествующих исследованиях. На первом этапе изучения берегов Крымского полуострова имело эпизодический характер и ограничивалось созданием карт побережий, изучением оползней и отвечало, главным образом, запросам портостроительства. В 30-х годах XX столетия специальными черноморскими береговыми экспедициями были начаты работы геоморфолого-географического направления. Со второй половины XX в. планомерные региональные описания морфологии берегов Крыма и изучение динамики береговых процессов проводилось учёными-береговиками школы В. П. Зенковича. Современные исследования берегов в значительной степени подчинены насущным потребностям берегопользования и сохранения береговой экосистемы.

**Ключевые слова:** Крым, берег, история, береговедение, берегозащита, абразия, периодизация.

### Введение

На протяжении всей истории цивилизации Крым привлекал внимание из-за благоприятного географического положения и особенностей климата, наличия удобных бухт, пригодных для портостроительства, и побережий с полезными рекреационными возможностями. Этим вызвана непрекращающаяся по сей день борьба за обладание Крымским п-вом, начиная с греческих колонизаторов и турецких захватчиков, а также России, считающей Крым “всесоюзной здравницей”.

Крымское побережье составляет более 35 % длины морского берега Украины и охватывает 705 км побережья Чёрного моря и 199 км Азовского моря [25, 51]. Для него характерно большое разнообразие прибрежных ландшафтов на берегах и на подводном склоне моря. За последние годы произошли значительные изменения в природной обстановке побережья, связанные с интенсивной хозяйственной деятельностью. Она выразилась в истощении естественного и искусственного пляжного материала, в размыве аккумулятивных форм, а также в активном развитии оползневых процессов вдоль большей части побережья. Ликвидация негативных последствий требует концентрации усилий учёных-береговиков по выработке оптимальных схем берегозащиты крымских берегов и повышению их рекреационных возможностей. Систематизация и анализ фактов изучения

черноморских берегов Крыма позволяют осмыслить открытия и научные положения, связанные с исследованиями побережья и сопредельных природных систем, усовершенствовать их и адаптировать к современным задачам берегозащиты и развития рекреационной инфраструктуры и, как итог, найти пути оптимального природопользования. В этой связи тема статьи является *актуальной*.

*Целью статьи* является анализ истории изученности морских берегов Черного и Азовского морей в пределах Крыма. Для достижения данной цели необходимо решить *такие задачи*: а) установить длительность описаний и исследований морских берегов Крыма; б) рассмотреть основные результаты исследования морских берегов Крыма; в) попытаться выполнить периодизацию исследований морских берегов Крыма. Такое содержание внесет определенный вклад в теорию истории географической науки и в теорию береговедения, что можно рассматривать как *теоретическое значение* статьи. Накопленный арсенал знаний о берегах Крыма позволит выбрать необходимую информацию для рационального использования природных ресурсов на крымском побережье. Поэтому можно считать, что статья имеет *практическое значение*.

В качестве исходной была использована уже опубликованная информация из литературных и картографических источников. Они длительное время используются в практике научных исследований, уточняются, дополняются, корректируются. В результате их содержание и построение отличаются достоверностью. Следовательно, наши выводы, построенные на основании данной информации, можно также считать достоверными.

## **Материалы и методы исследований**

В основу этой статьи положены материалы по изучению берегов Крыма из опубликованных источников, среди которых надо особо отметить работы основоположника отечественного береговедения В. П. Зенковича и его последователей [18–21, 24, 27–28, 35–36, 46, 48, 57]. При изучении источников информации основное внимание уделялось полученным результатам. На основании оценки и анализа этих результатов были получены выводы, сформулированные в конце статьи. Была использована методика исследований, применяемая в географии для оценки информации и ретроспективного изучения хода развития территориальных океанографических систем.

## **Анализ материалов исследования**

*Первичные описания берегов.* С VII века до новой эры началась колонизация побережий Чёрного моря древними греками. Греческий историк Геродот посетил берега Чёрного моря в районе Боспора Киммерийского (Керченский пролив) и Пантикапеи (Жерчь). Описание некоторых участков берега выполнено к началу нашей эры Страбоном. Описания берегов Крыма и остальных черноморских берегов использовал великий Эратосфен в своих трактатах и при составлении карт. Географические координаты

некоторых прибрежных городов, устьев рек, мысов Чёрного моря привёл в своём сочинении древнегреческий философ, астроном, математик Клавдий Птолемей [18, 22, 34, 54]. Наиболее полное античное описание берегов Крыма находим в лоциях Арриана. Описания крымских берегов в интересах навигации содержатся в византийских хрониках и в описаниях, составленных арабскими торговцами [52].

В средние века (XIII–XV вв.) в результате частых плаваний генуэзцев и венецианцев, колонизации ими берегов Черного моря, появились карты побережий с соответствующими описаниями-ориентирами — портоланы. Это были наиболее подробные и точные описания крымских берегов до вторжения тюркских племен на побережья Черного моря. Резкое ослабление торгового судоходства в результате утверждения на берегах Чёрного моря турок приостановило познавательное изучение моря и его берегов. Но в 1774 г., после заключения Кучук-Кайнарджийского мира с Турцией, Россия получила право свободного плавания в Азовском и Чёрном морях. Приход России на берега Крыма открыл широкие перспективы для планомерных научно-практических описаний, картографирования, хозяйственного освоения морского побережья.

В конце XVIII века Крымский полуостров посетил член Российской Академии наук П.-С. Паллас (1771–1776). В его монографии описан Кучук-Койский оползень, в результате которого береговая линия была выдвинута в море на 100–160 м. С тех пор в Кучук-Кое отмечалось ещё несколько оползней, но несравненно меньшего масштаба [21, 27]. В 1783 г. побережье Крыма осмотрели моряки фрегата под командованием И. М. Берсенева с целью выбора места расположения гавани у юго-западного побережья полуострова. И. М. Берсенов рекомендовал в качестве базы для кораблей Черноморского флота бухту у посёлка Ахтиар, и 3 июня того же года по велению Екатерины II были заложены первые каменные здания будущего Севастополя [24]. В 1784 г. капитан И. М. Берсенов, командуя четырьмя кораблями, описал западный и южный берега Крыма от мыса Тарханкут до Керченского пролива. Позже крымские берега были обследованы И. В. Батуриным, И. И. Биллингсом, И. М. Будищевым, А. Е. Влиту, Н. Д. Критским, А. Н. Сенявиным и другими гидрографами. Широкое распространение получили первые гидрографические атласы, составленные И. И. Биллингсом и И. М. Будищевым.

На основании собственных съёмок и астрономических наблюдений в 1838–1842 гг. Е. П. Манганари составил Атлас карт Чёрного моря на 26 листах и описание промеров и нивелировки морского дна. Составленный им атлас, содержащий генеральные и частные карты Чёрного и Азовского морей и планы их портов, до сих пор не потерял своего значения. На основании сопоставления контуров берегов и глубин отдельных участков на картах и планах Е. П. Манганари с такими же участками на современных картах можно судить об эволюции берега в течение более чем 170 лет [21, 27, 35].

Первые геологические исследования Крыма были проведены экспедицией Демидова в 1837 г. В дальнейшем геологией морского побережья

занимались А. Штукенберг в 1871 и Р. А. Прендель в 1876. Они отметили, опираясь на классификацию Ф. Рихтгофена, что Севастопольский участок берега по характеру расчленения относится к “риасовому” типу берега. Сопоставления о происхождении бухт этого района приводятся затем в работах В. Познышева [21, 11, 12]. Исследователь крымских берегов И. Ф. Леванковский наблюдал движение гальки и валунов в береговой зоне Крыма. Этот автор отмечал, что выступы прочных пород являются как бы скелетом берега, той устойчивой основой, которую море не может “сдвинуть с места” и ограничивается тем, что вытаскивает между ними бухточки в более слабых породах таврической свиты [1, 32]. В западной части Крыма, в береговой зоне моря, В. Ю. Руммель [45] проводил изыскания для проектирования русских коммерческих портов, в основном Евпатории и новых портов в бухтах Узкой, Ярлгач и Караджа.

**Описательные работы на морских берегах Крыма.** Более планомерное изучение Крыма началось с момента образования Геологического комитета в 80-х годах XIX столетия. В это время основными были описательные методы, а по сути проводилось картографирование и ревизия форм берегового рельефа. В 1885–1890 гг. детальной геологической съёмкой занимались Н. Н. Каракаш и К. К. Фохт, обратившие внимание на оползневые процессы, играющие существенную роль в морфологии берега. В 1908 г. В. А. Обручев исследовал перемещение обломочного материала морскими волнами вдоль берегов Крыма и дал объяснение этого процесса [20, 21]. В 1912 г. Н. И. Андрусовым были впервые описаны морские террасы в Судакской бухте и в результате детальных съёмок Керченского полуострова сделаны интересные выводы о геологической истории Керченского пролива [35]. Строение морского дна прибрежной зоны в окрестностях Севастополя изучал С. А. Зернов [23]. Его гидробиологические работы по изучению бентоса очень важны для познания строения дна и динамики подводного берегового склона. Они оказались весьма эффективными при разработке научных представлений о процессах биотурбации, биогенной абразии, сноса биогенных наносов в береговой зоне морей [20, 21, 55, 59].

Исследование берегов Крыма, как и вообще береговых исследований, фактически прекратилось во время Первой мировой войны, гражданской войны и времени послевоенной разрухи. Позже, в связи с повышением социально-экономического и финансового положения страны, уже к началу 30-х годов, возникла практическая необходимость хозяйственного освоения побережья, а следовательно — и его изучения. Поэтому в 1930 г. организуется первая в стране Оползневая станция в Ялте как аналог Береговой службы в западных странах. Её задача — получение достоверной научно-практической информации для предотвращения оползней и обвалов на берегах Черного моря в Крыму. Работы пошли быстрыми темпами. И уже в 1935 г. и 1936 г. публикуется первое обобщение работ Оползневой станции [39, 43]. Накопленные данные использовались не только в Крыму, но и на других берегах Черного и Азовского морей.

В 30-х годах по инициативе Б. Ф. Добрынина при МГУ была создана Комиссия по изучению морских побережий, объединяющая учёных раз-

личных научно-исследовательских учреждений в СССР [21, 56]. Были организованы специальные черноморские береговые экспедиции, во время которых были начаты картографические работы геоморфолого-географического направления, как например, работа Е. А. Гаврилова и М. В. Щербаковой [5]. Подробно описывались и анализировались все видимые формы рельефа на морском берегу. В результате этих исследований Б. Ф. Добрыниным [13] выделены следующие группы рельефообразующих факторов: разрушительная волновая и созидательная деятельность моря, вертикальные движения суши и работа внешних континентальных агентов — деятельность рек, оползневых, обвальных, осыпных процессов, химического и физического выветривания. Такое деление берегоформирующих факторов близко современному [2, 3, 50]. Этот ученый попытался получить также теоретическое представление о большой рельефообразующей роли новейшей тектоники, о геологическом строении побережий, об исходном расчленении первичного рельефа побережий, об унаследованности береговых форм рельефа. Для вычисления абсолютных цифр скорости поднятия детально изучались террасы, устанавливались вековые репера. Позже В. П. Зенкович [21], участник экспедиционных работ 1937 г. на Карадаге, отмечал, что “...слишком слабо мы тогда представляли себе происходящие на берегах процессы, а все наши исследования велись, мягко выражаясь, кустарным способом”.

Береговой комиссией под руководством Б. Ф. Добрынина выпущено три сборника трудов (“Ученые записки МГУ”), в которых опубликованы результаты исследований Комиссии на берегах Восточного Крыма. И хотя основными методами работ были описательные визуальные и глазомерные, они положили начало, наряду с работами по берегам других морей, накоплению информации для разработки теории береговедения. В 30-х годах XX века была издана монография В. Ф. Пчелинцева и Н. Ф. Погребова [43] по оползням Южного берега Крыма. Ими были описаны оползни самых различных типов, в том числе оползни-потоки, совсем не похожие на те, которые были известны в районе Одессы [60]. Была разработана классификация оползней Южного берега Крыма, в основу которой были положены формы движения смещающихся грунтовых масс. В те же годы А. Н. Нифантов [39] разработал новую классификацию основных типов оползневых движений. Он предложил связывать оползневые явления с влиянием гравитационного процесса. Этот автор предложил выделять движение оползневых блоков по трещинам или по наслоениям, по неопределенной поверхности (независимо от наслоений), по движению пластических масс. Первые два вида движения являются движением с разрывом, а третий — без разрывов породы. Весь собранный материал позже был использован В. П. Зенковичем [18, 21] и другими географами для разработки общей теории береговедения.

В области гидротехники и портовых изысканий несколько исследований было опубликовано Центральным гидрометеорологическим бюро. В их числе — работы В. Г. Глушкова [7] и М. Н. Карбасникова [20] по структуре и режиму развития Евпаторийской бухты и косы Тузла в Керченс-

ком проливе. Исследования названных авторов показали, что общего обмеления бухты за последние десятилетия не происходило, но что наносы на ее берегу находятся в постоянной миграции ограниченного масштаба. Позже В. Г. Глушков [8] выступил со статьёй, в которой высказал мнение о наличии крупных горизонтальных циркуляций, находящихся своё отражение как в рельефе дна, так и в очертаниях берега. Он особо отметил, что поле волн, деформируемых и разбивающихся у ровного берега, имеет поперечную неоднородность. Узлам усиления волн, названным “фокусами прибоя”, на аккумулятивных берегах соответствуют пологие выступы, поскольку подача наносов со дна здесь преобладает над их уходом [22]. Впоследствии эти наблюдения были подтверждены Н. А. Айбулатовым [2] и стали общепринятыми.

При исследовании берегов Крыма исследовались не только абразионно-оползневые и абразионно-обвальные физико-географические процессы. Также производились описания характера побережий и береговых аккумулятивных форм, в том числе пересыпей лиманов и лагун южной части Тарханкутского п-ва и Западного Крыма, — например, их мы находим в работах А. И. Дзенс-Литовского [11, 12]. Этот автор показал, что на крымском побережье типичными объектами являются приморские озера разных типов. Они приносят оригинальную морфологию берегов и подводного склона, оказывают влияние на эволюцию берегов и на направленность природопользования. Кроме того, цитированным автором изучен наиболее крупный оползень известняков по водоупорной поверхности сарматских глин; эти описания показали, что на морских берегах оползни разнообразны, а ползти могут блоки не только глинистых, но и скальных пород. Длина изученного оползня равна 500 м, ширина 200 м и мощность 36 м. Впоследствии А. И. Дзенс-Литовский разработал первую генетическую классификацию абразионных форм и типов прибрежно-морской абразии (механическая, химическая, биологическая), что положило начало исследованиям разнообразия абразионного процесса [18, 19, 27, 46, 48, 53]. По сравнению реперов за 13 лет в 30–40-х годах XX века им была определена скорость абразии известняковых обвальных берегов Тарханкутского полуострова (0,1–0,2 м/год), — впоследствии она была подтверждена работами Ю. Д. Шуйского и А. А. Клюкина, получившими похожие результаты.

В послевоенный период начинается наиболее результативный этап в изучении берегов Чёрного моря. Для этого была организована первая Черноморская береговая экспедиция Института океанологии АН СССР, выполнившая значительный объем работ на берегах Крымского п-ова. В 1945 г. на участке от м. Евпаторийского до косы Бакальская начаты исследования, имеющие своей целью составление кадастра берегов Чёрного моря [19]. В результате исследования берега Чёрного моря на участке Евпатория—Донузлав В. П. Зенковичем (с участием В. В. Лонгинова и А. В. Живаго) впервые была изучена структура аккумулятивного берега, получающего питание наносами со дна; были выведены критические величины уклонов дна, при которых совершается переход от аккумулятивного берега в абразионный, описаны биогенные формы рельефа [16, 17, 21]. Исследования

морфологии и динамики Ярылгачской бухты позволили наметить фазы её развития [33, 34]. Здесь были проведены геоморфологические исследования и выполнено шесть морских разрезов со сбором проб донных и береговых наносов. Исследование строения дна и донных осадков показало, что от входных мысов в бухту заходят широкие полосы известкового бенча. Выявлены признаки активно идущего процесса растворения известняков в виде образования обширных карровых полей на северном берегу Караджинской бухты [17, 33, 59].

Помимо экспедиционных работ геолого-географического направления, в СССР проводились также крупномасштабные полигонные натурные наблюдения, своеобразный вариант стационарных наблюдений. Были продолжены точные тахеометрические съемки на Карадаге, начатые еще в середине 30-х годов В. П. Зенковичем. Возобновились повторные крупномасштабные съемки оползней на Южном берегу Крыма и на Керченском полуострове. А. В. Живаго и В. В. Патрикеев [17] провели первые штормовые наблюдения за динамикой склона, сложенного рыхлыми осадками, с помощью метода фиксирования изменений прибрежного рельефа морского дна при штормах. Они обнаружили общую тенденцию к выполаживанию подводного берегового склона в штормовую погоду за счёт смыва вершин валов, а также медленное сдвигание валов в сторону берега. В 1949 г. береговая группа под руководством В. И. Буданова провела подробные промерно-грунтовые галсы вдоль всего Западного Крыма.

Организованная в системе АН СССР, в составе Института океанологии, Лаборатория динамики и морфологии морских берегов стала главным центром развития береговедения. Первоначально в качестве важнейшего исследовательского полигона стали именно морские берега Крыма. Экспедицией Института океанологии в 1949 г. в составе В. И. Буданова, А. Т. Владимирова, А. С. Ионина, Т. Н. Морошкиной и под руководством В. П. Зенковича изучалась динамика береговых процессов, распределение профиля уклонов дна при различных гидродинамических условиях. Для определения асимметрии скоростей и длительности придонных волновых движений воды в связи с выработкой профиля дна и перемещения наносов впервые были использованы самописцы мгновенных пульсаций скорости. В Каркинитском заливе проводились водолазные работы для изучения морфологии и осадков подводного склона. Собранный материал обобщён в монографии В. П. Зенковича [20, 21]. Второй том монографии этого же автора содержит региональные описания берегов Чёрного моря от северо-западной границы до южного Крыма. Рассмотрена эволюция аккумулятивных форм прибрежного рельефа, определена направленность развития абразионных берегов, дана общая схема вдольбереговых потоков и поперечных миграций наносов Тарханкутского полуострова, Евпаторийского района, Севастопольской и Балаклавской бухт. На участке Евпатория — мыс Лукулл установлено явление вращения “абразионно-аккумулятивных пар”, происходящих в тех случаях, “...когда на побережье, подводный склон которого достиг профиля равновесия или является отмелым, один участок интенсивно абрадируется, а смежный с ним в сторону перемещения наносов яв-

ляется аккумулятивным” [22]. Несколько экспедиций под руководством И. Г. Губанова [10] начали многолетние измерения динамики берегов Керченского п-ова. В работах О. С. Романюк [44] представлена информация о результатах исследований пляжей на берегах Крыма. Сейчас, в начале XXI века, эти материалы являются важнейшими сравнительными для определения тенденций развития крымских берегов.

Работы Ялтинской Оползневой станции продолжились и после Великой Отечественной войны. Значительные результаты были получены И. Б. Корженевским [29] и его сотрудниками [30, 31]. Работниками станции (позже, с 1971 г. — Крымская гидрогеологическая и инженерно-геологическая партия) были обнаружены, закартированы и описаны все основные береговые оползни Крыма. Всего на ЮБК их оказалось 51, общей площадью 1,7 млн м<sup>3</sup> [40]. Оползнями охватывается  $\approx 4,5$  % площади прибрежной равнины. Широко распространены оползни линейного и фронтального типов. Они формируются в области залегания глинисто-алевролитопесчаных отложений. Оползневые явления предопределены тектонической структурой побережья, мощной толщей пород делювиального генезиса и ее обильным смачиванием. Масштабы и интенсивность проявления оползней в западной и восточной частях ЮБК неодинаковы, как и степень обводненности оползневых накоплений вдоль склона. Динамика оползневых клифов характеризуется в основном медленными, почти не прекращающимися подвижками со средними скоростями до 0,5 м/год. Особенности горных склонов формируют своеобразные смещения грунтовых масс, когда на место размытых морем смещаются от верхней части склона, или осадочный материал осypается или смывается потоком воды сразу в море [26–28]. А. А. Ключиным увязаны литологические седиментологические явления в береговой зоне с таковыми в сугубо континентальных условиях.

Результаты исследований этого периода нашли отражение также и в статьях В. П. Зенковича, вышедших в 1947–1954 гг. и посвящённых изучению динамики берегов Западного Крыма и строению Евпаторийского участка [20–22, 34]. Полученные данные послужили для обоснования ряда общетеоретических положений. Так, высказанное ещё Ламбларди представление о величине угла подхода волны В. П. Зенкович успешно развивает в своём учении о вдольбереговых потоках наносов и о развитии береговых аккумулятивных форм, с ними связанных. Широко используются классификации оползней и других форм абразионного рельефа. Так, широкую известность приобрела классификация оползней по признаку нарушения динамического равновесия склона [29].

В 1955–1956 гг. Е. Н. Невесским были проведены исследования Бакальской банки и окружающего дна моря при помощи вибропоршневой трубки. Полученные результаты, в частности, подтвердили теоретическую схему развития банки, насаженной на песчаное основание, и показали большое значение исследований береговых форм вибропоршневой трубкой. Позднее Е. Н. Невесский [38] обобщил обширные материалы по прибрежно-морскому осадкообразованию, собранные на Чёрном море с помощью вибротрубки, и описал специфику седиментационного процесса в условиях активной

динамики осадочного материала на шельфе. Им была установлена резкая фациальная неоднородность современных и голоценовых отложений, крайняя неравномерность скоростей седиментогенеза, прослежена специфика распределения отдельных минеральных и геохимических компонентов в осадках. Эти исследования были выполнены впервые и явились заметным шагом вперед в области познания законов прибрежного седиментогенеза и палеогеографии морских бассейнов [3]. Стала понятной унаследованность образования абразионных и аккумулятивных форм рельефа, их зависимость от исходного доголоценового расчленения коренного рельефа на побережьях, в т. ч. и крымского.

В 60–70 гг. происходит интенсивное развитие современного береговедения на широкой географической основе [27, 35, 36]. Оно началось после формулирования основ физической географии Мирового океана. Береговая зона начинает рассматриваться как часть комплексной системы Мирового океана. Появляются результаты, раскрывающие роль береговой зоны вокруг Крымского п-ова в строении и развитии природной системы Черного моря. Сотрудники Института биологии южных морей АН Украины обращают внимание на биологическую составляющую береговой зоны, а особенно — на бентосные организмы, их значение как источника наносов, как фактора гашения волновой энергии, как среды накопления наносов, как фактора биогенной абразии и др. Одесский национальный университет выполнил повторные работы по сносу осадочного материала из клифов и бенчей вокруг Крымского п-ова и определил значение этих осадков как фактор питания глубоководной части Черного моря. Морской гидрофизический институт АН Украины провел исследования волн, течений, колебаний уровня, химических свойств морской воды у берегов Крыма. Институт ЮгНИРО много лет исследует рыбные ресурсы, их кормовую базу и условия прибрежного лова вокруг Крыма.

Описание ландшафтов Южного берега Крыма мы находим в книге В. П. Зенковича [21]. Автор отмечает разнообразие ландшафтов Южного берега, обусловленное выходами очень устойчивых к разрушению волнами магматических пород (мыс Фиолент, Аюдаг, Карадаг и др.), массивов плотных известняков, образующих изолированные выступы (мыс Никита, гора Кошка и Генуэзская скала) и оползнями-потоками. Поскольку берег Южного Крыма приглуб, обломочный материал уходит на большие глубины, аккумулятивных форм у берега нет, отсутствуют и потоки наносов. Попытки выделить ландшафты береговой зоны по принципу сухопутных в общем оказались неудачными, поскольку не было учтено, что ландшафты суши формируются другими потоками энергии и вещества. Особенности таких природных систем были выделены в работе Ю. Д. Шуйского [50].

Пляжи Южного берега, расположенные в вогнутостях морского берега и в бухтах, обнаруживают явную убыль. Еще в 1949–1954 гг. Институтом океанологии АН СССР и Крымским противооползневым управлением были проведены большие работы по этому вопросу. Выяснилось, что галька в основном имеет речное происхождение. Регулирование стока, необходимое для борьбы с оползнями, оказывает вредное влияние на пополнение пля-

жей аллювиальным обломочным материалом. В то же время пляжи Арабатской стрелки на Азовском море сложены в основном ракушечным материалом. Авторами [37] подробно описаны азовские берега Крыма, включая пляжи, клифы, подводный склон и др. В настоящее время в Крыму весьма актуальным является вопрос защиты берегов от абразии с помощью искусственных пляжей.

Поперечное перемещение наносов В. П. Зенковичем изучалось в Лименской бухте близ Симеиза ещё в 1940 г. Исследования проводились с использованием легководолазного аппарата. В результате работ была составлена схематическая карта дна всей бухты и прилегающих берегов, сделано предположение о наступлении моря на сушу на этом участке. По аналогии с работами в Лименской бухте, аналогичные работы проводились также в Евпаторийской, Караджинской, Ярылгачской бухтах, что позволило установить закономерности образования аккумулятивных форм под влиянием поперечного перемещения наносов. После исследования террас Восточного Крыма, начатого ещё Н. И. Андрусовым, была подтверждена его точка зрения о поднятиях гор в недалёком прошлом. Кроме того, было подтверждено предположение о последующем повышении уровня моря [21]. Впоследствии оказалось, что относительные (многовековые) колебания уровня Черного моря обусловлены влиянием в большей мере водного баланса, а не тектонического режима побережий и впадины Черного моря [49, 50]. Скорости и знаки современных относительных колебаний уровня вокруг берегов Крыма представлены в работе [9]. Ю. Н. Горячкин и В. А. Иванов рассмотрели три основных вопроса: факторы проявления и изменения уровня Черного моря у берегов Крыма, изменчивость уровня Черного моря у берегов Крыма и изменения уровня и их возможные последствия. Этот круг вопросов типичен для подавляющего большинства авторов, исследующих данную проблему вдоль берегов Крыма и всего Черного моря.

Проводившиеся гидрометеорологической службой регулярные сезонные экспедиционные работы на постоянных вековых разрезах в масштабе 1:150000 позволили чётко представить физические и химические свойства вод у берегов Крыма [6]. Новейшее картографирование берегов Крыма [50, 51, 53] позволило разграничить аккумулятивные и абразионные типы берегов, причём последние составили около 54 %. Составленные карты и описания подготовили основу для их численной характеристики, для выхода на количественную основу, более совершенную и адаптированную для разработки рационального природопользования.

**Численные характеристики в береговой зоне.** С 1961 г. Ю. Д. Шуйский путём непрерывных наблюдений на западных берегах Чёрного моря изучал зависимость динамики рельефа от повышения уровня моря [49, 58]. Регулярные плановые исследования активных абразионных берегов Западного Крыма проводилось Береговой экспедицией Одесского университета с 1972 г. [59]. Во время экспедиции Ю. Д. Шуйским и В. Я. Шевченко исследованы и закартированы в масштабе 1:150 000 все западные берега Крыма, протяженностью 354 км. Установлено в течение 2-х лет, что скорость абразии составляет от 0,3 до 11 м/год. Она зависит от геологи-

ческого строения берега, уклонов подводного склона, гидродинамического режима, экспозиции берега по отношению к господствующим волнениям и высоты берегового обрыва. Изучались аккумулятивные формы рельефа, их морфология и динамика, взаимодействия с сопредельными абразионными участками [59]. Позже, наблюдениями 1978–1987 гг., были получены новые данные. Оказалось, что с 1972 г. за 15 лет средняя скорость абразии глинистых клифов (глинистые породы с прослоями песчаников и аллювиальных конгломератов) составила от 0,8 до 2,8 м/год, а объем снесенного осадочного материала от 5 до 25 м<sup>3</sup>/м·год. При этом скорости абразии бенчей составляют в среднем 8–29 мм/год на поперечном профиле в интервале глубин 0–6 м. Скорости абразии известняковых клифов намного меньше — от 0,01 до 0,18 м/год. Объемы пляжей различны у песчаных, ракушечных и галечных, — соответственно 5–28, 3–19 и 10–35 м<sup>3</sup>/м. В общем, доминируют приглубые подводные склоны 0,03 и более, особенно вдоль берегов Арабатской стрелки, Тарханкутского п-ова и ЮБК. Умеренно приглубые подводные склоны распространены вдоль берегов Керченского п-ова, Феодосийского залива и Бакальской бухты.

Наряду с работами А. А. Ключкина [26, 27], в работах Ю. Д. Шуйского и его соавторов [55] были получены данные о скоростях абразии берегов Керченского полуострова. В целом они оказались подобными. На разных участках скорости абразии клифов составляют от 0,05 до 0,31 м/год. Но наблюдались также скорости 0,5–1,5 м/год, и даже до 2,8 м/год севернее пересыпи Тобечикского лимана и на восточном фланге Феодосийского залива. Вдоль Южного берега Крыма абразии подвержены неконсолидированные деллювиальные отложения, выработанные в них клифы отступают со средними скоростями до 0,5 м/год. Скальные берега либо не испытывают волновую абразию, либо абрадируются, по данным Е. С. Штенгелова, до 2 мм/год.

Одним из факторов, определяющих интенсивность абразии, является ветро-волновой режим. Ю. Д. Шуйский обобщил известные факты об изменчивости береговых процессов, что позволило ему выделить штормовой, сезонный, годовой и другие ритмы ветро-волнового режима. По данным непрерывных наблюдений на берегах Чёрного моря, в т. ч. и крымских, с 1961 по 1995 гг., Ю. Д. Шуйский [46–49] установил зависимость скорости абразии клифов от ветро-волнового режима, от повышения уровня моря и составил карту абразионных берегов Чёрного и Азовского морей с указанием скоростей отступления клифов на различных участках. Эти материалы используются для прогнозирования отступления берегов при планировании хозяйственных мероприятий на побережье. Ряд авторов [27–28, 40] представил подробные количественные характеристики основных параметров крупнейших береговых оползней на Южном берегу Крыма (высоту, ширину, длину, абсолютные отметки, крутизну склона, интенсивность подвижки, максимальное и среднее горизонтальное смещение и т. д.). В. А. Мамыкина и Ю. П. Хрусталева [37] представили подробные количественные характеристики азовских берегов Крыма. Они указывают наличие, линейные и объемные параметры пляжей, местоположение клифов и бенчей, форму кривой и общий уклон подводного склона и др.

По методике, разработанной во ВСЕГИНГЕО в 60–70-х годах XX века, на Южном берегу Крыма проводились работы по определению оползневых деформаций и абразии методом многократной стереофотосъёмки с судна при одновременном эхолотировании. В результате исследований получены количественные данные по переработке берега и подводного склона на исследуемых участках. Общая оползневая обстановка на побережье Крыма освещалась в “Ежегодниках” и отчётах Ялтинской оползневой станции объединения “Крымгеология”. Они содержали материалы периодических визуальных обследований всего побережья и результаты стационарных наблюдений по редкой сети опорных створов. Силами оползневых станций проведена паспортизация большинства крупных оползней побережья, составлены кадастры и карты оползней масштаба 1:10000 и 1:5000. Эти документы содержат морфологические характеристики оползней и их текущие изменения, отражают динамику абразионно-оползневых процессов, что позволяет совершенствовать расчётные методы оценки устойчивости склонов, имеющие большое значение при проектировании берегозащитных сооружений. На основе всестороннего изучения эффективности противооползневых берегозащитных мероприятий появилось более полное представление о механизме некоторых полигенных оползней, о роли дренажных сооружений в комплексе противооползневых мероприятий.

Наблюдения Ю. С. Долотова и др. [14] проводились на крупной аккумулятивной форме — пересыпи озера Донузлав и сопредельных прибрежно-морских террасах в период 1967–1968 гг. Исследовался подводный склон до глубин 6–7 м на ажурной эстакаде, выдвинутой в море до глубины 6,5 м. С увеличением размеров волн росла мощность слоя волновой переработки до 1,5–2,0 м. Вертикальные деформации поверхности подводного склона по всей его ширине могут достигать 1,5 м. Измерения с эстакады производились в течение 6 сезонов года. В многолетнем разрезе, за сто лет, береговая линия Донузлавской пересыпи медленно отступает — до 0,2 м/год.

Ландшафтные наблюдения на Западном берегу Крыма [1] показали, что активная хозяйственная деятельность, вмешательство в естественный ход береговых процессов чревато негативными последствиями — сокращением ширины пляжей и смещением бровки береговых уступов в сторону суши. Автором показаны обычные на берегах формы рельефа, приуроченные к ним растения, животных, степень выветрелости пород на берегу и некоторые другие сведения. Однако автору не удалось представить материал исследований в виде генетического комплекса, как единую систему, единый ландшафт.

В условиях все большего влияния антропогенного фактора на развитие морских берегов работы ландшафтно-литодинамического направления, проводившиеся на берегах Крыма, послужили основой для формирования инженерно-геологического направления, определения стратегии рационального берегопользования и способов берегозащиты. Составной частью схем берегоукрепления является природное обоснование на базе учения о

динамике и морфологии морских берегов. Опыт проведения берегозащитных работ в Ялте и Керчи показывает, что последовательное соблюдение этого принципа обеспечивает надёжную эксплуатацию берегоукрепительных сооружений [4].

Однако, начиная с 1991 г., работы по защите крымского побережья практически ведутся на минимальном уровне. Этого совершенно недостаточно для ликвидации волновых размывов и оползневых подвижек на морском берегу. Были прекращены строительные работы на 19 объектах, в том числе и на о. Тузла в Керченском проливе. В настоящее время построенная дамба на этом участке обусловила интенсивную перестройку очертаний береговой линии, что требует оперативной оценки направления и интенсивности потоков наносов и неотложных берегозащитных мероприятий [25]. Этот пример указывает на необходимость непрерывного мониторинга гидродинамической и литодинамической систем на многих участках крымского побережья. Предварительно надо произвести оценку характерных участков морского берега и заложить сеть стационарных участков для повторных измерений.

Институты НАН Украины, находящиеся на территории Крыма (МГИ НАН Украины, СКТБ МГИ НАН Украины, ИнБЮМ и др.), и ведомственные институты в настоящее время нацелены на проведение фундаментальных исследований, на создание систем мониторинга и прогноза экологического состояния прибрежной части моря, в частности портовой акватории Севастополя и ряда других участков. Неотложной задачей является комплексная оценка состояния береговой зоны Крыма и выработка рекомендаций по обеспечению безопасности освоения береговой зоны и повышению её рекреационного потенциала.

## **Выводы**

Рассмотрение исторической последовательности изучения берегов Крыма, анализ исследований позволяет сделать следующие выводы.

1. На первом этапе изучение берегов Крымского полуострова имело эпизодический характер и ограничивалось визуальными ознакомительными описаниями, созданием глазомерных карт побережий, изучением пригодности берегов для освоения и отвечало, главным образом, запросам навигации и портостроительства.

2. В 30-х годах XX в. по инициативе проф. Б. Ф. Добрынина, при МГУ имени М. В. Ломоносова была создана Комиссия по изучению побережий. По программе Комиссии, вдоль берегов Крыма были организованы специальные черноморские береговые экспедиции, в которых были начаты работы геоморфолого-географического направления. Со второй половины XX в. планомерные региональные описания морфологии берегов Крыма и изучение динамики береговых процессов проводились под руководством В. П. Зенковича, что способствовало формированию учения о динамике и морфологии морских берегов, основных положений новой науки — береговедения.

3. На базе учения о динамике и морфологии морских берегов проводится природное обоснование схем берегозащиты. Именно благодаря теории береговедения оказалось возможным эффективно защитить берега Крыма от абразии.

4. Современные исследования берегов Крыма направлены в основном на сохранение береговой экосистемы. Неотложной задачей является создание комплексной оценки состояния береговой зоны Крыма и разработка рекомендаций по берегозащите и повышению рекреационного потенциала крымских берегов.

## Литература

1. *Агаркова-Лях И. В.* Антропогенные и природные факторы размыва морских берегов (на примере Западного берега Крыма) // Современное состояние экосистем Чёрного и Азовского морей: Сб. научн. трудов Междунар. науч. конф., Крым, Донузлав. — Севастополь: Изд-во МГИ НАН Украины, 2005. — С. 9–10.
2. *Айбулатов Н. А.* Определение мощности потоков взвешенных песчаных наносов у морских берегов // Докл. АН СССР. — 1957. — Т. 116. — № 2. — С. 281–283.
3. *Айбулатов Н. А., Аксёнов А. А.* И на деревянных кораблях плавали железные люди. — Москва: Наука, 2003. — 231 с.
4. *Бертман Д. Я., Болдырев В. Л., Кикнадзе А. Г., Шуйский Ю. Д.* Принципы природного обоснования генеральных схем берегоукрепления на морских побережьях // Тезисы докл. на Всес. совещ. по методике и результатам морских инженерно-геологических и береговых исследований. — Одесса: Облиздат, 1973. — С. 132–133.
5. *Гаврилов Е. А., Щербакова М. В.* Материалы по геоморфологии береговой полосы Южного берега Крыма // Ученые записки МГУ. — 1938. — № 19.
6. *Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР: Черное море* // Под ред. Ф. Е. Терзиева. — Том IV. — Вып. 1: Гидрометеорологические условия. — СПб: Гидрометеиздат, 1991. — 429 с.
7. *Глушков В. Г.* Исследование наносов Евпаторийского порта летом 1925 г. // Известия Центр. Гидрометеорол. Бюро. — 1926. — № 6.
8. *Глушков В. Г.* Фокусы действия прибою // За рационализацию гидрологии: Сб. научн. трудов. — Ленинград: Изд-во ГГИ, 1934.
9. *Горячкин Ю. Н., Иванов В. А.* Уровень Черного моря: прошлое, настоящее и будущее. — Севастополь: МГИ НАН Украины, 2006. — 210 с.
10. *Губанов И. Г.* Оползни на берегах Керченского полуострова // Геогр. сборник Укр. Географ. Об-ва. — 1959. — № 4. — С. 34–41.
11. *Дзенс-Литовский А. И.* Оползни Джангульского побережья // Природа. — 1936. — Т. III. — № 6.
12. *Дзенс-Литовский А. И.* Тарханкутский полуостров // Очерки по физической географии Крыма: Сб. научн. трудов, вып. 2. — Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1938.
13. *Добрынин Б. Ф.* О работах Научно-исследовательского института географии МГУ // Ученые записки МГУ. — 1937. — Вып. 16. — Часть 1. — С. 25–41.
14. *Долотов Ю. С., Шадрин И. Ф., Юркевич М. Г.* О динамике рельефа подводного берегового склона, сложенного ракушечным материалом // Новые исследования береговых процессов: Отв. ред. В. П. Зенкович. — Москва: Наука, 1971. — С. 110–119.
15. *Живаго А. В.* Острова из зоостеры у западных берегов Крыма // Природа. — 1947. — № 5. — С. 62–64.
16. *Живаго А. В.* О формах растворения и разрушения известняков на побережье Западного Крыма // Известия Всес. Геогр. Об-ва. — 1950. — № 6.
17. *Живаго А. В., Патрикеев В. В.* Метод фиксирования изменений прибрежного рельефа морского дна при штормах // Известия АН СССР. Сер. геогр. и геол. — 1949. — Т. 13. — № 2. — С. 70–72.

18. *Зенкович В. П.* Динамика и морфология морских берегов. — Часть 1: Волновые процессы. — Москва-Ленинград: Морской транспорт, 1946. — 496 с.
19. *Зенкович В. П.* Кадастр берегов морей СССР // Труды Ин-та океанологии АН СССР. — 1954. — Т. 10. — С. 35–43.
20. *Зенкович В. П.* Морфология и динамика советских берегов Чёрного моря. Том I. — Москва: Изд-во АН СССР. — 1958. — 215 с.
21. *Зенкович В. П.* Берега Чёрного и Азовского морей. — Москва: Гос. Изд-во геогр. лит. — 1958а. — 371 с.
22. *Зенкович В. П.* Морфология и динамика советских берегов Чёрного моря. Том II. — Москва: Изд. АН СССР. — 1960. — 215 с.
23. *Зернов С. А.* К вопросу об изучении фауны Чёрного моря // Записки АН. — 1913. — Сер. 8. — Том 32. — № 1.
24. *Иванов В. А., Косарев А. Н., Тужилкин В. С.* К истории экспедиционных океанографических исследований в Чёрном море // Экол. безопасн. прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. научн. трудов. — Вып. 10. — Севастополь, 2004. — С. 9–16.
25. *Иванова А. Н.* Нетрадиционные методы берегоукрепительных сооружений в прибрежной зоне Чёрного и Азовского морей // Современное состояние экосистем Чёрного и Азовского морей. Междунар. научн. конфер. — Крым, Донузлав. — 2005. — С. 29.
26. *Клюкин А. А.* Баланс наносов в береговой зоне моря у Карадага в XX веке // Карадаг: Материалы Юбилейной сессии НТС. — Сб. научн. трудов. — Симферополь: СОНАТ, 2006. — С. 89–100.
27. *Клюкин А. А.* Экзогеодинамика Крыма. — Симферополь: Таврия, 2007. — 320 с.
28. *Клюкин А. А., Костенко Н. С.* Воздействие экстремальных штормов на рельеф и прибрежные сообщества эпибентоса Крыма // Гидробиологические исследования в заповедниках: Сб. научн. трудов. — 1996. — Вып. 8. — С. 140–150.
29. *Корженевский И. Б.* К вопросу о классификации оползневых явлений Южного берега Крыма // Труды Одесск. гос. унив. Сер. Геол. — геогр. наук. — 1960. — Т. 150. — Вып. 7. — С. 143–151.
30. *Корженевский И. Б., Лоенко А. А., Черевков В. А.* Главнейшие оползни Южного берега Крыма, их динамика и опыт борьбы // Оползни и борьба с ними: Сб. научн. трудов. — Ставрополь: Крайиздат, 1964. — С. 452–464.
31. *Корженевский И. Б., Лоенко А. А., Черевков В. А.* Применение некоторых методов статистики при изучении оползней Керченского полуострова // Вопросы изучения оползней и факторов, их вызывающих: Сб. научн. трудов. — 1968. — С. 17–21.
32. *Леваковский Н. Ф.* Исследования над образованием Таврических гор // Труды Харьковского общества испытателей природы. — 1881. — Т. 14.
33. *Лонгинов В. В.* Бухта Ярылгач. // Сборник работ Ин-та океанологии АН СССР. — 1955. — № 4.
34. *Лонгинов В. В.* Динамика береговой зоны бесприливных морей. Москва: Изд-во АН СССР, 1963. — 379 с.
35. *Лымарев В. И.* Отечественные исследователи прибрежных зон морей и океанов. — Архангельск: Изд-во Поморск. гос. унив., 2002. — 265 с.
36. *Лымарев В. И.* Вопросы истории отечественного береговедения. — Калининград. Музей Мирового океана. История отечественной океанологии, 2006. — С. 1–16.
37. *Мамыкина В. А., Хрусталева Ю. П.* Береговая зона Азовского моря. — Ростов/Дон: Изд-во РГУ, 1980. — 174 с.
38. *Невесский Е. Н.* Процессы осадкообразования в прибрежной зоне моря. — Москва: Наука. — 1967. — 255 с.
39. *Нифантов А. П.* Оползни: теория и практика их изучения // Сборник работ Оползневой станции ЦНИГРИ № 2. — Москва-Ленинград: ОНТИ, 1935.
40. *Оползни Черноморского побережья Украины* // Сб. научн. трудов: Под ред. А. Н. Лужецкого. — Москва: Недра, 1977. — 103 с.
41. *Познышев В.* Краткий очерк физико-географических свойств Севастопольской бухты // Землеведение. — 1910. — № 10.
42. *Прендель Р. А.* Сарматские образования Севастополя и его окрестностей // Записки Новороссийск. общ-ва естествоисп. — 1876. — Т. III.

43. Пчелинцев В. Ф., Погребов Н. Ф. Оползневые явления на Южном берегу Крыма. — Москва: Гостехиздат, 1936.
44. Романюк О. С. Пляжи Крыма, их генезис и перспективы практического использования. Рукопись // Автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. геогр. наук. — Ростов/Дон: Изд-во РГУ, 1968. — 23 с.
45. Руммель В. Ю. Джарылгатский залив, Евпатория, Севастополь // Материалы для описания русских коммерческих портов. СПб, 1889. — Т. XVII. — № 5. — С. 3–112.
46. Шуйский Ю. Д. Процессы и скорости абразии на украинских берегах Чёрного и Азовского морей // Известия АН СССР. Сер. географ. — 1974. — № 6. — С. 108–117.
47. Шуйский Ю. Д. Современные процессы абразии на подводном склоне Чёрного моря // Доклады АН УССР. Сер. Б. — 1976. — № 12. — С. 1081–1083.
48. Шуйский Ю. Д. Процессы истирания пляжевых наносов в береговой зоне морей // Природные основы берегозащиты: Сб. научн. трудов. Под ред. В. П. Зенковича. — Москва: Наука, 1987. — С. 18–25.
49. Шуйский Ю. Д. Зависимость скорости абразии клифов от относительного повышения уровня Чёрного моря // Доповіді НАНУ. — 1999. — №7. — С. 130–133.
50. Шуйський Ю. Д. Типи берегів Світового океану. — Одеса: Астропринт, 2000. — 480 с.
51. Шуйський Ю. Д. Довжина берегів Чорного та Азовського морів у межах України // Укр. Географ. журнал. — 2001. — № 1. — С. 33–36.
52. Шуйский Ю. Д. Зарождение и развитие географической науки в античном мире. — Одесса: Феникс. — 2004. — 89 с.
53. Шуйский Ю. Д. Механический состав пляжевых наносов на западных берегах Крымского полуострова // Экол. Безопасн. прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. научн. трудов. — Вып. 15. — Севастополь, 2007. — С. 370–385.
54. Шуйский Ю. Д. Географическая наука в античном мире и в период Средневековья. — Одесса: Изд-во ВМВ, 2008. — 180 с.
55. Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В., Хромов С. С. и др. Морфология и динамика абразионных берегов Керченского пролива в пределах Украины // Екологічні проблеми Чорного моря. — Вып. 5. — Збірник наукових праць: Відп. ред. Т. А. Сафранов і Б. М. Кац. — Одесса: ОЦНТИ, 2003. — С. 421–431.
56. Шуйский Ю. Д., Стоян А. А. Основные вехи истории формирования береговедения // Актуальні екологічні проблеми півдня України: Зб. наук. праць. — Відп. ред. О. В. Давидов. — Херсон: ПП Вишемирський, 2006. — С. 173–186.
57. Шуйский Ю. Д., Стоян А. А. Оценка изученности абразионных процессов на украинских берегах Чёрного и Азовского морей // Фальц-Фейновские чтения: Сб. научн. трудов. — 2007. — С. 375–384.
58. Шуйський Ю. Д., Черкашин С. С. Вплив відносного підвищення рівня на швидкості абразії берегів Чорного моря // Укр. Географ. журнал. — 1998. — № 4. — С. 27–30.
59. Шуйский Ю. Д., Шевченко В. Я. Об исследовании берегов Западного Крыма // Тезисы докл. Всес. совещ. по методике, технике и результатам морских инженерно-геологических и береговых исследований. Одесса: Облиздат, 1973. — С. 112.
60. Яцко И. Я. Зсувні явища на Одеському узбережжі Чорного моря // Вісник метеорології та гідрології. — 1938. — № 3–4.

**О. О. Стоян**

кафедра фізичної географії та природокористування,  
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

**ДО ПИТАННЯ ПРО ДОСЛІДЖЕННЯ БЕРЕГОВОЇ ЗОНИ МОРЯ  
В МЕЖАХ КРИМСЬКОГО ПІВОСТРОВА**

**Резюме**

Розробка стратегії раціонального природокористування та методів берегозахисту вимагає реальної, систематизованої та вичерпної інформації про виконані раніше дослідження, в т. ч. і Кримського п-ова. На першому етапі таких досліджень роботи були епізодичні, сприяли складанню карт узбережжя, описам зсувів, відповідали запитам будівництва морських портів. В 30-х роках ХХ ст. почалися берегові дослідження геолого-географічного напрямку, регіональні берегові описи. В другій половині ХХ ст. виконувалися комплексні описи та дослідження на підставі теорії берегознавства, що розроблена В. П. Зенковичем та його учнями. Сучасні дослідження берегів Криму значною мірою підпорядковані нагальним потребам використання природних ресурсів та збереженню екосистеми берегової зони.

**Ключові слова:** Крим, берег, історія, берегознавство, берегозахист, абразія, періодизація.

**A. A. Stoyan**

Dept. Physical Geography & Natural Resources,  
National Mechnikov's University of Odessa,  
Dvoryanskaya St., 2, Odessa-82, 65082, Ukraine

**ON HISTORY OF SCIENTIFIC STUDYING OF THE BLACK SEA  
COAST AROUND THE CRIMEAN PENINSULA**

**Summary**

History of Crimean Coasts research are distinguished on 3 basic periods: a) visual description of Crimean shores; b) accumulation of professional information on coastal environment; c) elaboration of the coastal science theory on basic of quantitative datum of coastal environment. The main economical directions around of Crimean shores are: conservation of coastal territory, management of coastal protection buildings, recreation enterprises, sea-ports exploitation, etc.

**Key words:** Crimea, shore, history, coastal science, shore-defence, abrasion, circulating.

**Ю. Д. Шуйский**, доктор геогр. наук, профессор  
заведующий кафедрой физической географии  
и природопользования,  
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

## ДВИЖЕНИЕ ВОДНОЙ ВЗВЕСИ В ПРИУСТЬЕВОМ РАЙОНЕ ДНЕСТРА ВО ВРЕМЯ ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЕГО ПАВОДКА 2009 Г.

На Нижнем Днестре, перед конечным створом, во время среднего многолетнего положения уровня воды в русле были выполнены измерения расходов воды и взвешенных наносов на трех разрезах. Площади живого сечения от 629 до 902 м<sup>2</sup>. Глубины русла 6–11 м. Наибольшие скорости воды в русле оказались на горизонте 1–3 м. В общем, от поверхности до дна скорости уменьшаются в 2–6 раз. Средний расход воды 251,9 м<sup>3</sup>/с (на 20% меньше, чем по данным в/п “Бендеры”), взвешенных наносов 64,077–150,518 кг/сек (2,0–4,8 млн т/год) на отдельных створах (в 2,5–4,5 раз меньше). Выявлены сложные формы эпюр вертикального распределения взвеси на разных изученных гидрологических станциях.

**Ключевые слова:** Днестр, вода, наносы, сток, русло, течение, долина.

### Введение

Исследование стока воды и наносов в Днестре производится в связи с необходимостью использования водных ресурсов, обеспечения судоходства, оценок влияния реки на дельту Днестра и его лиман и многого другого. Для этих мероприятий необходима информация по непосредственным научным исследованиям, осмысленная и интерпретированная теоретическими методами. Данные о расходах и движении наносов перед самым впадением реки в лиман встречается вообще редко в географической литературе. Полученные нами результаты и выводы вместе с тем позволяют лучше разобраться в этих вопросах. Следовательно, тема данной статьи может считаться *актуальной*.

*Цель статьи* — численно оценить расходы воды и движения взвешенных наносов перед конечным створом Днестра, перед его впадением в лиман, в условиях среднего многолетнего уровня воды на рейке г/п “Маяки”. Для достижения цели были решены такие *основные задачи*: а) определить глубины и форму поперечного профиля в русле Днестра; б) выявить величины расходов воды на разных глубинах русла; в) численно оценить концентрации взвеси на разных разрезах, на разных глубинах и в разных частях разреза; г) рассчитать средние расходы наносов на разных разрезах в низовьях Днестра.

*Объектом* исследования явилось нижнее течение р. Днестр перед его впадением в Днестровский лиман, *предметом* — закономерности движе-

ния взвешенных наносов в русле реки во время стояния среднего многолетнего уровня воды. Перечисленные задачи данной статьи и результаты их решения являются необходимым элементом науки гидрологии суши и устьеведения. Поэтому их решение имеет важное *теоретическое значение*. Использование полученных результатов в разных отраслях хозяйства определяет *практическое значение* данной статьи. В основу работы положены данные натурных измерений лицензированными приборами, что обуславливает *достоверность* использованной научной информации.

Выбранная нами тема в общем слабо освещена в статьях и монографиях других авторов. Материалы длительных наблюдений посвящены преимущественно динамике русла, включают неполные данные о расходах, стоке и колебаниях уровня речной воды, о скоростях русловых течений на разных глубинах и участках русла, содержатся в работах С. А. Борик, В. Н. Гонтаренко, Е. Д. Гопченко, В. И. Вишневого, В. М. Тимченко и ряда других. В то же время считанное число авторов изучало процессы движения наносов и их сток в русле ниже створа Кучурган, а особенно — ниже слияния русел Турунчука и Днестра. При этом авторы пользуются материалами исследований на в/п “Бендеры” как наиболее представительном. Но надо учесть, что между этим постом и Днестровским лиманом пролегло более 200 км длины реки, с низкой поймой, плавнями, с многочисленными озерами и ериками. Поэтому напрямую увязывать данные по “Бендерам” и распределения наносов в дельте и лимане Днестра является некорректным. В этой связи любая информация о расходах наносов ниже слияния Турунчука и Днестра является ценной.

### **Материалы и методика исследований**

Мы стремились, чтобы полученные нами материалы исследований максимально близко приближались бы к средним многолетним значениям. Для этого было выбрано такое время, когда уровень на в/п “Маяки” установился на средних многолетних отметках. Это произошло на заключительной фазе весенне-летнего паводка в последней декаде июня 2009 г. Если стоком воды определяются величины стока взвешенных наносов с достоверной вероятностью, что доказано для Днестра [1, 2], то полученная нами информация о движении и расходах русловой взвеси в указанное время будет максимально близко отражать значения среднего многолетнего значения расхода взвешенных наносов. В этом случае полученное значение можно использовать для расчетов баланса наносов в устьевой области Днестра.

Водомерный пост “Маяки” ближе остальных расположен перед конечным створом впадения реки в лиман (рис. 1). Для контроля выполненного пробоотбора воды и наносов в русле, измерений скоростей течения наши натурные работы производились на трех смежных разрезах. Ими были охвачены участки русла с разной шириной, глубиной, площадью живого сечения и формой кривой профиля дна. Определение местоположения створов и станций определялось с помощью прибора GPS ETREX, фирмы Garmin

(точность определения планового местоположения  $\pm 0,2$  м), а измерения глубины — с помощью электронного эхолота Humminbird Piranha-210 (USA). Определения ведутся звуковым лучом 5 °С на поверхности дна и рассчитанным для глубин в диапазоне 0–200 м. Точность высотного измерения глубины  $H = \pm 0,1$  м в интервале 0–25 м. Пробы воды отбирались бутылкой-батометром ГРБ-1/75 (ёмкость 1 дм<sup>3</sup>), который был пригружен каплевидным грузилом, весом 25 кг. Концентрация взвеси в речной воде определялась методом водного ареометрического анализа в стандартных градуированных стаканах, ёмкостью 1 дм<sup>3</sup>. Фильтрация воды производилась прибором Куприна ГР-60 № 7, с вынужденным пропуском воды. Высушенные образцы водной взвеси взвешивались на электронных весах SNUG II-300 (Jadever) с точностью до третьего знака после запятой. Использовалась также методика из работ [5, 6].



Рис. 1. Гидрографическая сеть нижнего течения Днестра. Обозначения озер: 1 — Кучурган; 2 — Красное; 3 — Коротно; 4 — Путрино; 5 — Свиное; 6 — Драган; 7 — Круглое; 8 — Писарское; 9 — Тудорово; 10 — Лозоватое; 11 — Белое; 12 — Сафьяны. А — дельта Днестра отделена от долинных плавней. Штрих-пунктиром обозначена граница раздела дельты и плавней Нижнего Днестра

Пробы взвешенных наносов отбирались на каждом гидрологическом разрезе: по три станции на линии разрезов I и II, а на III — две станции (рис. 2). Вода отбиралась на горизонтах 0, 2, 4, 6, 8 м и у дна русла. На этих же разрезах, станциях и глубинах измерялись скорости течений с помощью пенопластовых поплавков, с демпферами соответствующего заглубления (по 5–8 измерений на одном горизонте). Дистанция базы замера составляла 20 м, а время определялось секундомером “Агат” 4282, с погрешностью 0,2 сек. Всего было взято 36 образцов воды для определения мутности. Опробованием было охвачено суммарно 14 горизонтов:

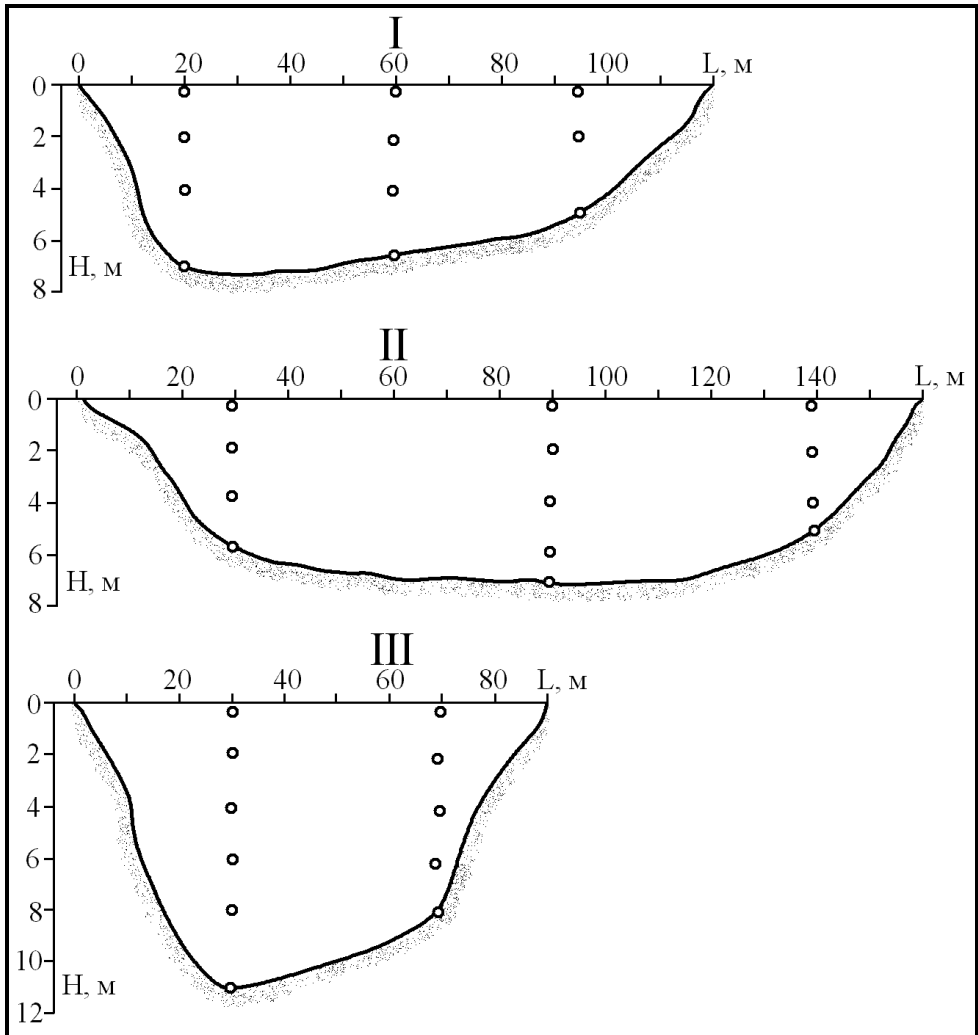


Рис. 2. Поперечные профили гидрологических разрезов и точки отбора проб воды и наносов на них в нижнем течении Днестра возле пос. Маяки. I-III — номера разрезов (см. рис. 1). Н — глубина русла, м; L — ширина реки, м

на глубинах 0–1 м, 1–3 м, 3–5 м плюс придонный на разрезах I и II, а на разрезе III — дополнительно 5–7 м, 7–9 м, 9–11 м плюс придонный.

Это позволило вычислить расходы воды и наносов по средневзвешенным значениям, а не по средним арифметическим. Вначале с помощью компьютера определялись площади живого сечения каждого разреза, а затем — площади отдельных горизонтов на всех разрезах. Зная средние скорости течения на каждом горизонте, несложно было определить скорости в русле в целом. Поскольку была определена средняя мутность воды на каждом горизонте, то соответственно были рассчитаны значения расходов взвешенных наносов на всех трех разрезах.

Фактический материал, полученный в натуральных условиях, в аналитической лаборатории и методами ГИС, был осмыслен и интерпретирован с помощью теоретических методов. К ним относятся методы систематизации, аналитические, графический, сравнительно-географический, расчетные. Анализ и обсуждение результатов исследования выполнялось с использованием географических принципов комплексности, системности, последовательности, пространственно-временного единства.

### **Обсуждение и интерпретация материалов**

В данной работе излагаются результаты исследования распределения течений и взвешенных наносов на разных горизонтах и разрезах русла Нижнего Днестра в пределах устьевой области этой реки.

**Исследование скоростей течений.** Использование данных по высотным горизонтам русла Днестра, средним скоростям течения на них сделало возможным определить средние расходы воды как на каждом горизонте, так и в русле в целом (табл. 1). Как можно видеть, наибольшая площадь живого сечения у разреза II, что связано с шириной его русла (160 м). Площади отдельных горизонтов тоже оказались наибольшими у разреза II, а наименьшими — у разреза III (ширина 90 м). Наименьшими площадями у всех разрезов характеризуется верхний горизонт 0–1 м за счет малой толщины. В общем, с ростом глубины площадь горизонтов снижается на всех разрезах. Все эти особенности оказывают влияние на расходы воды и взвеси.

Собственные измерения и данные Одесского экологического университета показали широкий разброс скоростей течений с глубиной на разных горизонтах. Наибольшие из средних скорости на день измерений составляли 0,48–0,61 м/с. На всех разрезах они приурочены к поверхностному горизонту. В придонном горизонте скорости значительно меньше, их значения составляют от 0,104 до 0,394 м/с. Причем, чем меньше глубина и больше ширина русла, тем менее напряженным является поле течений и разница между поверхностными и придонными течениями. На всех трех гидрологических разрезах эпюры скоростей течений являются сложными (рис. 3). Они показывают, что сложными должны быть и расходы в русле.

Таблица 1

Средние расходы воды в русле Нижнего Днестра во время среднего многолетнего положения уровня воды, июнь 2009 г.

№№ раз-реза	Глубины расположен. горизонта	Площадь горизонта, м <sup>2</sup>	Средняя скорость течения на данном горизонте, м/сек	Расходы в русле реки, м <sup>3</sup> /с	
				на горизонтах русла	в сумме на разрезе
I	0–1 м	117,82	0,48	56,6	—
	1–3 м	210,21	0,37	77,8	—
	3–5 м	168,59	0,29	48,9	—
	5–7 м (дно)	139,68	0,16	22,3	—
	Сумма	629,30	—	—	205,6
II	0–1 м	167,03	0,53	88,5	—
	1–3 м	264,30	0,35	92,5	—
	3–5 м	251,55	0,31	78,0	—
	5–7,2 м (дно)	218,88	0,18	39,4	—
	Сумма	901,76	—	—	298,4
III	0–1 м	93,92	0,61	56,4	—
	1–3 м	142,89	0,48	68,6	—
	3–5 м	132,09	0,37	48,9	—
	5–7 м	119,44	0,35	41,8	—
	7–9 м	106,74	0,24	25,6	—
	9–11 м (дно)	54,77	0,19	10,4	—
Сумма	649,85	—	—	251,7	

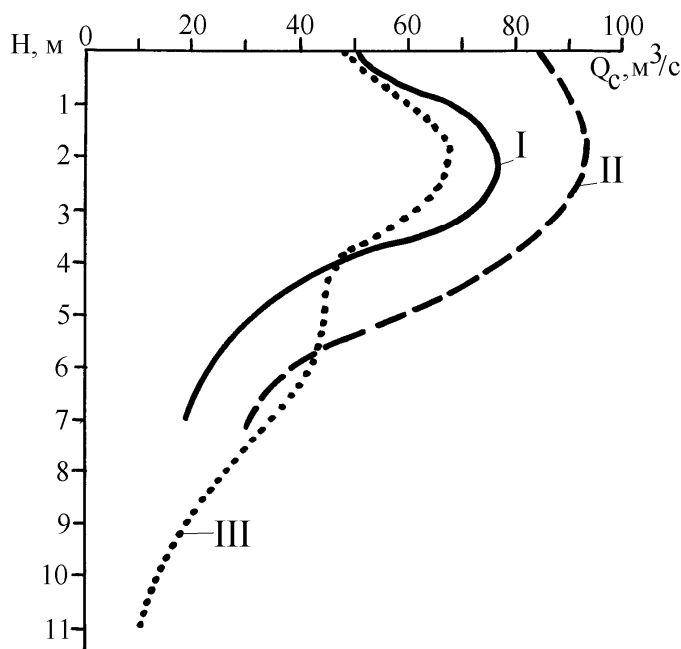


Рис. 3. Эпюры средних расходов воды ( $Q_c$ , м<sup>3</sup>/с) в русле Нижнего Днестра на гидрологических разрезах во время стояния уровня воды на среднем многолетнем значении в начале лета 2009 г. Н — глубина русла, м; I, II и III — номера разрезов

Получается, что не только вода движется быстрее на поверхности, чем у дна, как обычно принято в гидрологии [5, 7]. И в поверхностном горизонте протекает больше воды, чем у дна. Вместе с тем, обнаружилось, что больше всего воды может проходить в двухметровом горизонте 1–3 м. В более низких горизонтах послойные расходы далеко не равномерны. В ряде случаев расход горизонта зависит не от скорости течения, а от площади живого сечения горизонта. Поэтому на эпюрах рис. 3 может быть не один пик расхода воды, а 2 и 3, особенно, если глубина русла большая, — до 12–15 м. Поскольку для русла Нижнего Днестра характерен очень крутой подводный склон, то повышенные скорости течения наблюдались в непосредственной близости от берега. Отсюда можно заключить, что структура руслового потока сложна, далека от ламинарной и существенно связана с рельефом дна и берегов [4]. Видимо, в связи со значительной шероховатостью дна Днестра, русловой поток характеризуется многочисленными продольными и поперечными вихрями в условиях развития высоких скоростей течения. Эти вихревые импульсы усиливаются с приближением ко дну русла, а потому существенно гасят скорости течения, оставляя наибольшие скорости в поверхностном горизонте 1-метровой толщины. Одновременно такие вихри вздымают со дна тонкозернистые наносы, и потому нарушается закономерность монотонного и тотального роста мутности воды с глубиной на эпюрах.

На очень коротком отрезке русла, длиной всего 5 км, расходы, измеренные практически синхронно на трех разрезах, отличаются существенно. Разница между I и II разрезами составляет 32% (205,6 и 298,4 м<sup>3</sup>/с), а на разрезе III  $Q_g = 251,7$  м<sup>3</sup>/с, практически одинаково со средним значением 251,9 м<sup>3</sup>/с на изученном отрезке русла (табл. 1). Такое соотношение полученных расходов отражает сложность распределения скоростей и направлений русловых течений как от разреза к разрезу, так и по вертикали водной толщ. Эти значения очень близки тем, которые получены за многолетний период наблюдений на ближайших постах “Олонешты” и “Незавертайловка” (табл. 2). В частности, по в/п “Бендеры” за 9 лет конца XX века средний расход составил 216 м<sup>3</sup>/с, по в/п “Олонешты” — 104 м<sup>3</sup>/с, а по в/п “Незавертайловка” — 139 м<sup>3</sup>/с, в сумме 243 м<sup>3</sup>/с [2]. Следовательно, полученные нами значения укладываются в пределы поля разброса средних годовых значений за весь XX век. Это указывает на достоверность полученных данных и реальность указанных закономерностей.

Значения расходов воды на отдельных гидрологических разрезах лежат в широких пределах — от 154 до 286 м<sup>3</sup>/с по в/п “Бендеры”. Значит, разница между ними составляет  $\approx 54\%$ . Это в  $\approx 1,7$  раза больше, чем получено нами для района в/п “Маяки”, а потому разброс значений во время наших исследований намного меньше, что заставляет оценивать данные табл. 2 как наиболее достоверные. Такого же порядка разница между крайними значениями по в/п “Незавертайловка” ( $\approx 91\%$ ) и по в/п “Олонешты” ( $\approx 60\%$ ).

**Исследование расходов наносов.** Лабораторная обработка проб мутной воды из русла Днестра показала, что значения концентрации

водной взвеси на разных горизонтах всех разрезов лежат в пределах 0,028–0,170 г/дм<sup>3</sup>, т. е. максимальное значение больше минимального в 6 раз. При этом минимальные концентрации оказались характерными на разрезе II (0,033–0,067 г/дм<sup>3</sup>, сумма 0,209 г/дм<sup>3</sup>) (табл. 3). Данные значения весьма близки тем, которые при выбранных условиях получаются при измерениях на постах.

Таблица 2

Среднегодовые расходы воды в Нижнем Днестре, м<sup>3</sup>/с

Годы наблюдений	Водомерные посты на реке		
	Бендеры	Олонешты	Незавертайловка
1987	172	91,1	105,0
1988	283	128,0	180,0
1989	286	121,0	184,0
1990	154	76,2	96,1
1991	252	110,0	168,0
1992	211	106,0	140,0
1993	244	108,0	156,0
1994	157	93,0	101,0
1995	185	101,0	122,0
Среднее	216	104,0	139,0

Таблица 3

## Мутность воды и средний сток взвешенных наносов в русле Нижнего Днестра по данным исследований во время среднемноголетнего положения уровня воды в реке

№№ разрезов	Глубины на горизонтах, м	Площадь горизонта, м <sup>2</sup>	Средняя скорость течен. на горизонте	Средн. мутность воды		Сток взвеси в воде, тыс. т/год
				г/дм <sup>3</sup>	г/м <sup>3</sup>	
I	0–1 м	117,82	0,48	0,028	28	—
	1–3 м	210,21	0,37	0,119	119	—
	3–5 м	168,59	0,29	0,048	48	—
	5–7 м (дно)	139,68	0,16	0,160	160	—
	Сумма	629,30	—	0,355	355	—
	Среднее	—	—	0,33	—	2325
II	0–1 м	167,03	0,53	0,033	33	—
	1–3 м	264,30	0,35	0,047	47	—
	3–5 м	251,55	0,31	0,062	62	—
	5–7,2 м (дно)	218,88	0,18	0,067	67	—
	Сумма	901,76	—	0,209	209	—
	Среднее	—	—	0,34	—	2021
III	0–1 м	93,92	0,61	0,033	33	—
	1–3 м	142,89	0,48	0,051	51	—
	3–5 м	132,09	0,37	0,170	170	—
	5–7 м	119,44	0,35	0,103	103	—
	7–9 м	106,74	0,24	0,149	149	—
	9–1 м (дно)	54,77	0,19	0,120	120	—
	Сумма	649,85	—	0,626	626	—
	Среднее	—	—	0,37	—	4751

Как можно видеть (табл. 3), вертикальное распределение средней по разрезу мутности на разных горизонтах отличается от распределения скоростей течений (рис. 3). Данное отличие обусловлено большой сложностью токов воды вихревой природы. В этом случае взвесь занимает разные горизонты, каждую минуту концентрации меняются на разных горизонтах и на разрезе в целом. Одни облака взвеси вздымаются, другие оседают, они накладываются одно на другое. Поэтому весьма трудно ожидать какой-то равномерности распределения наносов как по вертикали, так и вкрест простирания результирующего вектора водного потока в русле. Это хорошо видно (рис. 4) на совокупности эпюр, построенных по данным каждой станции на всех разрезах.

Чисто классической форме эпюр отвечают только станции I-2 и II-1. Остальные отражают повышения и понижения концентраций взвешенных наносов на разных горизонтах. При этом, заметим, все эпюры показали придонные значения в целом больше поверхностных, что соответствует общим представлениям в гидрологии [2, 7]. Хотя на промежуточных горизонтах, как и скорости течений, содержания взвеси может и повышаться, и понижаться. Такие закономерности могут служить свидетельством большой сложности структуры движения взвешенных наносов в русловом потоке на примере Нижнего Днестра.

Данные табл. 3, рис. 3 и 4 позволили рассчитать средние расходы взвешенных наносов на изученных гидрологических разрезах. На разрезе I величина  $Q_n = 73,722$  кг/с, на II  $Q_n = 64,077$  кг/с, а наибольший расход отмечен на разрезе III, на котором  $Q_n = 150,518$  кг/с. Отсюда можно полагать, что концентрации взвеси на Нижнем Днестре могут быть существенно разными не только по глубине и по поперечному профилю, но также и по длине русла. Если это так, то вдоль русла располагаются участки повышенной и пониженной турбулентности водного потока. Очевидно, что такое явление может быть вызвано различными скоростями воды и чередованием шероховатых и более гладких отрезков дна русла, чередованием глубоких и более мелких участков, как например, и на Нижней Волге [4]. Вот почему также и сток взвешенных наносов существенно различен на разных отрезках русла, даже находящихся в непосредственной близости (рис. 1). В данном случае представляется нелишним заново осмыслить информацию, которая происходит от данных стационарных наблюдений на государственных гидрологических станциях и постах.

Полученные величины расчетных годовых значений стока взвешенных наносов, естественно, показали различия. На разных разрезах они составили 2325 тыс. т/год (I), 2021 тыс. т/год (II) и 4751 тыс. т/год (III). Обнаруженные различия также обусловлены различными величинами концентраций взвеси под влиянием процесса турбулентности: по всей видимости, повышенная величина среднего годового стока взвешенных наносов на профиле III связана со взметом тока воды на шероховатом дне русла. На этом основании делается предположение, что подобная неравномерность может быть по всей длине русла Днестра. Поскольку глубины, а вместе с ними — шероховатость дна меняются, то во времени должны меняться и концентрации взвеси на близко расположенных гидрологических разрезах.

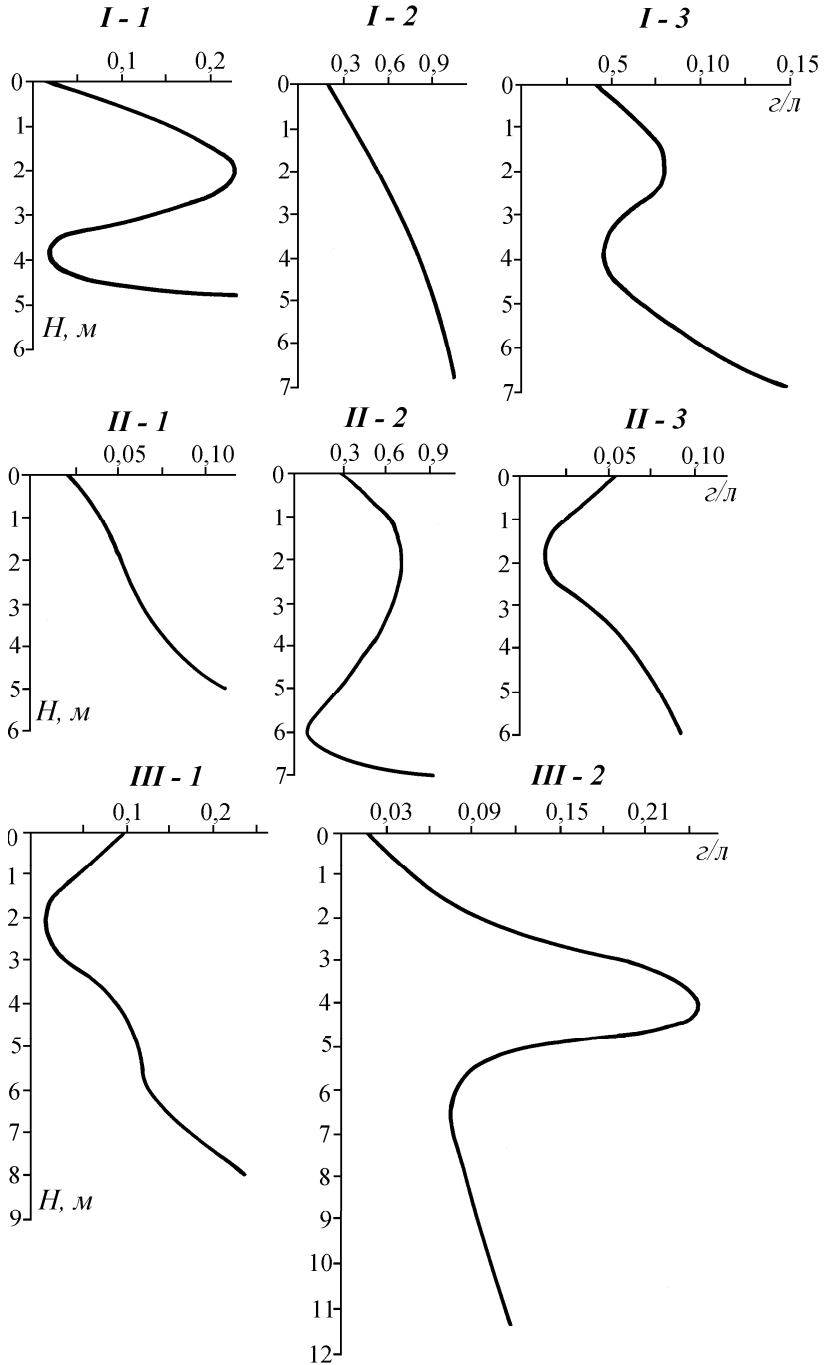


Рис. 4. Эпюры фактических расходов взвешенных наносов, измеренных на гидрологических разрезах I, II и III. Значения 1, 2 и 3 — номера станций на разрезах (см. рис. 2)

Такое явление должно учитываться при анализе рядов значений стока наносов на различных водомерных постах и разрезах.

Автор выносит искреннюю благодарность А. А. Стояну, Н. А. Березницкой и А. Н. Роскосу за помощь при выполнении натуральных и лабораторных исследований.

## **Выводы**

Изложенный материал исследований и его обсуждение позволили сделать следующие выводы.

1. Измерения элементов гидрологического режима Нижнего Днестра во время стояния среднего уровня зеркала воды позволяют получить общее представление об их реальном значении.

2. Реальные значения расходов воды на Нижнем Днестре в районе в/п “Маяки” находятся в области 250–260 м<sup>3</sup>/сек, что значительно меньше, чем на в/п “Бендеры” (312 м<sup>3</sup>/сек).

3. В конце весенне-летнего паводка на Нижнем Днестре средняя мутность воды на разных разрезах составила от 209 до 626 кг/м<sup>3</sup> в одно и то же время. Это объясняется значительной турбулентностью руслового потока во время действия средних расходов воды и существенной шероховатости дна русла.

4. Средний годовой сток взвешенных наносов в Нижнем Днестре в районе в/п “Маяки” перед его втеканием в Днестровский лиман составляет от 2021 до 4751 тыс. т/год. Это значительно меньше, чем наблюдается в районе в/п “Бендеры” почти в 250 км выше по течению, и подобно тем значениям, которые получены другими авторами.

5. Результаты наших натуральных измерений с помощью современной аппаратуры могут использоваться при расчетах баланса наносов в устьевой области Днестра.

## **Литература**

1. Борик С. А. Комплексные экспериментальные исследования и оценка влияния русловых карьеров на гидрологический режим равнинной реки (на примере Нижнего Днестра). Рукопись // Автореф. дисс. на соиск. ученой степени канд. геогр. наук. — Одесса: Од. гос. гидромет. инст., 1987. — 22 с.
2. Вишневский В. И. Природний та антропогенно змінений стік Дністра // Причорноморський Екологічний бюлетень — 2005. — № 3-4. — С. 87–91.
3. Гопченко Е. Д. Гидрологический режим Нижнего Днестра // Причорноморський Екологічний бюлетень. — 2005. — № 3-4 (17-18). — С. 80–86.
4. Михайлов В. Н., Коротаев В. Н., Игнатов Е. И. Волго-Каспийский канал в устьевой области Волги: прошлое, настоящее, будущее // Вестник Одесского нац. университета. Экология. — 2003. — Том 8. — Вып. 11. — С. 172–198.
5. Тимченко В. М. Эколого-гидрологические исследования водоемов Северо-западного Причерноморья. — Киев: Наукова думка, 1990. — 238 с.
6. Тимченко В. М., Колесник М. П. Исследование и прогноз мутности воды реконструируемых водоемов (на примере Днестровского лимана) // Гидробиологический журнал. — 1986. — Т. 22. — Вып. 5. — С. 84–91.
7. Чалов Р. С. Географические исследования русловых процессов. — Москва: Изд-во Московск. унив., 1979. — 232 с.

**Ю. Д. Шуйський**

кафедра фізичної географії та природокористування,  
Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,  
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

**РУХ ВОДНОЇ ЗАВИСИ У ПЕРЕДГИРЛОВОМУ РАЙОНІ ДНІСТРА ПІД ЧАС ВЕСНЯНО-ЛІТНЬОЇ ПОВЕНІ 2009 Р.**

**Резюме**

На Нижньому Дністрі, перед кінцевим пересіком, під час пересічного багаторічного стану рівня річкової води були виконані виміри витрат води та завислих наносів на трьох гідрологічних пересіках. Площі динамічного профілю становили від 629 до 902 м<sup>2</sup>. Глибини річища 6–11 м. Найбільші швидкості води в річищі Дністра сягали 0,60–0,65 м/с, що фіксувалися на горизонті 1–3 м. Взагалі, поверхневі швидкості в 2–6 разів більші за придонні. Пересічна витрата води в річищі 251,9 м<sup>3</sup>/с (на 20% менша за ту, що спостерігалася на в/п “Бендери”), а витрата завислих наносів 64,077–150,518 кг/с (2,0–4,8 млн т/рік) на окремих пересіках. Винайдені складні форми епюр із вертикального розподілу водної зависі на різних гідрологічних станціях, що спостерігалися авторами.

**Ключові слова:** Дністер, вода, наноси, стік, річище, течія, долина.

**Y. D. Shuisky**

Physical Geography Department,  
National Mechnikov's University of Odessa,  
Dvoryanskaya St., 2, Odessa-82, 65082, Ukraine

**WATER DUST MOVEMENT WITHIN LOW DNESTR RIVER ARM DURING BEGINNING OF SUMMER HIGH-FLOOD IN 2009**

**Summary**

Within Low Dnestr river, before it's the final range, during average water level position in the arm were carried out measurements of different hydrological parameters. Nearst of “Mayaki” water point squire of arm-profile equal 629-902 m, depths are 6-11 m. Average water discharge is 251,9 m<sup>3</sup>/sec. Average water dust discharge is 18,2 kg/sec durig time of mesurement in June-end of 2009.

**Key words:** Dnestr, water, water-dust, discharge, arm, current, velly.

**Ю. Д. Шуйский**, доктор геогр. наук, проф.,  
**Г. В. Выхованец**, доктор геогр. наук, проф.,  
**Л. В. Орган**, аспирант  
Кафедра физической географии и природопользования,  
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

## К ВОПРОСУ О РЕЖИМЕ ВДОЛЬБЕРЕГОВОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ НАНОСОВ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ МОРЕЙ

Выполнен анализ библиографических источников по изучению береговой зоны моря. Рассмотрено понятие о вдольбереговом потоке наносов, выполнен анализ его режима. Выделено 5 основных характеристик потока наносов: емкость, степень насыщения, мощность, протяженность (участок зарождения, транзита, аккумуляции), состав осадочного материала. Представлена краткая характеристика методов изучения потока наносов.

**Ключевые слова:** море, береговая зона, вдольбереговой поток, движение, наносы.

### Введение

Вдольбереговое перемещение наносов, охватывающее всю ширину береговой зоны, является важнейшим литодинамическим процессом, определяющим строение и развитие большей части берегов морей и океанов. Они связывают абразионные и аккумулятивные процессы всех береговых зон. Такие потоки движутся вдоль береговой линии в зависимости от направления преобладающих ветров и от экспозиции берега по отношению к направлению действия ветра и ветровых волн. Потоки наносов способствуют выдвиганию берега и накоплению пляжей там, где нет или недостаточно местных источников материала. Они также смягчают очертания берегов, заполняя входящие углы, огибая различные выступы и создавая косы, формируя пересыпи и томболо в волновой “тени” островов, отмелей и других естественных препятствий. Увеличение территории морских берегов в результате аккумуляции или же, наоборот, потеря ценных земель за счет абразии играют существенную роль в хозяйственной деятельности человека. Поэтому *цель данной статьи* состоит в определении понятия вдольберегового потока наносов и его изучении, а также в рассмотрении анализа его режима и основных характеристик.

Для достижения данной цели мы будем решать такие *основные задачи*: а) краткая история формирования учения о вдольбереговых потоках наносов; б) условия возникновения и развития вдольбереговых потоков наносов; в) рассмотреть характеристики вдольбереговых потоков наносов и их значимость; г) оценить направление перемещения наносов во вдольбереговом потоке и обосновать применимость различных методов. Решение

совокупности представленных задач и будет составлять содержание данной статьи и *научную новизну* выводов работы. *Объектом исследований* является береговая зона неприливногo моря со значительными запасами наносов и непрерывным их поступлением в море из различных источников. В качестве *предмета исследований* выбран вдольбереговой поток наносов как фактор наносообмена, связывающий все прибрежно-морские формы рельефа в береговой зоне. Определения и понятийный аппарат требуют строгой интерпретации и однозначного толкования для их правильного выбора с целью обоснования оптимального природопользования в береговой зоне моря. В этой связи статья имеет и важное *практическое значение*.

### **Материалы и методы исследования**

При написании статьи были использованы материалы длительных экспедиционных (маршрутных и стационарных) исследований. Особое внимание было обращено на геоморфологические признаки направления и мощности вдольбереговых потоков. При использовании данных о ветровом и волновом режиме прибрежных вод применялись энергетические графические построения, указывающие на относительные значения направления и мощности вдольберегового потока наносов. Камеральная (лабораторная) обработка полевых материалов по стандартной методике [28], а также картографические работы дали возможность получить необходимые характеристики береговой зоны на участке, где развивается вдольбереговой поток наносов. В качестве дополнительной информации служили опубликованные материалы по изучению береговой зоны моря (см. список библиографии), как фактор преемственности в развитии данной темы работы по береговедению [29].

В качестве основных методов исследования были применены те, которые обычно рекомендуются в географии для исследования сложных природных систем [28]. Использовался метод систематизации имеющейся информации, ее ретроспективный анализ, полевой маршрутнoй и стационарнoй, картографический, гидрометеорологический, литологический, сравнительно-географический.

### **Основные результаты исследования**

Для общей характеристики перемещения материала по пляжу и подводному склону в литодинамике введено понятие о вдольбереговом потоке наносов.

*Об истории методики расчетов “вдольберегового потока наносов”.* Анализ литературы показал, что многие авторы описывают сам процесс передвижения наносов, но, однако, полного анализа совокупности методов не указывают [29]. Все авторы пишут о том, что вдольбереговое перемещение наносов осуществляется волнами и течениями, подходящими к берегу под каким-либо углом. Из всех представлений и разработок разных авторов [2,

4, 5, 8, 15, 16, 21, 22, 25, 26] можно выделить следующие процессы, которые приводят к формированию вдольбереговых потоков:

- разрушение ветровой волны, луч которой подходит под определенным углом к берегу (угол  $\varphi$ );
- массовое направление перемещения наносов вдоль берега под влиянием совокупности гидрогенных факторов в условиях крутых и пологих подводных склонов;
- частицы, систематически перемещающиеся вдоль берега в сторону проекции луча волны на береговую линию;
- отражает средний за год или многие годы результат вдольберегового перемещения осадков волнами и волновыми течениями.

Наиболее ранней работой по изучению вдольберегового перемещения гальки является статья В. А. Обручева [15].

В 1927–1938 гг. П. К. Божич [8, 9] проводит обширные натурные и лабораторно-экспериментальные исследования береговых наносов на берегу Черного моря. Именно П. К. Божича следует считать основоположником научного положения о потоках наносов в береговой зоне морей. Он впервые вскрыл это явление, внес и развил представление о галечных потоках наносов. П. К. Божич определил такие понятия как “поток передвижного берегового материала, движимого волнами при ничтожном участии течений”, “среднее годовое волнение”, “силовой поток данного участка берега”. П. К. Божич и Н. Н. Джунковский [10] в своей монографии рассматривают только береговое перемещение по склону надводного пляжа под действием прибойного потока и силы тяжести, а также предлагают схему перемещения. Представления П. К. Божича о роли наносов в развитии береговой зоны получили дальнейшее развитие в монографиях и статьях В. П. Зенковича, В. В. Лонгинова, Р. Я. Кнапса, В. Л. Болдырева, Д. Я. Бертмана, Н. Д. Шишова, И. А. Правоторова, А. М. Жданова и др. [21].

Датский гидролог И. Мунх-Петерсен [35] предложил определить наносодвижущую силу волнения в зависимости от силы, направления и повторяемости ветров на данном участке побережья. При этом он предложил применять в качестве множителя геометрическую длину разгона волны, взятую в корне квадратном. Несколько позже Р. Я. Кнапс [34], критикуя выкладки Т. Мунх-Петерсена, предложил использовать корень кубический из длины разгона, а данные расчеты применять для береговой зоны с песчаными наносами.

В это же время из печати выходит статья В. Г. Глушкова [11]. Он предложил эмпирические зависимости для оценки характеристик потоков наносов. Этот автор обратил особое внимание на то, что в береговой зоне наносы движутся силой волнового потока, а совокупность штормовых заплесков с сопровождающими токами воды образуют волновую подвижку в течение действия одного шторма. В отличие от большинства своих современников, В. Г. Глушков утверждал главную роль ветровых волн, а не неопределенных морских течений в формировании вдольберегового потока наносов.

Начала современных представлений о продольном перемещении наносов волнами и прибором были разработаны В. П. Зенковичем [13, 14]. На то

время В. П. Зенкович дает наиболее полное описание процессов вдольберегового перемещения наносов и особенно — вытекающих из него морфологических последствий. Он выделяет донное и береговое перемещение наносов. По его мнению, причиной перемещения наносов вдоль берега является расхождение направлений скорости волнового потока и силы тяжести, действующих на частицу наноса. Именно “волновые течения” он рассматривает как мощный фактор донного перемещения наносов во взвешенном состоянии. В. П. Зенкович считает, что течения способны не только переносить взвешиваемые волной наносы, но и самостоятельно отрывать их от дна и переносить во взвеси. Он вывел три основные характеристики потока наносов, такие как емкость потока, степень его насыщенности и мощность, а движение наносов происходит под интегральным влиянием таких процессов как взвешивание, сальтация и влечение по дну [14]. В пределах длины береговой зоны, где формируется вдольбереговой один поток, этот автор выделяет участки зарождения, транзита и разгрузки потока.

Довольно полно рассмотрены миграция и вдольбереговой поток наносов и его характеристики, приведены некоторые методы изучения потоков и элементы режима потоков. Представленная схема продольного перемещения наносов используется многими авторами, и на сегодняшний день не было внесено сколько-нибудь существенных дополнений или изменений [10]. Эти схемы авторы рекомендуют для разработки, обоснования и проектирования различных берегозащитных, портовых, рекреационных и коммуникационных сооружений в береговой зоне моря.

Закономерности движения наносов и вдольбереговой поток наносов вызывают значительный интерес и в США в те годы. Весьма показательными можно считать работы американского исследователя Д. У. Джонсона [36]. Он анализирует пути развития аккумулятивных форм под влиянием вдольбереговых потоков наносов, и эти формы так же образовывались в геологическом прошлом. А сейчас они погребены под толщей более молодых пород и представляют собой вместилища нефти и газа, например, на дне северной части Мексиканского залива. Д. У. Джонсон учел опыт европейских ученых и принял во внимание их выводы, согласно которым ветер и волны тесно связаны между собой. К этому выводу еще раньше пришел Р. Я. Кнапс [34], и на этом основании, в процессе творческого спора с И. Мунх-Петерсенем, приступил к разработке специального метода расчета. Надо подчеркнуть, что 50-60-е годы XX столетия явились временем, когда исследователи приступили к прямой разработке методики расчета различных характеристик вдольберегового потока наносов.

В. В. Лонгинов [22] описывает закономерности вдольберегового перемещения наносов и динамики контура берега. Им предложен термин “нагрузка” вместо термина “мощность” у В. П. Зенковича. В. В. Лонгинов уделял большое внимание углу подхода волн к берегу  $\varphi^\circ$ , рассматривая результаты исследования других авторов. И на основе своих теоретических решений приводит таблицу полученных значений для различных углов уклона. Для понимания процесса влияния глубин и уклонов подводного склона на режим потока он разрабатывает понятие относительной глубины

моря. Для перехода от единичного сечения потока к его пространственной характеристике В. В. Лонгинов вводит понятие поперечной и продольной структуры расхода и потока наносов. Им же введено понятие условного фактора наносодвижущей способности силового потока.

С. А. М. Кинг [16] в своей монографии рассматривает эксперименты, наблюдения и количественное определение вдольберегового перемещения наносов в природных условиях зарубежных авторов в разных регионах. При этом она опиралась на разработки советских ученых, и прежде всего В. П. Зенковича, В. В. Лонгинова, Б. Ф. Добрынина и других, а также английских, американских, французских исследователей. К. Кинг проанализировала методы описания гранулометрического состава материала, которые обычно применяются для сравнения наносного материала, собранного в различных местах или в разное время, а также методику отбора проб. Она описала наблюдения сортировки пляжевого материала по нормали к берегу, параллельно берегу, пляжевые фестоны, а также упомянула о мощности подвижного слоя песка при волнении. Позже Ю. Д. Шуйский [31, 33] разработал понятие о “слое волновой переработки” и предложил его в качестве третьего измерения вдольберегового потока наносов, выполнил классификацию типов “слоя”.

Перемещению песчаных наносов уделял внимание также Н. А. Айбулатов [2, 3]. В своей ранней монографии автор рассмотрел механизм переноса песка вдоль берега при умеренных, значительных и сильных волнениях и связанные с ним микро- и мезоформы рельефа; описаны результаты наблюдения за взвешенным песком вдольбереговыми течениями. Рассмотренные зависимости концентрации взвесей от некоторых факторов позволило Н. А. Айбулатову [2] разделить подводный склон на 5 зон. Он также описал результаты наблюдений за скоростями переноса песка вдоль берега и объемами переноса в зависимости от крупности наносов [3]. Во время натурных экспериментов с помощью меченых наносов-индикаторов этот автор установил основные трассы движения максимального количества наносов вдоль берега и на разных глубинах.

Изложенные здесь взгляды различных авторов на процессы движения наносов, в т. ч. и в форме вдольберегового потока наносов, привели к появлению различных методов расчета. Причем, было принято целесообразным различать методы расчетов движения гравийно-галечных наносов и песчаных наносов. Наиболее перспективной предпосылкой, прототипом послужили представления Мунх-Петерсена—Кнапса. На основе этих предпосылок в начале 50-х годов XX века был разработан ветроэнергетический метод Н. Д. Шишова [30] (для песчаных наносов) и волноэнергетический метод А. М. Жданова [12] для (гравийно-галечных наносов). Наиболее перспективными были признаны волноэнергетические методы после того, как была численно доказанной абсолютно достоверная зависимость энергии волн от энергии ветра.

К середине 60-х годов возник довольно большой ряд методов. Это заставило В. В. Лонгинова [23] выполнить их критический обзор. В итоге он был вынужден сделать вывод, что из всех “ветроэнергетических” ме-

тодов наиболее полон и строг метод советского инженера Р. Я. Кнапса [17] с дополнениями немецкого ученого К. Фольбрехта. Расчетная формула Р. Я. Кнапса дает завышенные значения вдольбереговой наносодвижущей силы  $T_{рез}$  и при значениях  $\varphi \approx 45^\circ$ . В. В. Лонгинов подчеркивает: “С энергетической точки зрения формула Кнапса достаточно правдоподобна, но, исходя из современных представлений о передаче энергии ветра волне, показатель степени при скорости ветра следовало бы повысить до 3,5. Что касается волноэнергетических методов, то для определения энергетической равнодействующей надежнее всего пользоваться схемой расчета, предложенной Б. А. Поповым...” (с. 74). Одновременно В. В. Лонгинов [22, 23] нашел, что метод И. А. Правоторова способен на крайне ограниченное применение и дает результаты небольшой достоверности.

Одновременно публикуется статья В. В. Лонгинова [24], излагающая разработанный новый ветроэнергетический метод оценки вдольбереговых перемещений наносов в береговой зоне моря. Автор предлагает расчет волновой или ветровой энергии по румбам, а затем по предложенным номограммам рассчитывается полнота потоков от каждого полурумба в намеченных точках морского берега. Это позволяет определить положительную и отрицательную вдольбереговые составляющие равнодействующей секундного потока энергии для данного пункта берега за расчетный отрезок времени: они выражаются в килоджоулях в секунду, или в киловаттах на погонный метр протяжения берега. Другие методы не столь эффективны, а часто пользование ими фактически невозможно.

Более простой вариант методики расчета перемещения наносов во вдольбереговом потоке предложил Д. Я. Бертман [6]. Он делит весь сектор морского горизонта на две части перпендикуляром, восстановленным на прямом отрезке береговой линии. Для левой и правой частей относительно перпендикуляра рассчитывается ветроволновая энергия либо в физических, либо в условных единицах для отдельного года или среднего года из большого множества лет. Алгебраическая сумма величин энергии дает значимое, которое указывает результирующий вектор ( $T_{рез}$ ) движения наносов либо в одну ( $+T$ ), либо в другую сторону ( $-T$ ) от перпендикуляра вдоль берега. Если полученные величины энергии одинаковы и алгебраическая сумма равна нулю, то очевидно, что сумма средних годовых волновых подвижек наносов равна средней сумме противоположных подвижек,  $T_{рез} = 0$ , а на изученном участке береговой зоны развивается режим поперечных миграций наносов. В данном случае, очевидно, речь идет о вдольбереговом потоке ветроволновой энергии. Впоследствии этот метод был усовершенствован соавторами Д. Я. Бертмана В. Б. Дроздовым и Ю. Д. Шуйским и получил название “метод БДШ”. Его применимость и достоверность расчетов были доказаны на примере береговой зоны Черного моря в районе пересыпи Сухого лимана [7].

Если известно количество наносов, которое перемещается единицей ветроволновой энергии на данном участке береговой зоны в одну и другую сторону, то рассмотренный метод Д. Я. Бертмана [6] можно применять для расчетов мощности (“нагрузки”) в абсолютном количестве. Один из вари-

антов такого преобразования был предложен Ю. Д. Шуйским [37]. Часть исследователей решила, что явление потока и порождающие его факторы изучены настолько широко, всесторонне и глубоко, что настало время регулирования потока и управления им [27]. Для этого авторы цитированной книги опираются на исследование взаимодействия вдольберегового потока с береговыми объектами, наносорегулирующей и наносозадерживающей способности бун, прорезей, волноломов, на исследование явления пропуска наносов через (сквозь) искусственные препятствия, их волногасящей способности. Такие исследования непосредственно касаются режима вдольбереговых потоков наносов, часто служат для оценок ряда характеристик потоков, отражают эффективность берегозащитных сооружений в соответствии с окружающими физико-географическими условиями.

О. К. Леонтьев, Л. Г. Никифоров и Г. А. Сафьянов [21], как и ранее П. К. Божич, изложили свое представление о вдольбереговом перемещении наносов на пляже и в виде вдольберегового донного перемещения. Используются схемы В. П. Зенковича, наблюдения А. Т. Владимирова, В. В. Лонгинова, Н. А. Айбулатова, Д. Я. Бергмана, Н. Д. Шишова. Приведены примеры конкретных замеров скорости перемещения гальки на пляже вдоль берега и движение песчаных частиц. Рассмотрены подвижные микроформы рельефа, даны основные характеристики потока наносов и расход наносов. Уделено внимание поперечной и продольной структуре потока [21].

Н. А. Аркадьев и Л. Н. Куляшин [4], В. З. Аверин и др. [1] описывают процесс возникновения вдольберегового потока наносов. Они повторяют уже известное, что оптимальная величина вдольберегового переноса для береговой зоны достигается при угле подхода волны к линии берега близком  $45^\circ$ , точнее:  $\varphi \approx 37-42^\circ$ , на что указывают ранее, например, Р. Я. Кнапс и В. В. Лонгинов. Рассмотрено движение частиц разной крупности, движение осадка на подводном склоне, влияние волновых вдольбереговых течений на перемещение наносов. Представлена и описана схема изменения очертаний аккумулятивного берега под воздействием длительного волнения одного направления. Указаны параметры вдольберегового потока наносов.

Исходя из изложенного, становится понятным, почему ряд авторов обращается прежде всего к методу Р. Я. Кнапса [17, 23] как наиболее соответствующему условиям береговой зоны с песчаными наносами на Черном море. В результате многолетних исследований вдольбереговых потоков наносов на Черном море были определены трассы потоков, участки их зарождения, транзита и разгрузки, величины мощности и емкости [32, 33]. При этом были применены методы: гидрометеорологический, литологический, петрографо-минералогических индикаторов, геоморфологический, динамики рельефа возле естественных и искусственных препятствий.

Практически все авторы различных методов исследования вдольбереговых потоков наносов указывают на окружающие физико-географические условия. Они стараются учесть ветровой режим, волновой режим, режим волновых течений в береговой зоне морей, контуры береговой линии, ук-

лоны подводного склона, насыщение наносами береговой зоны, состав наносов и др., как это делает Р. Я. Кнапс.

*Условия развития вдольбереговых потоков наносов.* Анализ имеющейся информации о природе береговой зоны, определений и понятий о потоках наносов позволил нам сформулировать следующее определение. *Вдольбереговой поток наносов* — это алгебраическая сумма двухсторонних миграций наносов за многолетний период, перемещаемых вдоль береговой линии по пляжу и подводному склону под действием волн и волновых течений за единицу времени (год). Движение наносов во вдольбереговых миграциях является прерывистым, разнонаправленным, а “поток” складывается из множества подвижек, соответствующих отдельным волнениям, которые разделены периодами тихой погоды в течение различных сезонов года. Энергетическое состояние береговой зоны как главный фактор направления движения наносов во вдольбереговом потоке определяет О. Я. Кнапс [19].

На берегах узких бухт подвижки бывают однонаправленными. На открытых выровненных берегах они могут иметь и прямое, и противоположное направления. В зависимости от уклонов коренного ложа и наличия наносов той или иной крупности, наносной материал потока может занимать или всю ширину подводного берегового склона и пляжа, или только часть их. На многих берегах наблюдается преобладающее и непрерывное результирующее вдольбереговое перемещение наносов в какую-либо одну сторону. Для этого необходимы три условия:

а) годовая равнодействующая волнового режима должна быть ориентирована под острым углом к данному протяжению берега;

б) в береговой зоне должен быть достаточно большой запас наносов или их постоянное поступление вдоль берега, при продольном перемещении из источников питания;

в) перед берегом должен располагаться достаточно отлогий подводный склон, а контур береговой линии должен быть относительно ровным, без бухт и вогнутостей.

В случае, когда волновая энергетическая равнодействующая ориентирована по нормали к берегу, при действии волнения переменного направления происходят отдельные штормовые подвижки (миграции) вдоль берега. Алгебраическая сумма этих подвижек в одну и другую сторону за большой промежуток времени равна нулю. Это значит, что на таких участках вдольбереговой поток наносов трансформируется в “режим поперечных миграций наносов”, а основными источниками наносов являются донные.

Потоки и миграции наносов существенно влияют на развитие береговой линии, а также имеют большое практическое значение (заносимость портов, активное берегоукрепление, прокладка трубопроводов и кабеля связи). Протяжение потоков наносов может достигать сотен и даже тысяч километров. Ширина потока наносов колеблется от шторма к шторму, а также под влиянием уклонов подводного склона: чем сильнее шторм и меньше уклоны, тем шире поток. Толщина слоя волновой переработки меняется не только от шторма к шторму, но и вдоль кривой поперечного

профиля, вдоль берега и в зависимости от сложности кривой профиля. Вся масса наносов во вдольбереговом потоке приходит в движение только во время самых сильных штормов, а при этом представляет собой отдельную штормовую подвижку. При слабых волнениях ширина потока (отдельной подвижки) наносов уменьшается, но это явление временное: увеличение размеров штормовых волн ведет к росту ширины потока, уменьшение размеров — к снижению. В общем, каждая штормовая подвижка наносов индивидуальна.

Р. Я. Кнапс [18, 19] предупреждает о недопустимости искажать физическую сущность вдольбереговых потоков наносов. Скажем, в расчетных формулах изменение кубовой степени скорости ветра лишает возможности учесть энергетическую мощность потока. Если в расчетную формулу вводится еще какой-либо член, включающий скорость ветра, то полезно не объединять его с членом мощности. Или взять длину разгона. Если ее не принимать в расчет, то в формуле уже не будет представлена энергия водной среды, а остается лишь энергия движущейся массы воздуха. Считаем важным подчеркнуть, что длина разгона вводится в расчеты в степени 0,33.

В связи с индивидуальностью каждой подвижки и ее отличиями от других, мы предлагаем такое их деление:

I. Подвижки, в сумме составляющие все равно какую мощность (т. е. количества движущихся наносов) в течение года движутся только в одном направлении. В этом случае мощность обусловлена всеми запасами наносов в береговой зоне, поскольку алгебраическая сумма подвижек  $\Sigma$  оказывается вся в пользу одностороннего перемещения, т. е. 100% перемещаются в одном направлении.

II. Режим поперечных миграций — обусловлен либо доминирующей подачей наносов с подводного склона при несущественном вдольбереговом перемещении наносов, либо одинаковыми суммами подвижек наносов в одну и другую сторону вдоль берега ( $\Sigma_{\text{алг}} = 0$ ) в среднем за многолетний период. При этом не имеет значения мощность (“нагрузка”) потока.

III. С одной стороны  $A$  вдоль берега движется наносов больше, чем от противоположной  $B$ , равно как и возможна более высокая годовая сумма подвижек наносов со стороны  $B$  в сторону  $A$ . В обоих случаях четко выражается вдольбереговой поток наносов, когда сумма отдельных штормовых миграций  $\Sigma_A > \Sigma_B$  или  $\Sigma_B > \Sigma_A$ .

**Характеристики потоков наносов.** Поток наносов имеет основные характеристики, к которым относят ёмкость, мощность, степень насыщения, протяженность (длину), ширину, толщину слоя волновой переработки, состав наносного материала [15, 17, 18].

Ёмкость — максимальное количество наносов, которые волны и течения в составе отдельных подвижек потенциально способны перемещать вдоль данного участка берега в единицу времени (в среднем за год). Ёмкость отдельных подвижек зависит от энергии и направления действия волн, подходящих к берегу и соответственно к каждому данному горизонту подводного склона. Ёмкость максимальна, когда луч волны образует угол  $\varphi \approx 45^\circ$  с линией, касательной в данной точке берега и падает как при уменьше-

нии, так и при увеличении этого угла. Изучая среднюю ёмкость потока за длительный срок, мы должны иметь дело с величиной энергетической равнодействующей волнового режима  $E$  (в условных или абсолютных единицах энергии) и её направлением. Понятие ёмкости потока соответствует величине равнодействующей наносодвижущих сил.

Степень насыщения наносами: поток является насыщенным, если волны имеют возможность захватить все то количество наносов, которое они в состоянии перемещать, и на перемещение наносов тратятся все 100% волновой энергии. Это возможно при том, что вся береговая зона сложена достаточно мощной толщей наносов, и волны не в состоянии соприкоснуться с подстилающими коренными породами как на берегу (с клифом), так и на подводном склоне моря (с бенчем).

При дефиците нагрузки первая часть волновой энергии исключается из перемещения наносов, например, тратится на абразию или на преодоление искусственных сооружений. Вторая часть энергии волн может тратиться на разрушение обнаженного берега или коренных пород на подводном склоне. Третья, наименьшая часть энергии, задействуется на перемещение наносов, но бывает, что и эти затраты не наблюдаются по причине отсутствия наносов. Локальные участки бенча на дне или в зоне заплесков волн всегда служат показателем ненасыщенного потока. В зависимости от местных условий (уклонов дна и запасов наносного материала разной крупности) отдельные подвижки наносов могут быть на одних глубинах насыщенными, а на других — иметь дефицит нагрузки или вовсе отсутствовать. В общем, чем больше наносов вовлекается в подвижки и вдольбереговой поток в целом, тем меньше дефицит нагрузки.

Мощностью (нагрузкой, по В. В. Лонгинову [22, 24]) вдольберегового потока называют реальное, действительное количество наносов, проходящее через данное поперечное сечение береговой зоны в единицу времени (обычно год), независимо от того, является поток насыщенным или нет. Он представляет собой значимую алгебраическую сумму отдельных штормовых подвижек наносов в течение года относительно поперечного профиля сечения [6, 7].

Если под влиянием каких-либо причин падает ёмкость потока (наносодвижущая энергия волнового поля), имеющего дефицит нагрузки, то его насыщенность увеличивается при сохранении той же мощности [32, 33]. Если же падает ёмкость насыщенного потока, то волны не в состоянии перемещать прежнее количество материала. Как следствие, часть наносов выпадает из потока, аккумулируясь на подводном склоне или у берега. При этом соответственно уменьшается и мощность потока, хотя он продолжает оставаться насыщенным.

Если возрастает энергия волнового поля насыщенного потока, то, при наличии достаточного количества наносов на пляже и подводном склоне, поток может оставаться насыщенным, но увеличивает свою мощность. Если же количество береговых наносов ограничено, их мало, то возникает дефицит нагрузки, и часть энергии волн может тратиться на абразию клифа и бенча, на истирание.

Различаются: протяженность отдельной подвижки наносов и длина вдольберегового потока наносов. Протяженность штормовой подвижки наносов (длина) — это в береговой зоне наибольшее расстояние, которое физически может пройти вся масса наносов от места её вовлечения в движение уже сформированного потока и до точки окончательной аккумуляции перемещаемого материала во время одного шторма. Алгебраическая сумма длин подвижек относительно поперечного профиля в течение действия суммы штормов противоположного направления вдоль морского берега создает эффективную область вдольберегового потока, которая может быть меньше или равной длине потока. Фактическая длина вдольберегового потока ограничивается непропусками наносов, выступами морского берега, перед которыми происходит полная разгрузка потока, участками, на которых величина  $+T_{рез}$  меняется на  $-T_{рез}$  (участок разгрузки и аккумуляции) и  $-T_{рез}$  на  $+T_{рез}$  (участок зарождения потока и доминирования абразии). Протяженность потока связана с границами вдольбереговой литодинамической ячейки [31]. Некоторая трудность в её определении возникает чаще всего на участке зарождения потока.

Вся протяженность вдольберегового потока наносов делится на:

- Участок зарождения потока — характеризуется преобладанием двухсторонних миграций наносов, дефицитом нагрузки, распространением абразионных форм рельефа, эфемерными (карманными пляжами), большими скоростями абразии бенча и клифа; преобладающим поступлением наносов в поток;

- Участок транзита — несмотря на наличие двухсторонних миграций наносов, сохраняется общий дефицит нагрузки потока, распространены абразионные формы рельефа; доминируют пляжи хотя и неширокие, но имеют сплошное распространение, скорости абразии могут быть большими. На некоторых участках в результате изменения уклонов дна возможна частичная разгрузка потока в виде аккумулятивных форм рельефа и нарастания береговой линии. В целом за многолетний период приход наносов с соседних участков равен расходу.

- Участок разгрузки потока и аккумуляции прибрежно-морских наносов. Здесь преобладает однонаправленное перемещение наносов, поток насыщен, мощность максимальна, в результате падения емкости распространены аккумулятивные формы рельефа, отмечается прогрессирующее выдвигание береговой линии.

- Протяженность потока обычно легко поддается определению при геоморфологических и литологических исследованиях. Вдоль ровных берегов она может достигать сотен и даже тысяч километров. Наоборот, изрезанные бухтовые и лопастные берега обычно имеют много коротких потоков, направленных от мысов к вершине бухт или от мыса к мысу. Берега с неровным контуром представляют в этом отношении наибольшую сложность. Незначительные изменения направления береговой линии вызывают в таких местах иногда явления дивергенции (расхождения) и конвергенции (схождения) потоков.

• Состав наносного материала в составе потоков может быть самым разнообразным, от тонкого песка до валунов. Существуют даже илстые потоки наносов, в условиях как приливных, так и неприливных морей [14, 15, 28]. Состав может меняться по протяжению берега в результате дополнительного питания потоков, на отдельных участках, отличаться на пляже по сравнению с подводным склоном, а также могут истираться относительно грубозернистые наносы.

Наибольшей мощностью обладают илстые потоки наносов — от сотен тысяч и до миллионов  $\text{м}^3/\text{год}$ . Меньшую мощность имеют песчаные потоки наносов, она чаще всего колеблется от нескольких десятков до сотен тысяч  $\text{м}^3/\text{год}$ . Еще меньшей мощностью обладают галечные потоки наносов — порядка десятков тысяч  $\text{м}^3/\text{год}$ . Примерно такой же мощностью характеризуются и ракушечные потоки наносов. Таким образом, коэффициент полезного действия волн на песчаных берегах примерно на порядок выше по сравнению с илстыми наносами, но на порядок ниже по сравнению с гравийно-галечными и ракушечными потоками. Это объясняется тем, что песок приходит в движение при несравненно меньших скоростях движения воды, а подводный склон на них бывает значительно шире. Смешанные берега (песчано-галечного состава) дают промежуточные величины мощности.

На песчаных берегах максимальное количество наносов (максимальная мощность) в потоке движется в зоне максимального разрушения волн, в основном на глубинах от 2–3 м до 5–8 м, реже — на глубинах до 15–20 м. Песок взмучивается преимущественно волновыми давлениями, а перемещается под действием волновых течений [2, 3, 17, 19, 22]. На галечных берегах максимальное количество наносного материала перемещается у уреза в зоне разрушения прибойного потока крупной штормовой волны. Галечные и гравийно-галечные наносы движутся в основном под действием прибойного потока штормовой волны (высота  $h_0$ ), в узкой полосе пляжа и подводного склона, начиная от глубины окончательного обрушения ( $H_{обр} \approx 0,7-0,8 h_0$ ) и выше.

**О направлениях потоков наносов.** Для определения направления движения наносов в береговой зоне морей нужно использовать не один, а комплекс некоторого множества методов [15, 23, 24, 32]. Наиболее достоверные результаты достигаются множеством следующих методов, принятых в береговедении.

1. Гидрометеорологические (“ветроэнергетические”) — прогноз направления вдольберегового перемещения наносов осуществляется по данным о ветровом режиме береговой зоны. Для этого производится расчет  $+T$ ,  $-T$  и  $T_{рез}$ . Наиболее распространенными являются методы Р. Я. Кнапса; Н. Д. Шишова; Д. Я. Бертмана, В. Б. Дроздова, И. В. Шкарупо.

2. Волноэнергетические — прогноз вдольберегового перемещения наносов ведется по данным о волновом режиме побережья, и важнейшими также являются расчеты результирующего вектора вдольбереговой составляющей  $T_{рез}$ . Наиболее достоверные результаты дают методы А. М. Жданова и В. В. Лонгинова.

3. Петрографический — применим на галечных берегах и суть его сводится к выявлению и прослеживанию какой-либо породы-индикатора или же к изучению соотношений содержания обломков несколько достаточно резко различающихся пород. Этот метод впервые разработан и применен на Кавказском побережье Черного моря Ю. С. Кашиным, а позже — группой исследователей под руководством А. Г. Кикнадзе.

4. Минералогический — путем изучения минералогического состава наносов выделяется характерный комплекс тяжелых минералов и прослеживается его распространение вдоль берега. Именно такой метод был применен Е. Н. Невеским на Каспийском море, В. Г. Ульстом, Ю. Д. Шуйским и В. Р. Бойнагряном на Балтийском море, Ю. П. Хрустальевым на Азовском море, Л. И. Пазюком и Л. В. Ищенко на Черном море.

5. Метод искусственной индикации (метод люминофоров). Отобранный в береговой зоне песчаный материал окрашивается люминофорами и выбрасывается в районе исследования. Спустя определенное время отбираются пробы и определяется количество окрашенных частиц. По ним несложно вычисляется генеральное направление движение наносов вдоль морского берега. Этот метод был применен Н. А. Айбулатовым, И. Ф. Шадриним, Е. Н. Егоровым, Д. Я. Бертманом.

6. Морфологический (“морфометрический”) метод — производится анализ облика, строения, соотношения береговых абразионных и аккумулятивных форм рельефа, ориентировка аккумулятивных форм и составляющих их элементов относительно береговой линии. Направление потока наносов оценивается по экспозиции аккумулятивных форм, по степени их совпадения с результирующим вектором  $E$  и вдольбереговой наносодвижущей силой  $T_{рез}$ , с распределением гранулометрических и минералогических характеристик, с расположением источников наносов, с алгебраической суммой отдельных штормовых подвижек наносов.

Рассмотренные методы исследования вдольбереговых потоков наносов дают наибольший эффект, если они применяются в комплексе друг с другом.

## **Выводы**

1. Необходимость в описаниях и исследованиях движения наносов имеет давнюю историю, поскольку данный вопрос необходим для освоения хозяйственного использования морских берегов. Исследования привели к формулировке явления вдольберегового потока волновой энергии и потока наносов. Затем последовали разработки методов расчета отдельных характеристик потоков наносов. Было выполнено районирование потоков и классификации их структуры по разным признакам.

2. Вдольбереговое перемещение потока наносов является одним из основных факторов формирования и изменения рельефа береговой зоны. Два главнейших типа рельефа, абразионный и аккумулятивный, тесно связаны между собой именно вдольбереговыми потоками и поперечными миграциями наносов, действующими синхронно. По составу наносов

различаются три основных вида потоков: илистые, песчаные и гравийно-галечные.

3. Составляющими элементами вдольбереговых потоков являются отдельные штормовые миграции наносов. Они характеризуются количеством наносов, вовлеченных в движение одним штормом определенной “силы” (количеством энергии) и направления вдоль берега. В течение года бывает некоторое множество подвижек с различной силой и направлением вдоль берега. Подвижки имеют годовую ритмичность, а потому вдольбереговой поток рассчитывается в среднем за год.

4. Каждая подвижка может иметь размерность в виде  $m^3/шторм$  или  $m/шторм$ , а мощность вдольберегового потока наносов —  $m^3/год$  или  $m/год$ . Зная характеристики каждой подвижки, можно выполнять расчеты за декаду, месяц и сезон года. Обычно расчеты ведутся для одной вдольбереговой ячейки, в пределах которой развивается один вдольбереговой поток наносов.

5. Каждый вдольбереговой поток наносов имеет различные участки — зарождения, транзита и разгрузки, а характеризуется емкостью, мощностью и дефицитом нагрузки. Основными его элементами являются направление действия, мощность и совокупность отдельных подвижек.

## Литература

1. Аверин В. З., Сидорчук В. Н., Сокольников Ю. Н. К расчету зоны формирования вдольбереговых потоков наносов // Геология побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах СССР. — 1968. — Вып. 2. — С. 100–108.
2. Айбулатов Н. А. Исследования вдольберегового перемещения песчаных наносов. — Москва: Наука, 1966. — 159 с.
3. Айбулатов Н. А. Динамика твердого вещества в шельфовой зоне. — Ленинград: Гидрометеоиздат, 1990. — 271 с.
4. Аркадьев Н. А., Куляшин Л. Н. Основы литодинамики и морфодинамики морских побережий. — Ленинград: Гидрометеоиздат, 1989. — 110 с.
5. Баском В. Волны и пляжи. — Ленинград: Гидрометеоиздат, 1966. — 280 с.
6. Бертман Д. Я. Некоторые результаты расчета перемещения наносов в прибрежной зоне моря // Развитие морских берегов в условиях колебательных движений земной коры: Сб. научн. трудов, отв. ред. А. Раукас. — Таллин: Валгус, 1966. — С. 218–221.
7. Бертман Д. Я., Шуйский Ю. Д., Шкарупо И. В. Характеристика движения морских наносов вдоль пересыпи Сухого лимана // Труды СоюзморНИИпроекта. — 1968. — Вып. 20 (26). — С. 143–148.
8. Божич П. К. К изучению движения береговых наносов Черного моря // Известия Центр. гидрометеорол. бюро. — 1927. — Вып. VII. — С. 13–33.
9. Божич П. К. Размыв морского берега в Гаграх // Ученые записки МГУ (Морские берега). — 1938. — Вып. 19. — С. 68–85.
10. Божич П. К., Джунковский Н. Н. Морские волнения и его действия на сооружения и берега. — Москва: Изд-во МСПМ, 1949. — 335 с.
11. Глушков В. Г. Фокусы действия прибоя // За рационализацию гидрологии: Сб. научн. трудов. — Ленинград: Изд-во ГГИ, 1934.
12. Жданов А. М. Определение энергетической равнодействующей волнового режима морского побережья // Известия АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. — 1951. — № 1. — С. 81–90.
13. Зенкович В. П. Образование аккумулятивных форм при изменении направления коренного берега // Доклады АН СССР. — 1945. — Т. 48. — № 5. — С. 343–345.
14. Зенкович В. П. Динамика и морфология морских берегов. — Часть 1. Волновые процессы. — Москва-Ленинград: Морской транспорт, 1946. — 496 с.

15. *Зенкович В. П.* Основы учения о развитии морских берегов. — Москва: Изд-во АН СССР, 1962. — 710 с.
16. *Кинг К. А. М.* Пляжи и берега. — Москва: Изд-во ИЛ, 1963. — 435 с.
17. *Кнапс Р. Я.* Перемещение наносов у берегов Восточной Балтики. — Рига: Латгипропром, 1965. — 27 с.
18. *Кнапс Р. Я.* // О применимости энергетического метода В. В. Лонгинова для расчета перемещения наносов на песчаных отмелях побережьях // Труды СоюзморНИИпроекта. — 1973. — Т. 34 (40). — С. 117–125.
19. *Кнапс Р. Я.* К определению характеристик энергетического состояния берегового склона // Исслед. динамики рельефа морских побережий: Сб. научн. трудов. Под ред. В. П. Зенковича и Л. Г. Никифорова. М.: Наука, 1979. — С. 70–80.
20. *Костенко Н. П.* Геоморфология. — Москва: Изд-во МГУ, 1999. — 383 с.
21. *Леонтьев О. К., Никифоров Л. Г., Сафьянов Г. А.* Геоморфология морских берегов. — Москва: Изд-во Московского унив., 1975. — 336 с.
22. *Лонгинов В. В.* Динамика береговой зоны бесприливных морей. — Москва: Изд-во АН СССР, 1963. — 346 с.
23. *Лонгинов В. В.* Обзор методов расчета вдольберегового перемещения наносов в береговой зоне моря // Труды СоюзморНИИпроекта. — 1966. — № 14 (20). — С. 40–81.
24. *Лонгинов В. В.* Энергетический метод оценки вдольбереговых перемещений наносов в береговой зоне моря // Труды СоюзморНИИпроекта. — 1966а. — № 12 (18). — С. 13–28.
25. *Пешков В. М.* Галечные пляжи неприливных морей: основные проблемы теории и практики. — Краснодар, 2005. — 444 с.
26. *Пышкин Б. А.* Вопросы динамики берегов водохранилищ. — Киев: Изд-во АН УССР, 1963. — 332 с.
27. *Пышкин Б. А., Цайтц Е. С., Сокольников Ю. Н.* Регулирование вдольберегового потока наносов. — Киев: Наукова думка, 1972. — 136 с.
28. *Руководство по методам исследований и расчетов перемещения наносов и динамики берегов при инженерных изысканиях* // Под ред. Н. М. Костяницына, Л. А. Логачева, В. П. Зенковича. — Москва: Гидрометеиздат, 1975. — 240 с.
29. *Стоян А. А.* Об истории формирования современного береговедения // Людина і довкілля. — 2005. — Вип. 7. — С. 51–61.
30. *Шишов Н. Д.* Метод расчета мощности потока (объема) песчаных наносов в морях и больших озерах // Труды СоюзморНИИпроекта. — 1956. — № 3. — С. 47–53.
31. *Шуйский Ю. Д.* Баланс наносов в береговой зоне и значение его исследования // Проблемы развития морских берегов: Сб. научн. трудов. Отв. ред. Н. А. Айбулатов. — Москва: ИОАН СССР, 1989. — С. 17–22.
32. *Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В.* Режим вдольбереговых потоков наносов в северо-западной части Черного моря // Известия Всес. Географич. Об-ва. — 1983. — Т. 115. — Вып. 5. — С. 420–429.
33. *Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В.* Экзогенные процессы развития аккумулятивных берегов в северо-западной части Черного моря. — Москва: Недра, 1989. — 198 с.
34. *Knaps R. J.* Prüfung der Formel von Munch-Petersen über Materialwanderung an der Lettischen Küste // Volume VI Balt. Hydrologische Confer. — Berlin: Springer Publ. Kom., 1938. — S. 60–103.
35. *Munch-Petersen T.* Über Materialwanderung an Meeresküsten // Volume Hydrol. Konferenz der Baltischen Staaten. — Helsinki: Akad. Sci., 1936.
36. *Johnson J. W.* Dynamics of nearshore sediment movement // Bull. of American Association Petrol. Geologists. — 1956. — Vol. 40. — № 98. — P. 935–950.
37. *Shuisky, Yu. D., Schwartz, M. L.* Basic principles of sediment budget study in the coastal zone // Shore & Beach (USA). — 1983. — V. 51. — № 1. — P. 34–40.

**Ю. Д. Шуйський, Г. В. Вихованець, Л. В. Орган**

Кафедра фізичної географії та природокористування,  
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

## **ДО ПИТАННЯ ПРО РЕЖИМ УЗДОВЖБЕРЕГОВОГО РУХУ НАНОСІВ У БЕРЕГОВІЙ ЗОНІ МОРІВ**

### **Резюме**

Виконаний аналіз бібліографічних джерел, що присвячені результатам дослідження берегової зони моря та літодинамічних процесів в її межах. Звернуто увагу на поняття про уздовжбереговий потік наносів, виконано аналіз його режиму. Визначено 5 провідних характеристик потоків наносів: потенційна ємність, ступінь насичення, тужня, довжина (ділянки започаткування, транзиту, акумуляції), склад осадового матеріалу. Представлено стисле викладення методів дослідження уздовжберегових потоків наносів.

**Ключові слова:** море, берегова зона, вздовжбереговий потік, рух, наноси.

**Yu. D. Shuisky, G. V. Vykhoanets, L. V. Organ**

Physical-Geography Department,  
National Mechnikovs University of Odessa,  
2, Dvoryanskaya St., Odessa-82, 65082, Ukraine

## **ABOUT ALONGSHORE DRIFTING REGIME IN A COASTAL ZONE OF A SEA**

### **Summary**

Analysis of bibliography was accomplished according to research the coastal zone of the sea, sediment movement especially. Different parameters ( $E$ ,  $A$ ,  $B$ ,  $+T$ ,  $-T$ ) of alongshore drift currents was analysed. In boundaries of one alongshore sediment flow three basic sites were distinguished: conception site, transit site and accumulation site. Composition of shore sediment was researched. Short characteristics of different methods (wind-energetic and wave-energetic) were representated and elaborated.

**Key words:** coastal zone, drifting, sediment, sea, shore slope, site, wind, wave.

# **ГЕОЛОГІЧНІ НАУКИ**



<sup>1</sup>Є. Г. Коніков, д-р геол.-мін. наук, проф.,

<sup>2</sup>В. Г. Тюреміна, канд. геол.-мін. наук, головний гідрогеолог,

<sup>3</sup>В. В. Дупан, аспірант,

<sup>4</sup>Д. С. Недбаєва, студентка,

<sup>5</sup>Г. С. Педан, канд. геол. наук, доц.

<sup>1,3,4</sup> Проблемна науково-дослідна лабораторія інженерної геології узбережжя моря, водосховищ та гірських схилів Міжгалузевого навчально-наукового центру георухеології, морської та екологічної геології, Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

Одеса, Шампанський пров., 2, геолого-географічний факультет,

<sup>1</sup>konikov2006@mail.ru, <sup>3</sup>geo1970@pochta.ru, <sup>4</sup>kyoblack@rambler.ru;

<sup>2</sup> Державне регіональне геологічне підприємство “ПричорноморДРГП”, Одеса, вул. 25-ї Чапаївської дивізії, 5;

<sup>5</sup> кафедра інженерної геології та гідрогеології Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, <sup>5</sup>pedan2003@mail.ru.

## УМОВИ ФОРМУВАННЯ РЕЖИМУ ПІДЗЕМНИХ ВОД ПІД ВПЛИВОМ ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ ЧИННИКІВ У МЕЖАХ ПРИДНІСТРОВСЬКОГО ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО РАЙОНУ (ОДЕСЬКА ОБЛАСТЬ)

Представлені результати дослідження процесу формування режиму ґрунтових вод на підставі аналізу даних моніторингу за підземними водами, який здійснює державне підприємство “ПричорноморДРГП”. На прикладі Придністровського гідрогеологічного району за допомогою методів математичної статистики (крос-кореляційний, регресійний та спектральний аналізи) встановлено закономірності та особливості формування режиму підземних вод під впливом природних (кліматичних) та техногенних факторів.

**Ключові слова:** ґрунтові води, режим рівня, атмосферні опади, температура повітря, водозабори, зрошувальні системи.

### Вступ

Південна частина України знаходиться в умовах нестачі водних ресурсів. Територія Одеської області не виняток у цьому сенсі. Більшість населених пунктів області, особливо в сільській місцевості, використовує для питних та технічних нужд підземні води: ґрунтові (четвертинних, головним чином, та інших не напірних водоносних горизонтів) і міжпластові напірні.

За умовами формування режиму підземних вод південно-західна частина Одеської області розташована у Придунайському (22) та Татарбунарському (23) гідрогеологічних районах, остання, більша її частина — належить до Придністровського (24) та Бузько-Куяльницького (25) районів. В межах останнього виділені Балтський (25 а) та Тілігул-Куяльницький (25 б) підрайони (рис. 1) [3, 4].

Для подальшого вивчення був обраний Придністровський гідрогеологічний район.

В межах області режим підземних вод формується під впливом і за участю двох генетичних груп режимоутворюючих чинників — групи природних і групи техногенних чинників.

До першої відносяться кліматичні, геологічно-геоморфологічні і гідрологічні, до другої — відбір підземних вод для різних цілей, використання поверхневих вод для зрошувальних меліорацій, використання в сільсько-господарському виробництві мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин, скидання в геологічне середовище промислових і комунальних стоків і деякі інші чинники.

Режимною мережею охоплені як ґрунтові, так і міжпластові води в природних, слабо порушених і порушених умовах [5, 6, 8, 10, 12].

До складу комплексу кліматичних факторів, що тією чи іншою мірою визначають режим підземних вод, входять температура ґрунтового покриву і порід зони аерації, атмосферний тиск та опади.

Вплив геолого-геоморфологічних факторів на режим ґрунтових вод визначається через розчленованість рельєфу, глибину ерозійного врізу, густоту гідрографічної мережі, а також через геолого-тектонічну будову, що обумовлює глибину залягання рівня, гідравлічні ухили потоків, довжину шляху фільтрації ґрунтових вод, а звідси й особливості їх багаторічного кількісного і якісного режиму.

*Метою роботи є:* дослідження особливостей формування режиму ґрунтових вод в залежності від різних природних та антропогенних факторів на прикладі території Придністровського гідрогеологічного району. У відповідності до поставленої мети вирішувались наступні основні завдання:

- вивчення природних умов (клімат, рельєф, гідрографія) та геолого-геоморфологічної будови району досліджень;
- аналіз даних моніторингових гідрогеологічних досліджень за рівнем ґрунтових вод;
- вивчення особливостей режиму ґрунтових вод у межах зрошувальних систем та в місцях зосереджених водозаборів;
- оцінювання впливу кліматичних факторів на режим ґрунтових вод.

Для вирішення цих завдань використовувались фондові матеріали Державного геологічного підприємства “ПричорноморДРГП”, ін-ту “Укрпівденгіпродгосп”, підприємства “Бурвод” та інших [8, 9, 10, 11, 12]. Проведення моніторингових досліджень у регіоні покладено на ДРГП “ПричорноморДРГП”. Було проаналізовано 85 свердловин регіональної та місцевої режимних мереж (рис. 1).

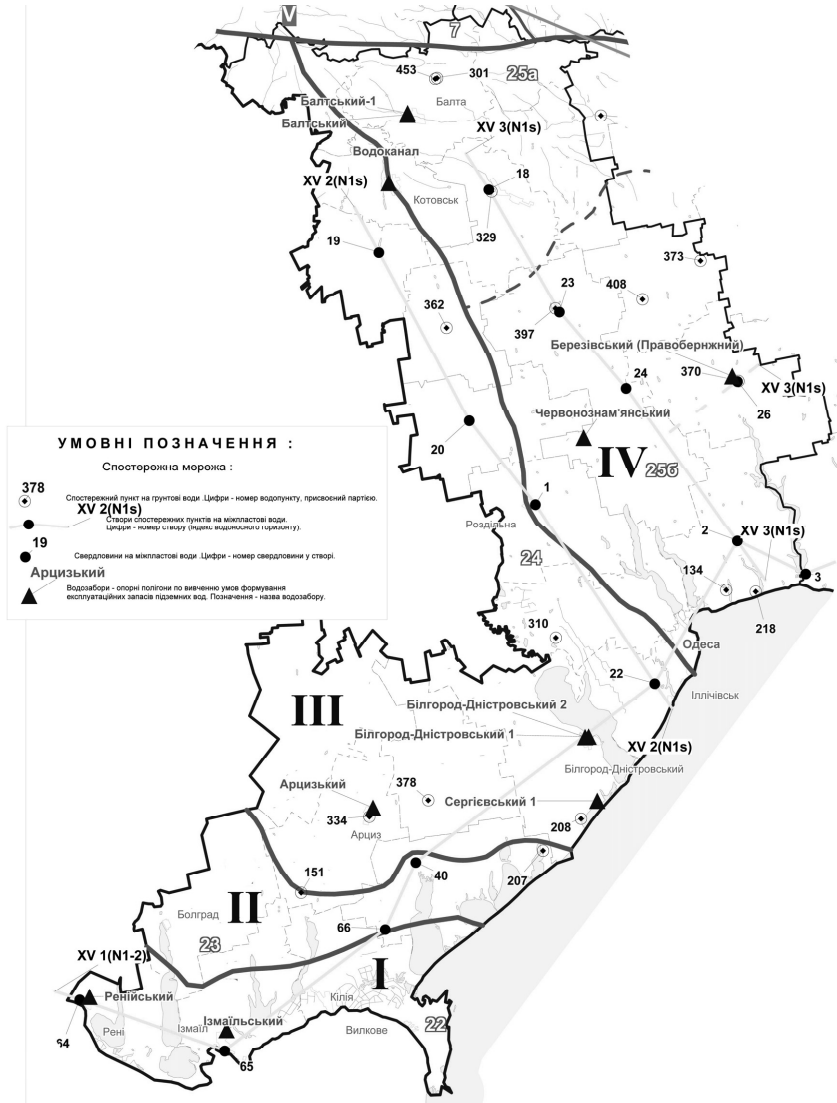


Рис. 1. Схема спостережної мережі за підземними водами [6, 8, 9]

### Загальна характеристика геолого-гідрогеологічних умов

Територія Придністровського гідрогеологічного району в адміністративному відношенні належить до Одеської області. Вона витягнута з півночі на південний захід та має вигляд широкої смуги, яка поширена вздовж середнього на нижнього Дністра і Дністровського лиману, на заході межує з республікою Молдова, на півночі — з Вінницькою областю, а на південному сході омивається Чорним морем (рис. 1).

До цього гідрологічному району входять частково, або повністю території Одеси, Іллічівська, Арцизький, Білгород-Дністровський, Кодимський, Котовський, Красноокнянський, Фрунзівський, Великомихайлівський, Роздільнянський, Біляївський, Овідіопольський, Тарутинський, Татарбунарський та Саратський райони (рис. 1).

Рельєф місцевості є одним з найважливіших природних елементів, що визначають характер та напрямок різних геологічних і гідрологічних процесів та явищ та їх зміни під впливом техногенезу. В районі зустрічаються різноманітні типи та форми рельєфу різного генезису — акумулятивні, ерозійні, денудаційні, просадні, техногенні та інші.

Значна частина території Одеської області розташована у межах Причорноморської низинної рівнини, у північну та північно-західну частину якої вклинюються відроги Подільської височини. Поверхня території переважно рівнинна, з загальним нахилом (0,62–1,25 м/км) у південному напрямку, до узбережжя Чорного моря. Абсолютні відмітки дуже розчленованого глибокими долинами річок, балок та ярів горбкуватого рельєфу північного-заходу та півночі становлять 240–280 м. Перевищення вододілів над місцевим базисом ерозії 100–130 м. Щільність яружно-балкової мережі від 0,4 до 2,5 км/км<sup>2</sup> [4].

Річкова мережа в районі належить до басейну Чорного моря. Провідна ріка цього району — Дністер; вона транзитом протікає по території району. Невеликі річки мають незначну довжину, маловодні, русла переважно замулені та слабо виражені. Долини річок широкі та глибокі, схили яких дуже порізані мережею балок та ярів, ускладнені сучасними геологічними процесами. Нахили річок незначні (від 0,8 до 1,6 м/км), течія повільна.

Мінералізація та хімічний склад річкових вод різноманітний. Найменша мінералізація спостерігається під час весняної повені (до 1–1,5 г/дм<sup>3</sup>), найбільша — у межень (1,2–5,5 г/дм<sup>3</sup>). За складом води від гідрокарбонатно-сульфатних кальцієво-магнієвих до хлоридно-сульфатних магнієво-натрієвих.

У геоструктурному відношенні територія знаходиться в північно-західній частині Причорноморської западини, накладеної на південний схил Українського кристалічного масиву. Границя зчленування Причорноморської западини і Українського щиту проходить по крайніх південних виходах на денну поверхню кристалічних порід у 25 км на північний схід. Кристалічний фундамент занурюється з північно-східної частини на південно-західну. На кристалічному фундаменті залягають неопротерозойські, крейдові та кайнозойські відклади. Сумарна товщина осадового шару від 40 до 250 м [7].

В структурно-гідрологічному плані територія в основному розташована в західній частині Причорноморського артезіанського басейну пластових вод. Північна частина території розташована в межах артезіанського басейну тріщинуватих підземних вод Українського кристалічного фундаменту [7].

Підземні води поширені у відкладах різного віку, генезису і літологічного складу. Територія характеризується достатньо потужною осадовою товщею верстуватих добре проникних відкладів (пісків, вапняків, мергелів)

та водотривких порід (глин, щільних мергелів). Розповсюдження глин середнього та нижнього сармату, а також балтських глинистих прошарків та верхньопліоценових червоно-бурих глин створює умови для утворення в осадовій товщі ряду водоносних горизонтів з напірними або безнапірними водами. Геолого-гідрогеологічні особливості території, розташованої в області живлення підземних вод, визначили наявність у підземній гідросфері значних ресурсів прісних вод [4, 8].

Район, що вивчається, є зоною ґрунтових вод лесових і алювіальних рівнин (центральна і південна підзони); територія недостатнього зволоження, переважно цілорічного живлення ґрунтових вод. Найбільш поширені ЛГГК — ґрунтові води у алювіальних відкладах та ґрунтові води у еолово-делювіальних відкладах (рис. 2) [3, 4].

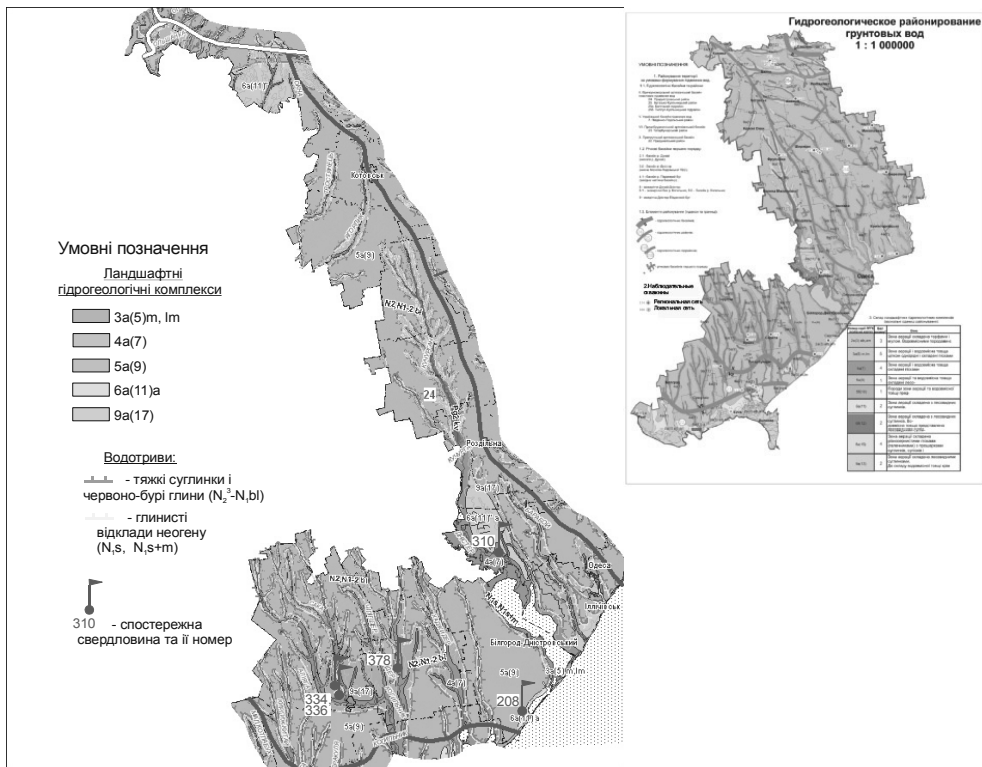


Рис. 2. Гідрогеологічні умови Придністровського гідрогеологічного району (24)

ЛГГК 3a(5), 4a(7), —  $m, lmQ_{I-IV}$ ,  $aQ_{I-III}$ ,  $a, adQ_{I-IV} + N_1$ , ґрунтові води у алювіальних відкладах надзаплавних терас Дністра, у межах України, мають незначне поширення. Водовмісними породами тут є дрібно- і середньозернисті пілуваті піски, які часто вміщують до 30% гальки і гравію. Потужність пісків від 0,5 м до 37 м. Дебіт колодязів змінюється від 0,2–0,3 до 3–5 л/с при зниженнях від 1,5 до 2,5 м. Води прісні і слабко солонуваті. Мінералізація змінюється від 0,6 до 3 г/дм<sup>3</sup>. Води різного складу, від

гідрокарбонатно-сульфатних, сульфатно-хлоридних, хлоридно-сульфатних магнієво-натрієвих до хлоридних натрієвих.

**ЛГГК 5а(9), 6а(11), 9а(17)** —  $vdQ_{1шт}$ ,  $N_2p$ ,  $N_2b$ ,  $N_1m$ , Ґрунтові води у еолово-делювіальних відкладах, які представлені легкими і пористими лесовидними суглинками, а також місцями важкими ущільненими, поширені на вододільних плато і положистих схилах долин річок і балок. Води від слабо солонуватих до солонуватих з мінералізацією від 1,3 до 6 г/дм<sup>3</sup>, з загальною жорсткістю 10–60 мг-екв. За хімічним складом ґрунтові води еолово-делювіальних відкладень прісні, сульфатно-гідрокарбонатні натрієво-кальцієві. При складних умовах інфільтрації, коли відбувається розчинення гіпсу, що утримується у лесах, утворюються сульфатно-хлоридні натрієво-магнієві води.

### **Характеристика мінливості рівнів підземних вод у межах потужних водозаборів**

Системою моніторингу підземних вод в Одеській області визначено вивчення умов формування експлуатаційних запасів підземних вод на 8 опорних полігонах, де експлуатуються родовища підземних вод (РПВ) [1, 2, 6, 9]: 1 — підземні води алювіальних плейстоцен — пліоценових відкладів р. Дунай — Ізмаїльське родовище (водозабори Ізмаїльського ВУЖКГ “Фортеця” і “Матроска”); 2 — Ренійське родовище (водозабір Ренійського ХП “Водоканал”); 3 — підземні води алювіальних верхньопліоценових відкладів р. Дністер — Софіївська ділянка Сергіївського родовища (водозабір Сергіївського ВУЖКГ); ділянка 1 Білгород-Дністровського родовища (водозабір КП “Білгород-Дністровськводоканал”); 4 — підземні води середньосарматського горизонту — Арцизьке родовище (водозабір Арцизького КП “Водоканал”); 5 — ділянка Правобережна Березовського РПВ (водозабір Одеської залізниці); 6 — Червонознам’янське РПВ (водозабір ЗАТ АПК “Южний”); 7 — ділянка 2 Котовського РПВ (водозабір Котовського цукрового заводу); 8 — Кодимське РПВ (водозабір Кодимського ВУВКГ).

В межах Придністровського гідрогеологічного району нас цікавлять тільки ті водозабори, що розташовані на досліджуваній території: Сергіївське РПВ, Білгород-Дністровське РВП, Арцизьке РПВ, Котовське РПВ та Кодимське РПВ.

Основна мета спостережень на стадії засвоєння родовища — це просторово-часовий контроль розвитку депресії напорів, зміни якості води і стану навколишнього природного середовища [2, 9].

У спостережний період (2001–2006) уточнення умов формування режиму підземних вод у порушених умовах проводилося на 7 родовищах. На Кодимському РПВ режимні спостереження не проводились і станом на 01.03.2006 р. цей водозабір виключений з переліку опорних полігонів державної системи моніторингу [6, 10].

**Білгород-Дністровське РПВ**, ділянка Білгород-Дністровська-1 в адміністративному відношенні розташоване між м. Білгород-Дністровський

та Шабо Білгород-Дністровського району Одеської області, на правому березі Дністровського лиману. Абсолютні відмітки поверхні змінюються від 30,0 до 40,0 м. Експлуатаційні запаси підземних вод в алювіальних верхньопліоценових ( $N_2^2$ ) відкладах затверджені у кількості 7,5 тис.  $m^3$ /добу. Водовмісні породи — різнозернисті піски з прошарками глини та інтенсивно обводненого гравійно-галечникового матеріалу. Підземні води безнапірні. За хімічним складом підземні води родовища переважно гідрокарбонатного кальцієвого типу з мінералізацією 0,3–0,9 г/дм<sup>3</sup>. Положення рівня підземних вод залежать від рівня води в Дністровському лимані (підтверджено даними розвідки). Амплітуда коливання рівня не перевищує 0,3 м. Розосереджений видобуток води у відносно невеликій кількості (1,1–1,3 тис.  $m^3$ /добу) дещо деформує поверхню водоносного горизонту без будь-якої односпрямованої тенденції, тобто водовідбір суттєво не впливає на рівень підземних вод. Після тривалої перерви в спостереженнях з 1992 р., свердловини № 561, 562 знищені; з 2000 р. розпочаті спостереження в свердловині № 25.

Родовище підземних вод **Сергіївське-1** в адміністративному відношенні розташоване в 1,5 км на схід від с. Софіївка Білгород-Дністровського району Одеської області на узбережжі Чорного моря. Абсолютні відмітки поверхні змінюються від 30,0 до 40,0 м.

Експлуатаційні запаси підземних вод в алювіальних верхньопліоценових ( $N_2^2$ ) відкладах затверджені у кількості 10,8 тис.  $m^3$ /добу. Водовмісні породи — різнозернисті піски — залягають на глибинах 34,0–38,0 м (абсолютні відмітки (а. в.) -5,0–0 м). Підземні води слабо напірні, величини напорів складають 5,0–8,0 м. Статичні рівні води фіксуються на глибинах 34,0–38,0 м (а. в. -2,0+2,0 м). За хімічним складом підземні води родовища сульфатно-хлоридного магнієво-кальцієвого типу з мінералізацією 1,2–1,3 г/дм<sup>3</sup>.

Систематичні режимні спостереження на Софіївському водозаборі проводяться протягом усього періоду експлуатації. Динаміка змін водовідбору та рівня підземних вод ілюструється нижченаведеними графіками (рис. 3).

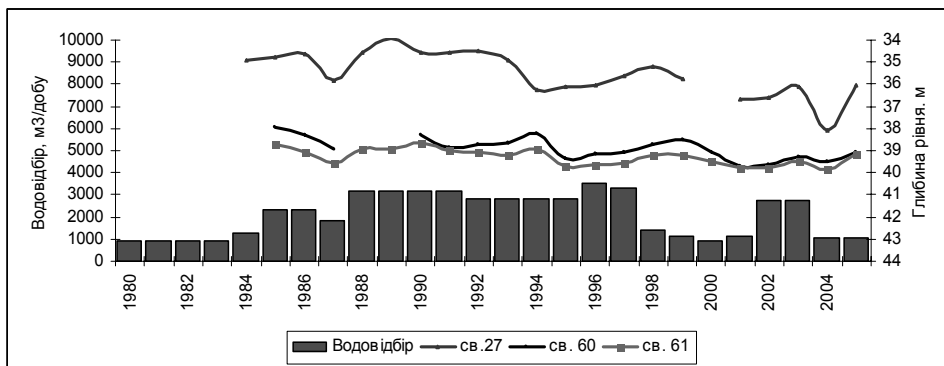


Рис. 3. Багаторічний хід мінливості рівня алювіальних підземних вод та водовідбір на ділянці в межах Софіївського водозабору

Результати спостережень показують, що коливання рівня залежать не тільки від експлуатаційного навантаження на цей водоносний горизонт. З 1985 р. спостерігається тенденція до зниження рівня підземних вод, можливо за рахунок зменшення інтенсивності живлення у вигляді висхідного перетікання з верхньосарматського водоносного горизонту (або можливість повної інверсії?). В районі м. Білгород-Дністровський та околиць відбулося експлуатаційне зниження напору (сформувалась п'єзометрична воронка). Загальне зниження рівня на родовищі з 1984 р. складає 0,4–2,3 м. Середня швидкість зниження 0,03–0,1 м за рік. Результати хімічних аналізів, виконаних як по спостережних, так і по експлуатаційних свердловинах, свідчать про стабільний якісний стан підземних вод за весь період експлуатації водозабору. Експлуатація Сергіївського родовища верхньопліоценових відкладів відбувається при стабільному режимі; тенденції до спрацювання напорів не спостерігається.

**Арцизьке РПВ** в адміністративному відношенні розташоване на західній окраїні м. Арциз Одеської області, в долині р. Когільник. Абсолютні відмітки поверхні змінюються від 15,0 до 35,0 м. Експлуатаційні запаси підземних вод у середньосарматських ( $N_{1s_2}$ ) відкладах затверджені у кількості 20,0 тис. м<sup>3</sup>/добу. Водовмісні породи — тріщинуваті оолітові вапняки — залягають на глибинах 164–168 м (а. в. –144––153 м). Підземні води високо напірні, величини напорів змінюються від 140,0 до 150,0 м. Статичні рівні води фіксуються на абсолютних відмітках 0,0 — 3,0 м. За хімічним складом підземні води родовища гідрокарбонатного натрієвого типу з мінералізацією 1,8–2,2 г/дм<sup>3</sup>. Якість підземних вод на родовищі не відповідає вимогам ДСТ щодо природного вмісту натрію та підвищеної мінералізації, але у зв'язку з відсутністю в районі прісних вод з мінералізацією до 1 г/дм<sup>3</sup> Одеська санепідемслужба дозволила використання підземних вод для господарсько-питного водопостачання населення.

Систематичні режимні спостереження на водозаборі проводились до 1992 р. За результатами спостережень з 1969 р. по 1982 р. рівень підземних вод в спостережній свердловині № 298 знизився на 33,0 м, що пов'язано з інтенсивним водовідбором. З 1983 р. по 1992 р. зниження рівня продовжується, але вже менш інтенсивно (з середньою швидкістю 0,5–1,0 м/рік). У зв'язку з виходом з ладу свердловини №298 (затампонована водокористувачем), спостереження проводяться у сврд. № 3 (7464), п'єзометричний рівень води у якій на 2005 рік фіксується на глибині 33,8 м, що у порівнянні з періодом початку експлуатації (1974 р.) на 5,87 м нижче, причому, картина мінливості рівня за період існування свердловини відсутня. Порівняння величин зниження рівня (33 м — сврд. № 298 у 1982 р. та 5,87 м — сврд. № 3, 2005 р.) в обох свердловинах, що знаходяться у зоні збудження водозаборів на різних точках п'єзометричних воронок і не мають набору значень рівня, які пересікаються у часі, не може бути зіставленими у повній мірі, але свідчать про те, що зниження рівня вже припинилося, можлива навіть тенденція до підвищення.

Суттєвих змін в макрокомпонентному складі підземних вод не відбулося. Слід відзначити, що з 2002 р. на Арцизькому водозаборі спостерігається підвищений вміст іону амонію (2,08–2,8 мг/дм<sup>3</sup>), що можна пояснити надходженням забруднюючих речовин через дефектні свердловини (на водозаборі з 9 свердловин працюють 6).

**Кодимське** родовище підземних вод в адміністративному відношенні розташоване в 1,5 км на південь від м. Кодима Одеської області. Експлуатаційні запаси підземних вод затверджені по 2-х ділянках: ділянка Залізнична (діючий водозабір залізниці), ділянка Кодимська-1 (водозабір консервного заводу) у кількості відповідно 2,160 та 6,740 тис. м<sup>3</sup>/добу. Водовмісні породи — середньосарматські (N<sub>1</sub>S<sub>2</sub>) тріщинуваті, кавернозні оолітово-черепашкові вапняки — залягають на глибинах від 20,0 до 35,0 м (а. в. — 140,0–160,0 м). Загальна товщина вапняків складає 35–45 м. Водонесний горизонт приурочений до зон підвищеної тріщинуватості вапняків. Глибина залягання покрівлі водонесного горизонту в залежності від гіпсометрії поверхні змінюється від 28,4 до 52,9 м (а. в. 135,95–138,67 м). Ефективна товщина 18,0–30,0 м. Підземні води безнапірні. За хімічним складом підземні води родовища гідрокарбонатного кальцієвого типу з мінералізацією 0,5–0,7 г/дм<sup>3</sup>. Санітарно-бактеріологічний стан води — добрий. Вміст токсичних мікроелементів та сполук не перевищує гранично допустимих. З 1980 р. по 2005р. водовідбір змінювався від 0,65 до 1,9 тис. м<sup>3</sup>/добу — (31–90% величини ЕЗПВ) (рис. 4).

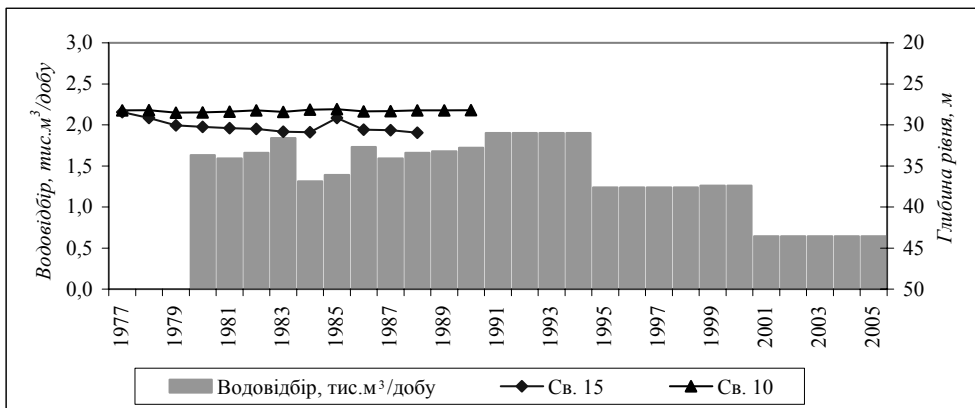


Рис. 4. Динаміка змін водовідбору та рівня підземних вод на Кодимському РПВ

Експлуатація родовища ведеться при сталому режимі. Будь-якої тенденції в рівневному режимі підземних вод не спостерігалось. Систематичні режимні спостереження за рівнем підземних вод на водозаборі велися тільки до 1991 р. Внаслідок неможливості організації спостережень водозабір виключено з переліку опорних полігонів.

За результатами кореляційного аналізу була встановлена пряма залежність між величинами відбору та рівнем підземних вод в сврд. № 15 та № 10. Коефіцієнти кореляції статистично значущі та дорівнюють 0,40 та

0,62, відповідно. Це протирічить очікуваним результатам. Можна припустити, що зростання рівня, а не його падіння, обумовлено інтенсифікацією водопритоку, тобто водопритік стимулюється водовідбором.

**Котовське РПВ** в адміністративному відношенні розташоване в 2,5–6 км на захід та південний захід від м. Котовськ, неподалік від сіл Любомирка, Коси та Гертопи Котовського р-ну Одеської області, в долині р. Ягорлик. Абсолютні відмітки поверхні змінюються від 90,0–110,0 м (в заплаві) до 130–140 м (на схилі). Експлуатаційні запаси підземних вод у середньосарматських ( $N_1s_2$ ) відкладах затверджені по категорії В у кількості: ділянка Залізнична (водозабір КЕЧ та залізниці) — 5,5 тис. м<sup>3</sup>/добу; ділянка Котовська 1 (водозабір м'ясокомбінату) — 0,8 тис. м<sup>3</sup>/добу; ділянка Котовська 2 (водозабір цукрового заводу та розвіданий) — 7,9 тис. м<sup>3</sup>/добу. Водовмісні породи — тріщинуваті оолітово-детритусові вапняки — залягають на глибинах від 18,0 до 53,0 м. Потужність обводненої товщі змінюється від 46 до 71 м. Підземні води на Залізничній ділянці родовища безнапірні, на ділянках Котовська 1 та 2 — напірні. Величини напорів змінюються від 2,0 до 15,0 м. Статичні рівні води фіксуються на глибинах 23–34 м (а. в. 82,0–92,0 м).

За хімічним складом підземні води родовища гідрокарбонатного кальцієвого та гідрокарбонатного магнієвого типу з мінералізацією 0,5–0,9 г/дм<sup>3</sup>. Слід відзначити, що в двох свердловинах, які належать ВЕП “Котовськводоканал” з 1997 р. і розташовані на ділянці Котовська 2, спостерігається підвищений вміст нітратів (48,6–68,6 мг/дм<sup>3</sup>), що може свідчити про незадовільний технічний стан свердловин. В інших свердловинах водозабору забруднення підземних вод не спостерігається. Погіршення якості підземних вод за рахунок змін хімічного складу чи забруднення за весь період експлуатації на ділянках Залізнична та Котовська 1 не спостерігається.

На ділянці Котовська 2 з вересня 2001 р. проводяться спостереження за рівнем підземних вод в свердловинах № 6, 7 цукрового заводу та відновлені спостереження у свердловині № 32 водоканалу. Амплітуда коливань рівня підземних вод не перевищує 0,15–0,20 м. Відзначається зменшення водовідбору по водозабору заводу: 897 м<sup>3</sup>/добу — 2001 р. і 203 м<sup>3</sup>/добу — 2003 р (в зв'язку з передачею водоспоживачів на баланс ПЕП “Котовськводоканал”) при збільшенні загального навантаження на ділянці родовища з 3,5 до 5,1 тис. м<sup>3</sup>/добу (2 свердловини ЗАК “Котовський цукровий завод” і лінійний водозабір з 4 свердловин ПЕП “Котовськводоканал” на відстані біля 1,5 км від водозабору заводу).

Результати режимних спостережень показують (рис. 5), що експлуатація Котовського родовища проводиться при стабільному режимі рівня. Коливання рівнів підземних вод відбувається без будь-якої односпрямованої тенденції навіть у періоди максимального експлуатаційного навантаження на водоносний горизонт, що свідчить про те, що весь водовідбір компенсується природними ресурсами основного експлуатованого горизонту (за рахунок скорочення природного розвантаження в алювій р. Ягорлик).

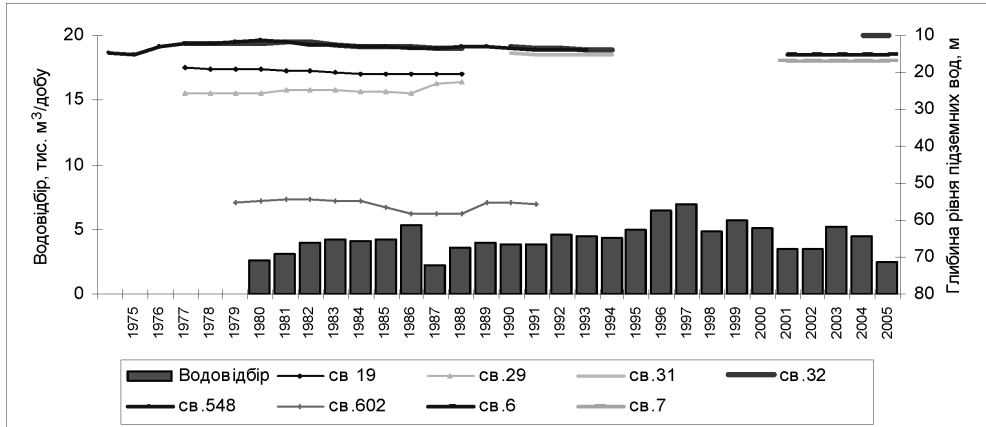


Рис. 5. Багаторічний хід мінливості рівня підземних вод та водовідбір групового водозабору на ділянці Котовська 2

Отже, результати спостережень свідчать про те, що всі значні водозабори області, які розташовані в межах родовищ підземних вод у даному гідрогеологічному районі, працюють у сталому гідродинамічному режимі. Зниження за останні роки експлуатаційного навантаження на водоносні горизонти сприяють підвищенню рівня підземних вод та відновленню експлуатаційних запасів підземних вод (ЕЗПВ).

Слід відзначити, що режимна мережа опорних полігонів є недостатньо інформативною для вирішення завдань оцінки достовірності параметрів водоносних горизонтів, визначених при розвідування, за даними режиму експлуатації та кількісної оцінки стану ЕЗПВ. У цьому напрямку потрібно провести додаткові роботи по розширенню спостережної мережі з визначення оптимальної кількості та місця розташування спостережних пунктів.

### Умови формування режиму ґрунтових вод у межах меліоративних систем

Природний режим ґрунтових вод визначається комплексом чинників, основними з яких є кліматичні і орогідрографічні умови, міра дренаваності, величина інфільтраційного живлення, водопроникність зони аерації. Але проведення водних меліорацій неминуче приводить до зміни гідрогеологічної обстановки. Особливо спостерігаються на масивах, такі, що характеризуються дуже слабкою природною дренаваністю. За ступенем природної дренаваності територія є, переважно, слабодренаваною. До дренаваних відносять лише схили річкових долин і високі тераси.

Територія, що вивчається, знаходиться в зоні, що характеризується короткочасним промерзанням ґрунтів на глибину до 0,5 м. Тип режиму ґрунтових вод — перехідний від сезонного до цілорічного їх живлення. Підтип режиму ґрунтових вод, залежний від вологезабезпеченості території, визна-

чається як підтип дуже малого живлення. В межах зрошуваних масивів виділяються терасові і вододільні види режиму [1, 5, 8, 12].

Створення зрошуваних масивів значно змінило гідрогеологічну обстановку території, порушило природну дренажність, що склалася, і режим ґрунтових вод. До основних режимоутворюючих чинників додався іригаційний, що зумовив розвиток типу режиму штучного живлення, його іригаційного підтипу.

Майже повсюдно при зрошуванні за рахунок додаткового водопостачання спостерігається поповнення запасів підземних вод зони активного водообміну, формування нових горизонтів ґрунтових вод і їх водно-солевого режиму. Багатолітнє вивчення динаміки гідрогеологічного середовища на зрошуваних масивах півдня України свідчить про практично повсюдний підйом рівня ґрунтових вод, інтенсивність приросту якого знаходиться в певній залежності від природних особливостей даної території і штучного водопостачання. Ці перетворення виражаються перш за все в підйомі рівня ґрунтових вод (місцями і міжпластових), зміні мінералізації і хімічного складу, формуванні нового режиму і балансу підземних вод.

Загальною тенденцією на зрошуваних масивах вододільного типу є постійне підвищення рівня ґрунтових вод, що залягають глибше 5 м. Природні коливання рівня ґрунтових вод в еолово-делювіальних відкладеннях у період інфільтрації атмосферних опадів на зрошуваних площах хоча і має місце, але мало помітні на фоні змін рівня, викликаного впливом зрошування. Під впливом зрошування дзеркало ґрунтових вод з року в рік підвищується, збільшується амплітуда коливань рівня, зростає швидкість його водоймища.

У природних умовах при змінному і малому живленні, дуже слабкому горизонтальному відтоку і порівняно глибокому заляганні ґрунтових вод коливання дзеркала ґрунтових вод незначні. Мінімальні рівні характерні для листопада-грудня, а максимальні для березня-червня. Загальний підйом рівня починається з лютого і триває до червня, а потім починається поступове його зниження. Найвищий рівень зазвичай спостерігається в квітні, найменший — в грудні.

Вододільний тип режиму відрізняється згладженістю і незначною амплітудою коливання, яка складає 0,2–0,8 м. При близьких заляганнях рівнів ґрунтових вод (3–5 м) спостерігаються динамічніші коливання рівнів, амплітуда коливань складає 0,8–2,5 м. Рівневий режим в природних умовах залежить від кількості атмосферних опадів, відповідно від кліматичних умов року можуть порушуватися терміни максимумів і мінімумів і змінюватися амплітуди коливань. Опади літнього періоду практично не впливають на збільшення ресурсів ґрунтових вод в лесових відкладеннях вододільного плато, оскільки вони витрачаються в основному на поверхневий стік і випарювання [8, 11, 12].

В умовах зрошування відбувається додаткове поповнення ґрунтових вод за рахунок різного роду втрат з іригаційної мережі, інфільтрації поливних вод.

За даними багатолітніх спостережень за зміною рівнів ґрунтових вод на діючих масивах зрошування Півдня України інтенсивність приросту знаходиться в строгій залежності від водокористування і залежно від глибини залягання може варіювати при зрошувальних нормах до 3 тис. м<sup>3</sup>/га від 0,2 до 1,3 м/рік. При цьому відбувалось здійснення дзеркала ґрунтових вод не лише навесні, але влітку і осінню після поливів. Швидкість підйому досягає 0,6 м /міс і спадів не перевищує 0,2 м [11, 12].

Інтенсивність підйому рівня на різних масивах зрошування різна і залежить від первинної глибини його залягання, тривалості зрошування і норм поливу. А так само від потужності водопроникності лесових відкладень і глибин залягання червоно-бурих глин.

До зрошувальних систем вододільного типу відноситься більшість систем області. В межах Придністровського гідрогеологічного району нас цікавлять тільки ті меліоративні системи, що розташовані на досліджуваній території: Кучурганська зрошувально-осушна система (ЗОС) Роздільнянського району; Маяко-Біляївська зрошувальна система (ЗС), Нижньодністровська ЗС, Троїцько-Граденицька ЗС та острів Турунчук ЗОС Біляївського району; Удобенська ЗС, Семенівська ЗС, Карналіївська ЗС і Білгород-Дністровська ЗС Білгород-Дністровського району; Кагацька ЗС, Дунай-Дністровська ЗС та Новокагацька ЗС Татарбунарського району; заплава р. Когільник ЗОС, заплава р. Киргиж ЗОС, заплава р. Чага ЗОС та Виноградна ЗС Арцизького району. Для таких масивів характерне те, що еолово-делювіальні відкладення повсюдно залягають на пліоцен-нижньочетвертинних червоно-бурих глинах.

Кучурганська ЗОС, розташована на річці Кучурган та географічно розташована у 2 районах — Великомихайлівському та Роздільнянському (але адміністративно віднесена до Роздільнянського району). Працює з 1977 р., займає 499 га меліоративних земель. Заплавний тип цілої системи використовує 0,715×10<sup>6</sup> м<sup>3</sup>/рік.

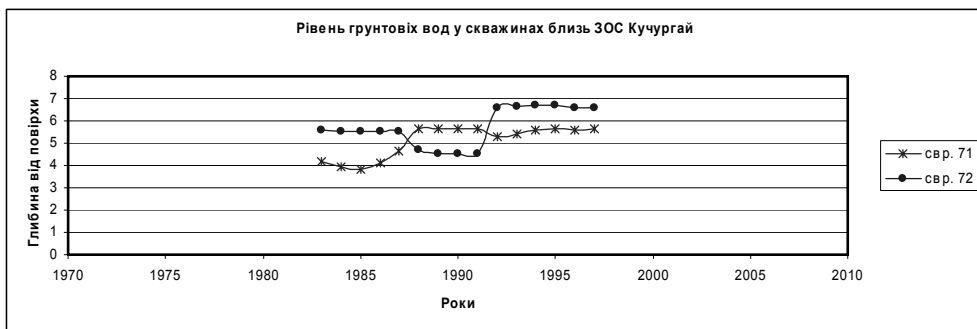


Рис. 6. Мінливість рівнів свердловин 71 та 72 поблизу Кучурганської ЗОС, з 1983 р. до 1997 р.

Поблизу цієї ЗОС розташовані 2 свердловини — 71 і 72, середньомісячні рівні яких мають на протязі року незначні значення змін, а амплітуда становить 1–2 м.

Маяко-Біляївська ЗС розташована поблизу Нижньодністровської ЗС, біля міста Біляївка на вододільному просторі межиріччя Дністровський-Хаджибейський лимани, який характеризується значною зміною гідрологічних умов, на всіх зрошуваних ділянках та у зоні їх впливу відбувається підйом рівнів ґрунтових вод. Працює вона з 1954 р., займає 1294 га меліоративних земель. Терасовий тип цієї ЗС системи використовує  $3,6 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік.

Нижньодністровська ЗС географічне розташована у Біляївському та Овідіопольському районах. Працює з 1966 року та поділяється на дві частини, перша з яких займає 20975 га та має вододільний тип системи з об'ємом  $145,6 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік. А друга — 15966 га, має вододільно-терасовий тип системи з об'ємом  $185,9 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік.

На зрошуваних ділянках Нижньодністровської системи рівні піднялися на значні величини. Так, на одній зі свердловин за 16 років рівень піднявся на 13–17 м, швидкість підйому в середньому складала 0,8 м/рік, але в перші роки зрошування вона досягла 2,5 м, в подальші роки відбувалося зменшення швидкості підйому до 0,2–0,6 м/рік. Підйом дзеркала ґрунтових вод відбувався не лише безпосередньо на площі зрошування, але й у зоні його впливу, де підйом рівня починається декілька пізніше, ніж на системі. Прикладом може служити межиріччя Барабой-Хаджибейський лиман, у південній частині якого лесова товща була безводна, водоносний горизонт залягав у понтичних відкладеннях. У результаті зрошування сталося формування суцільного водоносного горизонту в еолово-делювіальних відкладеннях. У даний час дзеркало ґрунтових вод на цих вододілах залягає на глибинах переважно 5–10 м.

На Нижньодністровській системі площі з найменшим заляганням рівнів поширені на вододілі між Дністровським лиманом і р. Барабой. Тут дзеркало ґрунтових вод залягає на глибинах 3–5 м, а місцями 2–3 м, найменші рівні приурочені до приканальних зон магістрального і великих іригаційних каналів і до верхів'їв балок. На таких ділянках спостерігаються максимальні амплітуди рівнів, які сягають 1,3–2,8 м. При глибшому заляганні рівня амплітуди складають 0,1–0,6 м. Приріст рівня у вегетаційний період коливається від 0,3 до 1,6 м, швидкості підйому рівня перевищують швидкості спаду.

Троїцько-Граденицька ЗС Біляївського району розташована на лівобережжі р. Турунчук та не так далеко від міста Біляївки 1972 року. Займає 3662 га меліоративних земель. Терасовий тип цілої системи використовує  $15,6 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік.

Острів Турунчук ЗОС Біляївського району розташований по правобережжі р. Турунчук з 1970 року. Займає 1129 га меліоративних земель. Заплавний тип цілої системи використовує  $2,5 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік. Свердловини 310, 318 та 311 розташовані поблизу одна від одної, а також недалеко від міста Біляївки та ЗС (рис. 7).

Середньомісячні зміни рівнів на протязі року коливаються у межах 0,2–0,5 м на різних рівнях ґрунтових вод у цих свердловинах (рис. 7).

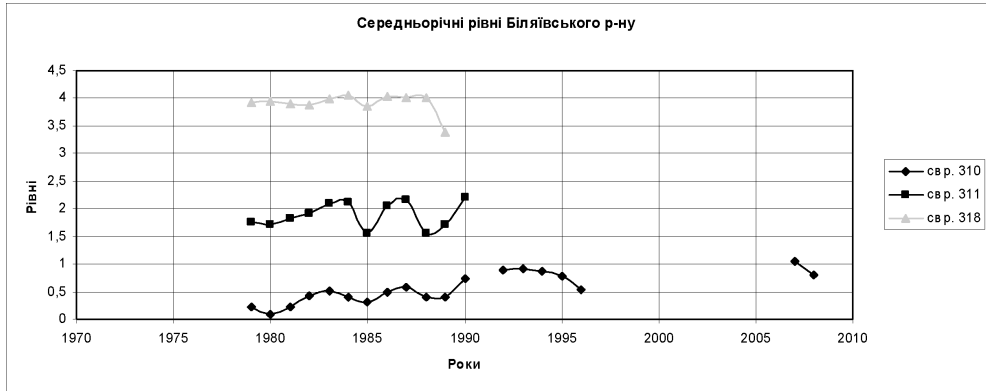


Рис. 7. Середньорічні рівні від поверхні ґрунтових вод у свердловинах 310, 311 та 318, розташованих поблизу Маяко-Біляївської ЗС, Нижньодністровської ЗС та Троїцько-Граденицької ЗС від 1979 до 1990 (а на свердловині державної мережі — до 1996 року з 10-річною перервою на спостереження).

Удобненська ЗС розташована на півночі Білгород-Дністровського району з 1977 року, займає 555 га меліоративних земель. Вододільний тип цілої системи використовує  $1,5 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік.

На південь від Удобненської ЗС розташована Семенівська ЗС. Ця система була введена в експлуатацію у 1976 році. Займає 1477 га. Має вододільний тип системи, яка використовує  $75,5 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік. Незначне зростання рівнів спостерігається на Семенівській зрошувальній системі, де за 11-річний період зрошування рівні підвищилися з 16,0 м до 12,5 м. Швидкість приросту складала 0,2 м/рік. Ця територія характеризується сприятливішою гідрогеолого-меліоративною обстановкою.

Білгород-Дністровська ЗС розташована дуже близько від Семенівської ЗС. Працює з 1987 р. та займає площу 5052 га меліоративних земель. Вододільний тип цілої системи використовує  $11,6 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік.

Карналіївська ЗС з 1983 р. на заході від Білгород-Дністровської ЗС. Ця система займає 636 га площі меліоративних земель вододільного типу, який використовує  $3,5 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік. Ця система меліорації знаходяться у 10 км від міста Білгорода-Дністровського та 20 км — від багатьох свердловин цього району, які розглядаються тут.

Кагацька ЗС Татарбунарського району розташована поблизу річці Чака та географічно розташована у 2 районах — в Арцизькому та Татарбунарському (але адміністративно віднесена до Татарбунарського району). Система працює з 1975 року на площі 1754 га меліоративних земель вододільного типу. Використовує  $5,1 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік.

Поблизу Кагацької ЗС розташовані 2 системи Новокагацької ЗС, яка почала працювати з 1985 р., займає 1271 га меліоративних земель вододільного типу. Використовує  $4 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік. На площі зрошування Кагацької та Новокагацької зрошувальних систем водоносний горизонт в еолово-делювіальних відкладеннях, в природних умовах був розвинений спорадично, в

умовах зрошування відбувається повсюдне його поширення і підйом рівня, який склав 4–5,5 м на Новокагацькій зрошувальній системі і на 2–6 м на Кагацькій зрошувальній системі (на 1989 р.), в середньому на цій ділянці рівні підвищилися на 3–5 м, а приріст рівня склав 0,2–0,3 м/рік.

Дунай-Дністровська ЗС Татарбунарського району працює з 1981 р., займає площу 12580 га меліоративних земель вододільного типу. Об'єм водопостачання —  $8 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік води.

У цьому районі нема спостережних свердловин, дані по рівнях з яких можливо було б використовувати, бо усі свердловини цього адміністративного району не відносяться до розглянутого гідрологічного району.

Заплавна р. Когільницької ЗОС Арцизького району розташована на річці Когільник. Працює з 1976 р. та займає площу 2031 га меліоративних земель. Заплавний тип цілої системи використовує  $2,6 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік.

Заплавна р. Киргиж ЗОС Арцизького району розташована на річці Киргиж. Працює з 1983 року та займає площу 57 га меліоративних земель. Заплавний тип цілої системи використовує  $0,1 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік.

Заплавна р. Чага ЗОС Арцизького району розташована на річці Чага. Працює з 1983 р. та займає площу 1890 га меліоративних земель. Заплавний тип цілої системи використовує  $2,3 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік.

Виноградна ЗС Арцизького району розташована між річками Сарата та Хаджидер, працює з 1975 року та займає 2827 га меліоративних земель вододільного типу, який використовує  $9,1 \times 10^6$  м<sup>3</sup>/рік. Ця система меліорацій знаходяться у 10 км від міста Сарати та 20 км — від багатьох свердловин цього району, який розглядається.

### **Формування режиму ґрунтових вод під впливом природних факторів**

До складу природних факторів входить комплекс кліматичних факторів, що тією чи іншою мірою визначають режим підземних вод, включаючи температуру повітря, температуру ґрунтового покриву і порід зони аерації, атмосферний тиск та опади. В якості основних кліматичних параметрів для статистичного аналізу нами були обрані два: атмосферні опади (річна сума) та середньорічна температура повітря. Досліджувалася мінливість цих показників у часі по гідрометеостанціях, що знаходяться в межах Придністровського гідрогеологічного району.

Значення цих показників впродовж року коливаються в відчутних межах. Так, влітку, завдяки поєднанню високої температури повітря і ґрунтів з низькою їх вологістю та зливовим характером дощів, повністю або майже повністю відсутнє інфільтраційне живлення ґрунтових вод. Цей процес розпочинається восени (коли зменшуються витрати опадів на випаровування та інтенсивність дощів) і триває переважно з жовтня-листопада до березня-квітня.

Співставлення означених показників за періоди спостережень демонструє, що вони змінюються майже в протифазі (рис. 8).

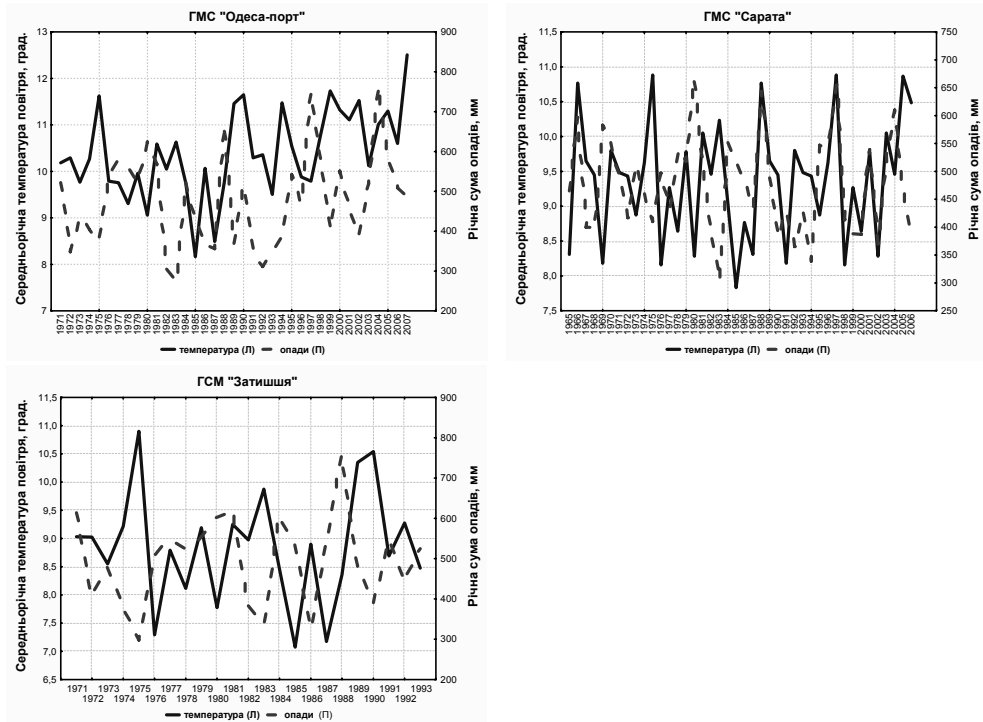


Рис. 8. Часова мінливість кліматичних параметрів за даними різних ГМС

Вже візуальний аналіз цих графіків показує, що між величинами середньорічної температури й суми опадів за рік існує протилежна залежність, яка підтверджується результатами кореляційного аналізу. Величини коефіцієнтів кореляції дорівнюють:  $-0,07$  (не значущий),  $-0,44$ ,  $-0,52$ , відповідно по гідрометеостанціях "Одеса-порт", "Сарата", "Затишся". Зворотню залежність можна пояснити наступним чином: в роки з високою середньорічною температурою рівень зволоженості клімату зменшується, що відбивається в зменшенні кількості опадів, особливо в теплі періоди року.

Наступним кроком досліджень був аналіз впливу цих кліматичних факторів на режим рівня ґрунтових вод. З цією метою нами були вибрані свердловини переважно в межах вододільних ділянок в різних місцях досліджуваного району. Важливим критерієм для вибору була найбільша тривалість спостережень за рівнем. В цілому було розглянуто 35 свердловин регіональної мережі спостережень.

З метою наочного представлення даних та ролі кліматичних факторів у формуванні режиму рівня в свердловинах було побудовано трьохфакторні (трьохмірні) графіки (рис. 9).

З аналізу наведених графіків та за наслідками проведеного кореляційно-регресійного аналізу випливає, що на деяких ділянках встановлюються статистично значущі залежності рівня підземних вод від кліматичних

параметрів (наприклад, свердловини № 446, 113, 902, 378), але на решті представлених на рисунку 10 ділянок такої залежності не встановлюється (наприклад, свердловини № 74, 161).

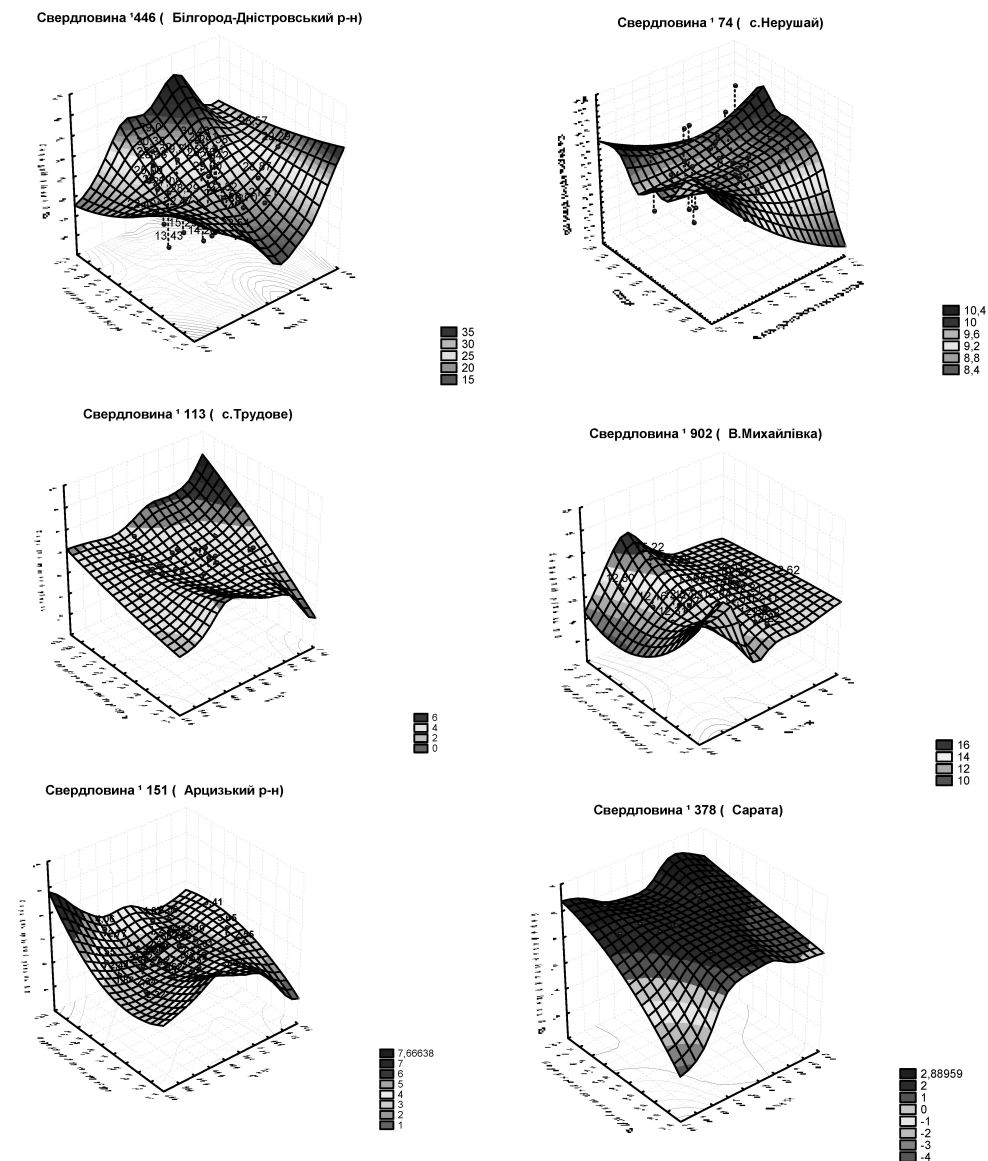


Рис. 9. Графіки залежності змін рівнів ґрунтових вод від кліматичних факторів

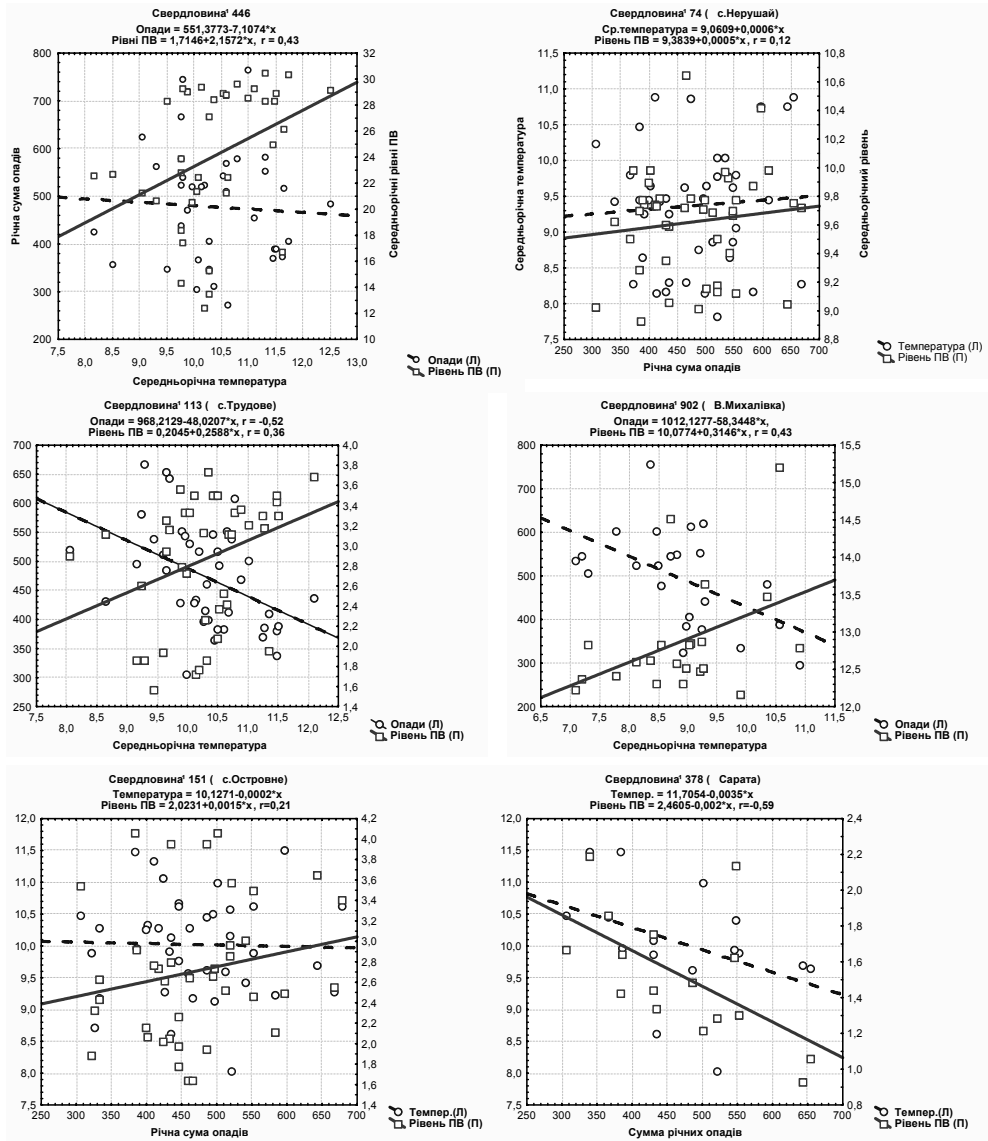


Рис. 10. Графіки залежності середньорічних рівнів ґрунтових вод від змін середньорічної температури повітря та річної суми опадів (на прикладі деяких спостережних свердловин)

При цьому, з тих свердловин, де залежність статистично доведена, величини коефіцієнтів кореляції не є високими (в основному трохи нижче 0,5). Тим не менше наявність кореляції підтверджує в цих випадках гіпотезу про вплив змін клімату на динаміку рівня ґрунтових вод на ділянках з умовно не порушеним режимом.

В той же час встановлено, що для більшості ділянок існує статистична залежність коливань рівня ґрунтових вод від коливань середньорічної температури повітря, хоча при цьому немає залежності від суми опадів. Тип залежності — позитивний, тобто чим вище значення середньої температури, тим на більшій глибині фіксується рівень. Це можна трактувати так: при більш високих температурах повітря більше прогрівається зона аерації і збільшується випаровування (менше поступає вологи до водоносних горизонтів).

В меншій кількості випадків встановлюється залежність режиму рівня від суми атмосферних опадів (сврд. № 378, Сарата). Збільшення суми опадів за рік призводить до підйому рівня ґрунтових вод. Ще більш високий коефіцієнт кореляції виявляється, якщо корелювати часові ряди опадів, зміщені на один попередній рік відносно рівнів підземних вод, з останніми. Величини коефіцієнтів часто-густо збільшуються на 0,1–0,2.

## Висновки

У даній статті наведено результати досліджень особливостей формування режиму ґрунтових вод в залежності від різних природних та антропогенних факторів на прикладі території Придністровського гідрогеологічного району.

До першої групи впливових факторів відносяться кліматичні, геологічно-геоморфологічні і гідрологічні, до другої — відбір підземних вод для різних цілей, використання поверхневих вод для зрошувальних меліорацій, використання в сільськогосподарському виробництві мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин, скидання в геологічне середовище промислових і комунальних стоків і деякі інші чинники.

У фізико-географічному відношенні Придністровський гідрогеологічний район має вигляд широкої смуги, яка поширена вздовж середнього на нижнього Дністра і Дністровського лиману.

Клімат району помірно континентальний, посушливий. Річні атмосферні опади складають від 200 до 725 мм (в середньому ~ 375–450 мм), при середньорічній температурі повітря від 6,6° до 11,7° (~ 8,5–10,0°).

У геологічному відношенні територія району знаходиться у межах Молдовської плити і відноситься до Молдовського басейну пластових напірних вод, який краєм заходить на територію України. У процесі формування структура району успадкувала риси будови як Волино-Подільського (нижній поверх), так і Причорноморського (верхній поверх) басейнів. Для зручності користування у системі моніторингу підземних вод України район розглядається як частка Причорноморського басейну пластових напірних вод.

З геоморфологічної сторони територія району розташована у межах південно-східної частини Подільської височини (лівобережжя Дністра), південної частини Центрально-Молдовської височини (правобережжя Дністра) і ділянки Причорноморської низовини.

Гідрогеологічні умови і режим ґрунтових вод формується в наступних літолого-генетичних комплексах: лесових і алювіальних рівнинах (цент-

ральна і південна підзони); територія недостатнього зволоження, переважно цілорічного живлення ґрунтових вод (ґрунтові води у алювіальних відкладах надзаплавних терас Дністра; ґрунтові води у сучасних алювіальних, алювіально-делювіальних відкладах заплав річок і у середньо- і верхньочетвертинних відкладах I, II, III надзаплавних терас малих річок, ґрунтові води у еолово-делювіальних відкладах; води спорадичного поширення у понтичних, балтських та меотичних відкладах).

У мережі моніторингу підземних вод у межах гідрогеологічного району діють дотепер або діяли наступні потужні водозабори: Сергіївське РПВ (підземні води в алювіальних верхньопліоценових відкладах затверджені у кількості 10,8 тис. м<sup>3</sup>/добу), Білгород-Дністровське РВП (підземні води в алювіальних верхньопліоценових відкладах затверджені у кількості 7,5 тис. м<sup>3</sup>/добу), Арцизьке РПВ (підземні води у середньосарматських відкладах затверджені у кількості 20,0 тис. м<sup>3</sup>/добу), Котовське РПВ (підземних вод у середньосарматських відкладах затверджені у кількості 5,5 тис. м<sup>3</sup>/добу) та Кодимське РПВ (запаси підземних вод затверджені по двох ділянках 2,160 та 6,740 тис. м<sup>3</sup>/добу).

Результати спостережень свідчать про те, що всі значні водозабори області, які розташовані в межах родовищ підземних вод у даному гідрогеологічному районі, працюють у сталому гідродинамічному режимі. Зниження за останні роки експлуатаційного навантаження на водоносні горизонти сприяють підвищенню рівня підземних вод та відновленню експлуатаційних запасів підземних вод.

У межах гідрогеологічного району знаходиться чотирнадцять зрошувальних систем різного масштабу. Для цих масивів характерне те, що еолово-делювіальні відкладення повсюдно залягають на пліоцен-нижньочетвертинних червоно-бурих глинах.

Створення зрошуваних масивів значно змінило гідрогеологічну обстановку території, порушило природну дренажність і режим ґрунтових вод. До основних режимоутворюючих чинників додався іригаційний, який зумовив розвиток типу режиму штучного живлення, його іригаційного підтипу.

Майже повсюдно при зрошуванні за рахунок додаткового водопостачання спостерігається поповнення запасів підземних вод зони активного водообміну, формування нових горизонтів ґрунтових вод і їх водно-солевого режиму.

За даними багатолітніх спостережень за зміною рівнів ґрунтових вод на діючих масивах зрошування, інтенсивність приросту знаходиться в строгій залежності від водокористування і залежно від глибини залягання, може варіювати при зрошувальних нормах до 3 тис. м<sup>2</sup>/га від 0,2 до 1,3 м/рік. При цьому відбувалось піднімання дзеркала ґрунтових вод не лише навесні, але й влітку і осінню після поливів. Швидкість підйому досягає 0,6 м/міс. і спадів не перевищує 0,2 м. Інтенсивність підйому рівня на різних масивах зрошування різна і залежить від первинної глибини його залягання, тривалості зрошування і норм поливу, а так само від потужності водопроникності лесових відкладень і глибин залягання червоно-бурих глин.

На підставі статистичної обробки даних режимних спостережень за рівнями підземних вод у межах ділянок з умовно непорушеним режимом все ж таки встановлена певна залежність формування режиму від двох основних кліматичних факторів: середньорічної температури повітря та річної суми атмосферних опадів.

Статистично доведена залежність змін рівня ґрунтових вод для більшості досліджених ділянок та свердловин від змін температури повітря або річної суми атмосферних опадів. Отримані очікувані не дуже значні за величиною коефіцієнти кореляції між зазначеними параметрами. Відсутність такої залежності в деяких випадках, а також те, що в одних випадках на рівень підземних вод впливає температура, а в інших — атмосферні опади, потребує подальших досліджень.

Слід відзначити, що режимна мережа опорних полігонів є недостатньо інформативною для вирішення завдань оцінки достовірності параметрів водоносних горизонтів, визначених при розвідуванні, за даними режиму експлуатації та кількісної оцінки стану ЕЗПВ. В цьому напрямку потрібно провести додаткові роботи по розширенню спостережної мережі з визначення оптимальної кількості та місця розташування спостережних пунктів.

## Література

1. *Звітні матеріали гідрогеологічної служби*. Дніпропетровськ, 2002. — 84 с.
2. *Методичний лист по моніторингу якості підземних вод (рекомендації)*. — Дніпропетровськ: УкрДГРІ, 2002. — 24 с.
3. *Рубан С. А., Шинкаревський М. А.* Гідрогеологічні оцінки і прогнози режиму підземних вод України (за результатами спостережень). Довідково-методичний посібник. — Дніпропетровськ: ДВ Укр. ДГРІ, 2000. — 432 с.
4. *Рубан С. А., Шинкаревський М. А.* Гідрогеологічні оцінки і прогнози режиму підземних вод України (за результатами спостережень). — Київ: Укр. ДГРІ, 2005. — 572 с.
5. *Система моніторингу підземних вод України. Державний рівень*. — Дніпропетровськ: ДВ Укр. ДГРІ, 2002. — 50 с.
6. *Система моніторингу підземних вод України. Спостережна мережа на підземні води. Державний рівень узагальнення*. — Дніпропетровськ: ДВ Укр. ДГРІ, 2006р. — 95 с.
7. *Сулимов И. Н.* Геология Украинского Черноморья. — Киев: Вища школа, 1984. — 128 с.

## Фондові матеріали

8. *Анісімов О. М.* Звіт з моніторингу підземних вод в Одеській області (період 1996-2000 роки). — Одеса, 2001.
9. *Гузенко З. Є.* Звіт “Оцінка стану прогнозних ресурсів та експлуатаційних запасів підземних вод в Одеській області”. — Одеса, 2005.
10. *Гузенко З. Є.* Звіт з ведення ДВК, державного обліку використання підземних вод, моніторингу ресурсів та запасів підземних вод в Одеській, Миколаївській та Херсонській областях. — Одеса, 2006.
11. *Дворядкин С. А.* Отчет по поискам питьевых подземных вод и бурению разведочно-эксплуатационных скважин в южной части Одесской, Николаевской и Херсонской областей. — Одесса, 2002.
12. *Ларіков А. Г.* Проект на виконання робіт з моніторингу підземних вод в Одеській, Миколаївській та Херсонській областях. — Одеса, 2001.

<sup>1</sup>Е. Г. Коников, <sup>2</sup>В. Г. Тюремина, <sup>3</sup>В. В. Дупан,

<sup>4</sup>Д. С. Недбаева, <sup>5</sup>Г. С. Педан, канд. геол. наук, доц.

<sup>1,3,4,5</sup> Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
Шампанский пер., 2, Одесса, 65058, Украина.

<sup>2</sup> Государственное региональное геологическое предприятие  
“ПричерноморГРГП”,

ул. 25-й Чапаевской дивизии, 5 Одесса, 65037, Украина

## **УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЖИМА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ В ПРЕДЕЛАХ ПРИДНЕСТРОВСКОГО ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНА (ОДЕССКАЯ ОБЛАСТЬ)**

### **Резюме**

В статье приведены результаты изучения процесса формирования режима грунтовых вод на основе анализа данных мониторинга подземных вод, который осуществляет геологическое предприятие “ПричерноморГРГП”. На примере Приднестровского гидрогеологического района с помощью методов математической статистики (кросс-корреляционный, регрессионный, спектральный анализы) выявлены закономерности и особенности формирования режима подземных вод под воздействием природных (климатических) и антропогенных факторов.

**Ключевые слова:** грунтовые воды, режим уровня, атмосферные осадки, температура воздуха, водозаборы, оросительные системы.

<sup>1</sup>E. G. Konikov, <sup>2</sup>V. G. Tyuremina, <sup>3</sup>V. V. Dupan,

<sup>4</sup>D. S. Nedbaeva, <sup>5</sup>G. S. Pedan

<sup>1,3-5</sup> Odessa National University,  
Shampansky Str., 2 Odessa, 65058, Ukraine,

<sup>2</sup> Geological Enterprise “PrichernomorGRGP”,

25<sup>th</sup> Chapaevskoi divizii Str., 5 Odessa, 65037, Ukraine

## **FORMATION CONDITIONS OF SUBSOIL WATERS REGIME UNDER THE INFLUENCE OF NATURAL AND ANTHROPOGENOUS FACTORS WITHIN THE DNIESTR HYDRO-GEOLOGICAL AREA (THE ODESSA STATE)**

### **Summary**

In article the results studying of subsoil waters regime formation on the basis of the analysis data of underground waters monitoring which carries out Geological Enterprise “PrichernomorGRGP” are resulted. On an example of Dniester hydrogeological area by means of mathematical statistics methods (cross-correlation, regression, spectral analyses) are revealed laws and features of the underground waters regime formation under the influence of natural (climatic) and anthropogenesis factors.

**Key words:** subsoil waters, level regime, atmospheric precipitation, air temperature, water fences, irrigating systems.

<sup>1</sup>Т. М. Лебедєва, мол. наук. співроб.,

<sup>2</sup>М. К. Кременчуцька, канд. психол. наук, ст. наук. співроб.,

<sup>3</sup>Є. Г. Коніков, доктор геол. — мін. наук, проф.,

<sup>4</sup>В. В. Овчаренко, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.,

<sup>5</sup>О. Я. Шатагіна, канд. психол. наук, ст. наук. співроб.,

<sup>6</sup>О. В. Фесенко, канд. геол. — мін. наук, доц.

<sup>1-5</sup>Проблемна науково-дослідна лабораторія інженерної геології узбережжя моря, водосховищ та гірських схилів (ПНДЛ-1), <sup>6</sup>кафедра інженерної геології та гідрології, Одеський національний університет імені І. І. Мечникова;

<sup>1</sup>t\_th@ukr.net, <sup>2</sup>mkk@ukr.net, <sup>3</sup>konikov2006@mail.ru, <sup>4</sup>sytnikov@te.net.ua,

<sup>5</sup>yunta4@mail.ru <sup>6</sup>alexey\_vf@mail.ru

## ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ ПРОВІЩЕННЯ СЕЙСМІЧНИХ ЯВИЩ НА ПІДСТАВІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ ТА МЕТОДОЛОГІЇ НЕЛІНІЙНОЇ ДИНАМІКИ

Обговорюється можливість використання методу локального зменшення розмірності задачі нелінійної динаміки — методу русел та джокерів — для опису сейсмічних процесів. Розглянуто можливість зв'язати комбінацію динамічних та статистичних методів з методом сейсмічного мікрорайонування. Запропоновані методи являють собою подальший розвиток техніки дослідження геофізичних систем шляхом комбінації динамічних, статистичних та практичних методів сейсмічного мікрорайонування.

**Ключові слова:** землетруси, сейсмічне мікрорайонування, синергетика, аттрактор, моделювання

### Вступ

Вирішення проблеми прогнозування землетрусів вимагає новітніх підходів і методів сучасної науки. Традиційні підходи ґрунтуються на довгостроковому моніторингу всіляких геофізичних і геохімічних процесів, що відбуваються в досліджуваній області. Проводиться моніторинг пружних напружень і деформацій, геодезичних параметрів, різних характеристик електричного й магнітного поля, залучаються геохімічні й термодинамічні дані. Отримані ряди вимірювань інтерпретуються за допомогою моделей середовища, заснованих на рівняннях механіки.

Поряд з тим, розуміння процесів, що відбуваються в земній корі та їхній опис вимагає принципово інших підходів. Землетруси, що відбулися за останні декілька років, так само як і численні приклади землетрусів минулих років, показали, що проблема прогнозування землетрусів в даний час не має ефективного вирішення. Звичайні мережі сейсмічних станцій і геофізичних мереж функціонально розділені. Сейсмографи, деформометри, акселерографи постійно проводять необхідні виміри, але як і раніше неможливо передбачати де, якої сили, а головне, коли відбудеться черговий підземний удар.

В цей час ступінь передбачуваності довгострокового й середньострокового прогнозу має ймовірність 0,5 — 0,8. Гірше справа з короткостроковими прогнозами, для яких поки не встановлені значимі зв'язки із провісниками. Будь-який прогноз носить імовірнісний характер, і головна мета сейсмології ще не досягнута.

Перевагою синергетики та теорії динамічних систем як методології дослідження складних й різномірних по характеру систем саме є те, що вона дозволяє простежити просторово — часові зміни таких систем і визначити їхню динаміку як сукупність взаємозалежних процесів [1]. Таким чином, вона дає можливість визначити процес формування вогнища землетрусу в рамках усього геологічного процесу, тобто фактично спрогнозувати землетрус у тому або іншому регіоні.

З ціллю створення системи сейсмопрогнозування та наслідків землетрусів та локальних тектонічних процесів за допомогою фізико-математичних методів провіщення були використані відповідні методики створення натурних геологічних моделей і інженерно-геологічного картографування, лабораторних експериментів, а також методів “русел” та “джокерів”, що дозволяють відтворювати сценарії впливу сейсмічних хвиль. Оскільки до цього часу не існує досить точних методів прогнозування землетрусів, найбільш актуальним стає якраз створення сценаріїв можливих наслідків цього катастрофічного процесу.

Задля досягнення цієї мети вирішувались наступні завдання.

1. Аналіз теоретичних джерел та практичних робіт з синергетики тектонічних процесів та створення математичної моделі сейсмічного процесу.

2. Використання моделі оцінки інженерно-геологічних умов та локальної сейсмонебезпеки, як підстави математичного моделювання втрати стійкості локальних ділянок та об'єктів при землетрусах.

3. Теоретичне обґрутування та апробація методології нелінійної динаміки (методів “русел” та “джокерів”) для створення сценаріїв можливих наслідків землетрусів на забудованих територіях на прикладі м. Одеси.

У результаті реалізації положень теорії катастроф свого часу була запропонована концепція синергетичного підходу та методологія тектонічних (сейсмічних, зокрема) процесів, об'єднаних у єдиний геосинергетичний комплекс провіщення наслідків цих процесів [5].

### **Скорочений огляд проблеми прогнозування сейсмічних подій**

В основу сейсмічного прогнозування покладено виявлення місцеположення сейсмоактивних, а значить сейсмонебезпечних, геологічних структур, ретельне вивчення сейсмогеодинамічного режиму і сейсмічного ефекту, що створюється ними на поверхні землі.

Прогноз землетрусу — це обґрунтований висновок про місце, час виникнення, силу (чи макросейсмічну бальність в певних пунктах) очікуваного землетрусу з вказівкою оцінки вірогідності здійснення такої події. Першим наближенням до прогнозу служить сейсмічне районування, що відповідає на питання, якої сили підземні поштовхи в принципі можуть очікуватися

в даній місцевості. Ми використовували схему сейсмічного мікрайонування м. Одеси, розроблену О. В. Фесенко [11].

Аналіз поточної сейсмічної обстановки включає вимірювання спектрального складу коливань, типовість або аномальність перших вступів поперечних і подовжніх хвиль, виявлення тенденції до групування (рій землетрусу), оцінку вірогідності активізації тих або інших тектонічно активних структур та ін. Найважливішим досягненням геофізики останніх десятиліть стало усвідомлення того, що землетруси не є раптовою подією, а є складним процесом, що готується в земних надрах тривалий час і що виявляється в аномаліях різних геофізичних і геохімічних полів. Такими аномаліями різної природи і є передвісники землетрусів, спостереження і вивчення яких грає величезну роль в розумінні і моделюванні процесу підготовки землетрусів, прогнозуванні сейсмічних подій [4, 9, 10].

Не менш цікавим та важливим є також вивчення особливостей прояву землетрусів у часі за даними довгострокових режимних спостережень.

Попередні результати аналізу часових рядів землетрусів зони Вранча за допомогою спектрального методу дають підстави для ствердження про періодичну природу землетрусів. Виявлені наступні значущі періоди прояву сильних землетрусів (більше 4 балів), в порядку значущості: 20, 11, 4, 6 років (рис. 1).

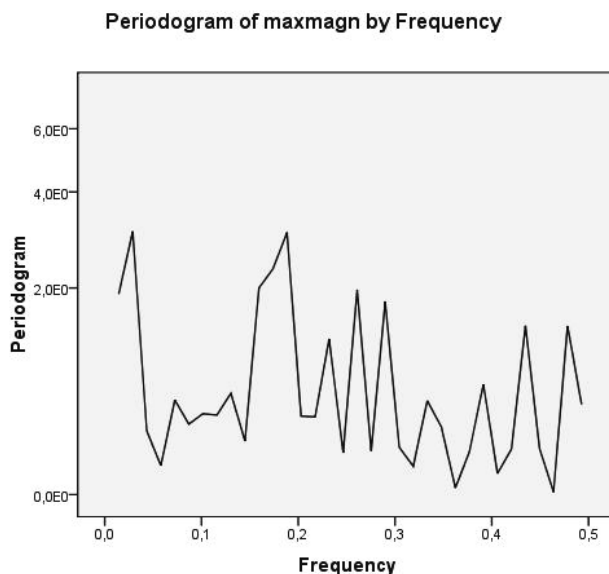


Рис. 1. Періодограма землетрусів за магнітудою > 4 балів (зона Вранча)

Не дивлячись на величезну кількість передвісників, жоден з них не дає точних вказівок на час, місце і силу майбутнього землетрусу. Однозначного причинно-наслідкового взаємозв'язку того або іншого явища із землетрусом немає. Оскільки в різних сейсмоактивних районах різні провісники працюють по-різному, даючи великий розкид в оцінках місця, часу

і сили майбутнього землетрусу, прогноз землетрусів за своєю природою має, взагалі кажучи, імовірнісний характер. Аналіз багаторічних даних по ряду геофізичних (в основному сейсмологічних) провісників показав, що вірогідність успішного прогнозу по кожному з них не перевищує 0,5. В цілях підвищення надійності і ефективності прогнозних оцінок необхідно комплексне використання декількох прогнозних ознак. Практика останніх років показала виправданість і перспективність такого підходу, принаймні, для середньострокового прогнозу [3].

Останнім часом з'являється все більше повідомлень про роль і можливість використання космічного моніторингу в дослідженні і прогнозуванні сейсмічних подій. Так, пропонується емпірична схема короткострокового прогнозу землетрусів на основі вивчення зв'язку між недавно виявленими хмарними сейсмоіндукованими структурами (ХСИС) з електротепловим пробом літосфери і квазіблискавичними структурами в атмосфері.

Вплив сонячної активності на геофізичні процеси зв'язується з блоково-структурованою будовою і граничною енергонасиченістю земних надр, що можливо приводить до селективного поглинання електромагнітного і інших видів енергій окремими елементами цієї блокової структури і, в першу чергу, літосферними розломами, чим обумовлена поява енергетично активованих зон літосферних розломів (у околиці яких і відбуваються потім землетруси). У зв'язку з цим пропонується новий клас провісників землетрусів у вигляді аномальних по ряду ознак хмарних сейсмоіндукованих структур, що дають у сукупності з іншими провісниками високу реалізацію прогнозу з  $M=6,5$  (більше 80%) [8].

Попередні результати проведеного нами крос-кореляційного аналізу рядів сонячної активності та сейсмоактивності в зоні Вранча (період 1964 — 1999 рр.) дають досить задовільні результати: коефіцієнт кореляції дорівнює 0,57.

### **Динаміка катастроф та основи теорії нелінійних динамічних систем в сейсмології**

В кінці минулого сторіччя вченими Інституту фізики Землі, потім Міжнародного інституту теорії прогнозу землетрусів і математичної геофізики почалася розробка принципово нового фундаментального наукового напрямку — обчислювальної сейсмології. До числа її основних завдань входило впровадження в геофізику нових математичних і статистичних методів в цілях підвищення точності і об'єму обробки даних; комплексний аналіз і інтерпретація геофізичних спостережень тощо. Тоді ж почалося активне вивчення можливості створення теоретичної бази прогнозування місць і часу сильних землетрусів [4].

В основі цих досліджень покладене, запропоноване академіком М. Садовським уявлення про суцільне геофізичне середовище як блоково-структуровану і відкриту систему з ієрархічною со-підлеглістю лінійних розмірів для блоків сусідніх рангів [9], тобто — розгляд літосфери Землі, як масштабно інваріантної системи, що має ієрархічну структуру.

У 1987 році група вчених Курт Візенфельд, Пер Бак і Чао Танг розробили концепцію для пояснення механізмів самоорганізації просторово протяжних динамічних систем. Було показано, що такі системи різної фізичної природи еволюціонують в критичні стаціонарні стани, що не мають постійних просторових масштабів або характерних часів життя. Поведінка в часі таких критичних станів, що самоорганізуються, і їх просторова структура є масштабно-інваріантною (фрактальною). Проста фізична модель, що демонструє таку поведінку, — це купа піску. Якщо крутизна схилу в якій-небудь точці на поверхні купи стає дуже великою, піщинка, що знаходиться там, обсипається, захоплюючи за собою інші піщинки. Нарешті, коли всі піщинки досягнуть деякого мінімального стійкого стану, лавина припиниться. Додавання однієї піщинки може спровокувати нову лавину. Такі ледве стійкі стани назвали критичними станами системи. Статистика для купи піску виявляється степеневою, як і для ряду лих і катастроф. Вона дуже схожа на ту статистику, яку ми маємо для землетрусів, тобто небезпека знаходиться на грані між детермінованою і імовірнісною поведінкою або “на кромці хаосу” [9, 10, 13].

Свого часу була висунута ідея розвитку самоорганізованої критичності (СОК-гіпотеза), що дозволила пояснити, чому для найрізноманітніших природних систем типове виникнення степеневих законів розподілу. СОК-гіпотеза дає підставу розглядати літосферу Землі як середовище, що постійно знаходиться в нестійкому стані. І дійсно, сейсмологи відзначали, що перед сильними землетрусами літосфера сильніше відгукується на проходження приливних хвиль або циклонів. Важливо, що навіть порівняно слабкі за геологічними мірками дії можуть грати роль пускового механізму або піщинки, що викликала лавину у відомій моделі пісочної купи. Одна з характерних ознак зростання критичності — аномально висока мінливість в інтенсивності сейсмічного режиму, тобто наявність виразних періодів активізації і затишшя і т. д. [10, 13].

На базі нової парадигми прогнозу землетрусів — теорії нелінійних динамічних систем, приділяючи основну увагу комплексному аналізу динаміки складної ієрархічної системи і сумісному використанню різних груп “провісників”, була розроблена група математичних алгоритмів. На першому кроці створення алгоритму виробляються методи згортання об’ємної інформації, яку дає моніторинг, в невеликий набір функціоналів — залежних від часу величин, які в агрегованому вигляді характеризують стан системи. Потім необхідно визначити найбільш інформативні функціонали і сконструювати алгоритм, що дозволяє оголошувати тривогу на основі значень цих функціоналів. “Навчання” алгоритму полягає в підборі параметрів, що використовуються для обчислення функціоналів, встановленні для них порогів, перевищення яких може свідчити про вхід системи в небезпечну область, і формулюванні правила оголошення тривоги. Цей етап оптимізує здібність алгоритму до ретроспективного прогнозу на основі інформації про передуючу їм активність. Завершальний крок — тестування в реальних умовах, направлене на визначення ефективності алгоритму.

## Атракторна модель геологічного середовища

З розширенням можливостей обчислювальної техніки все частіше використовуються моделі, що базуються на теорії динамічних систем. Відповідно до цього підходу систему моделюють системою звичайних диференціальних рівнянь.

Зображення розв'язань цих рівнянь як руху декотрої точки у просторі з розмірністю, що дорівнює кількості змінних, називають фазовими траєкторіями системи. Аналіз поведінки фазової траєкторії (щодо її стійкості) показує, що існують випадки, коли всі рішення системи зосереджуються на деякій замкненій підмножині. Така підмножина називається атрактором (від англ. "to attract" — притягувати).

Атрактор має певну "область притягання" (множину початкових точок). Із часом усі фазові траєкторії, що зародилися у множині початкових точок, намагаються збігтися саме до цього атрактору. Для сталих коливань, що відповідають динамічному хаосу, запропоновано назву дивний атрактор. Рух точки на таких атракторах є нестійким, будь-які дві траєкторії на них завжди розбігаються, мала зміна початкових умов призводить до різних шляхів розвитку. Іншими словами, динаміка систем із дивними атракторами є хаотичною.

Ці атрактори дістали таку назву, бо вони у фазовому просторі справді виглядають незвично, являючи собою ні точку, ні періодичну траєкторію, ні поверхню. Іноді їх порівнюють з поверхнею, що складається з нескінченної множини шарів. Взятє навмання рішення блукатиме в дивному атракторі і через значний проміжок часу пройде досить близько до будь-якої його точки. Тут ми маємо дуже високий ступінь чутливості до початкових умов.

Щоб охарактеризувати атрактори, вводять поняття розмірності ( $m$ ). Розмірність визначає кількість інформації, необхідної для визначення координат точки, що належить атрактору в межах заданої точності. Важливою характеристикою атрактора є кореляційна розмірність  $D_c$  [13].

Для відомої динамічної системі нескладно визначити розмірність та кореляційну розмірність (наприклад, для системи Лоренца  $D_c=2,05$ ,  $m=3$ ). Однак, при вивченні природних систем у т. ч. геофізичних, доводиться описувати складні сигнали, що схожі на випадкові. Для таких систем неможливе вимірювання всіх компонент, бо не всі вони їй відомі. Тож постає питання про розмірність атрактора та мінімальне число фазових змінних, що необхідні для опису техногенного сейсмічного процесу.

Існують методи [13] реконструкції атракторів, що дають змогу з'ясувати, наскільки складною має бути модель досліджуваної системи (скільки має бути ступенів свободи або параметрів порядку, наскільки тривалим може бути часовий інтервал, на якому можна прогнозувати поведінку цієї системи). Як показав Такенс [13], можна відновити деякі якості атрактору (наприклад,  $m$  та  $D_c$ ) по часовій послідовності однієї з складових вектора  $\bar{x}(t)$ . Методика реконструкції атрактора основана на побудуванні псевдоатрактору, при цьому сама вимірювана послідовність, взята з декотрою

часовою затримкою, використовується в якості компонент вектора:  $X(t) = \{X(t), X(t+\tau), X(t+2\tau), \dots, X(t+(m-1)\tau)\}$ . Оскільки компоненти вектора, що характеризує динамічну систему, незалежні, то у якості величини  $\tau$  вибирається перше значення, при котрому автокореляційна функція приймає нульове значення, або досягає мінімуму. Оскільки невідома розмірність вміщення  $m$ , то її знаходять за такою процедурою: послідовно додають компоненти, та при кожному  $m=2,3,\dots$  вираховують кореляційну розмірність  $D_c(m)$ . Починаючи з декотрої розмірності  $m$ , кореляційна розмірність  $D_c$  перестає змінюватись. Значення  $m$ , починаючи з котрого  $D_c$  перестає змінюватись, і є мінімальною розмірністю вміщення, тобто найменшою цілою розмірністю простору, що вміщує весь аттрактор. А відповідне значення  $D_c$  — оцінкою кореляційної розмірності аттрактора.

Так, при аналізі землетрусу у діапазоні магнитуд від 4 до 6 наводяться значення  $m=7$ ,  $D_c=3,73$  [2]. Таким числом основних параметрів характеризується у наведеному випадку процес.

Щодо можливості використання моделі для розрахунків у такому вигляді, то відомо [8], що розмірність динамічних систем для можливості розрахунків має бути не більшою, ніж 5-6. З ростом розмірності задачі експоненційно зростають об'єм необхідних обчислень та кількість експериментальних даних. Тобто потрібні величезні вибірки, значення змінних потрібно вимірювати з дуже високою точністю, для обробки даних потрібно використовувати суперкомп'ютери. Все це призводить до надмірної складності розрахунків та аналізу або взагалі робить його неможливим. Цей факт відомий під назвою "прокляття розмірності".

Як приклад розглянемо такий досить складний регіон як м. Одеса і представимо те, що дає і може дати вказана математична модель для визначення стану геологічного середовища цього регіону. Він обмежений адміністративною лінією по суходолу і має прибережні морську і лиманові зони. Основними чинниками зовнішньої дії є: прибережні зони і атмосферні явища, численні інженерні споруди і комунікації. Тому на карті-схемі міста можна виділити наступні аттракторні області: у прибережній зоні такі природні утворення як миси і інші частини, що різко виділяються, наприклад, Жевахова гора; такі штучні утворення як житлові масиви і підприємства, залізничний вокзал і дорога з вузловими станціями, аеропорт.

Для визначення виду аттракторів потрібно в першому лінійному наближенні по Ляпунову отримати стійке вирішення першого рівняння моделі і визначити значення коріння характеристичного рівняння. Саме по знаку і величині цих показників Ляпунова встановлюється вид аттрактора. Наприклад, якщо всі три показники негативні і приблизно рівні по величині  $(-, -, -)$ , то вийдуть стійкий вузол або фокус, коли вектори стану або траєкторії руху сходяться в точку відповідно по лініях і по спіралі; якщо два показники негативні, а третій рівний 0  $(-, -, 0)$ , то виходить стійкий граничний цикл, коли рух відбувається по замкнутій траєкторії (круг, овал і ін.); якщо один показник негативний, два рівні 0  $(-, 0, 0)$ , то вийдуть стійкий тор; якщо один показник негативний, другий позитивний, а третій рівний 0  $(-, 0, +)$ , то виходить дивний аттрактор. При цьому вузол, фокус, гранич-

ний цикл і тор є простими атракторами і характеризують регулярний рух (динаміку) в системі, коли траєкторії сходяться в цих атракторних областях. Дивний атрактор дозволяє деяку розбіжність траєкторій і тому характеризує певний хаос в системі. У результаті виходить те, що стійкий стан атракторних областей можливий тільки при траєкторіях руху, що сходяться, тобто при стискаючій деформації. Це дуже важливо для геологічного середовища, матеріал якого в природних умовах знаходиться в змозі дуже близькому до всебічного стиснення.

Тепер можна перейти до визначення виду атракторів у виділених областях м. Одеси на якісному рівні, тобто без точного вирішення першого рівняння. Так області житлових масивів, як правило, є простими атракторами і їх можна назвати ґрунтовими (рис. 2). Причому на вигляд цього атрактора робить істотний вплив близькість до прибережної зони, коли горизонтальні деформаційні складові зв'язані і відрізняються тільки по величині (на рисунку 3 у вигляді фокусу). Тут зв'язаність пов'язана не тільки з коефіцієнтом Пуассона, але і з напружено-деформованою анізотропією відповідного об'єму (маси) порід і ґрунтів (того або іншого житлового масиву) як частини геологічного середовища виділеного регіону. Така зв'язаність або взаємозв'язана деформаційних складових приводить до того, що траєкторії руху сходяться в крапці не по окремих лініях як у вузлі, а по спіралі як у фокусі. Зменшення взаємозв'язаної або незв'язаність можуть привести до замкнутих траєкторій руху у вигляді граничного циклу або до втрати стійкості. Так через те, що стискаюча горизонтальна деформаційна складова перпендикулярна лінії побережжя менше іншої складової по величині і може зменшуватися аж до 0 і навіть до розтягуючих значень на самому побережжі, в районі селища "Таїрова" розташовується нестійкий фокус. Вказана незв'язаність може зменшуватися або згладжуватися, наприклад, катакомбами як в центрі міста і розташуванням на вузькому перешийку між лиманами і морем як на селищі "Котовського", а також на значній відстані від побережжя як на "Черьомушок". Тому в цих районах можуть розташовуватися стійкі фокуси (рис. 3). Стійкий граничний цикл відрізняється тим, що в його достатньо малій околиці немає інших замкнутих траєкторій, а решта всіх траєкторій намотується на неї.

У морській прибережній зоні окремі різко виступаючі частини прибережної лінії у вигляді мису відрізняються природною стабільністю. Це відбувається тому, що тут діють дивні атрактори у вигляді граничного циклу, коли одна з горизонтальних деформаційних складових (направлена паралельно береговій лінії) дорівнює 0, через відсутність напруги на вільних бічних поверхнях, а інша є позитивною через те, що вся маса мису працює на відрив (рис. 2, 3). Дивний атрактор відрізняється тим, що з часом траєкторії руху не тільки стягуються, але і, потрапивши в його область залишаються тут назавжди. Тому дана область стискається і її об'єм може зменшуватися, забезпечуючи стабільну конфігурацію мисів. При цьому на самому атракторе траєкторії можуть експоненціально швидко розходитися, що приводить до локальної (неістотною) нестійкості і до появи ознак хаотичності руху. Це забезпечує певне і стабільне розташування мисів.



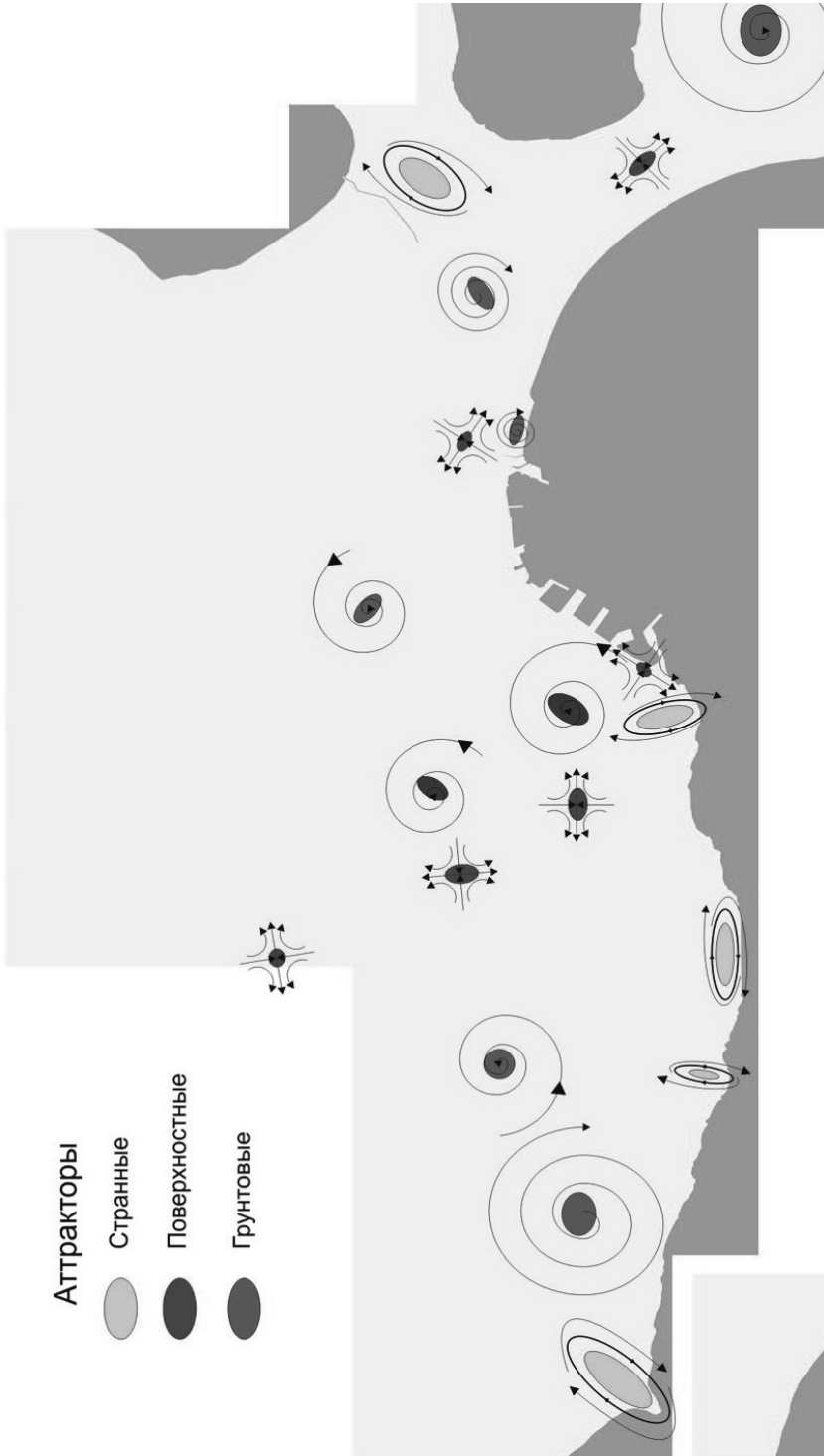


Рис. 3. Схема структуры агаторів в межах м. Одеси

Область “Жевахової гори” має дивний атрактор такого ж вигляду із-за її конфігурації і рози вітрів (рис. 3). Области Аеропорту, залізничного вокзалу і дороги відрізняються динамічністю і поверхневістю із-за незначного заглиблення. Тому тут можуть діяти нестійкі атрактори у вигляді сідла, коли одна з горизонтальних деформаційних складових є позитивною (рис. 3).

Таким чином, з мінімальним використанням представленої математичної моделі (на якісному рівні) отримана досить якісна картина стану геологічного середовища виділеного регіону. З цієї картини видно, що найбільш небезпечними з погляду втрати стійкості є прибережна зона у вигляді різних виступаючих частин берегової лінії і “Жевахова гора”, а також райони Аеропорту, залізничного вокзалу і дороги. Саме у цих районах навіть при невеликому по потужності землетрусі можливі найбільші переміщення і навіть руйнування (рис. 2). Серед житлових масивів найбезпечнішим є район “Черьомушок” як найбільш віддалений від узбережжя. Як можна побачити на рисунку 3 найбільш небезпечним напрямом зовнішньої дії є східно-західне.

Повне використання розробленої математичної моделі і відповідно вирішення системи з трьох диференціальних рівнянь дозволить не тільки деталізувати представлену картину, але і віртуально розглянути динаміку стану геологічного середовища виділеного регіону при зміні таких параметрів, що управляють, як зміна в'язкості порід і ґрунтів, створення нових інженерних споруд, особливо, в прибережній зоні, а також землетруси в найближчих регіонах. А це у свою чергу дає можливість уточнити місця розташування спеціальних діагностичних приладів, наприклад, пристроїв з використанням живих організмів (наприклад, риб), які розроблені нами раніше. Останнє засноване на тому, що атрактор є не тільки концентратором, але і випромінювачем енергії у вигляді хвилі, характеристики якої визначаються властивостями середовища і видом атрактора.

### Метод “русел” та “джокерів”

Задачі з області сейсмології, як відомо, не задовольняють таким обмеженням щодо розмірності. Але відомо, що задачі більшої розмірності можна вирішувати, використовуючи факт неоднорідності фазового простору динамічних систем, що досить часто спостерігається: стан системи в визначених областях фазового простору можна з прийнятною точністю охарактеризувати невеликою кількістю змінних, що описують проекцію малої розмірності. Інші змінні при цьому можуть бути підпорядковані змінним проекції (що називаються *параметрами порядку*), або вони не є важливими з точки зору описання системи в рамках задачі. Проекція малої розмірності може мати місце як на всьому фазовому просторі і в широкому класі задач, так і в окремих областях фазового простору. В цих більш складних випадках проекції малої розмірності можуть бути використані в обмежених областях фазового простору, причому в різних областях проекції можуть бути різними. Такі області називають *русами* [7,8]. Области, в котрих неможливо построи́ти проекції малої розмірності, називають

областями *джокера*, або *джокерами*. Поведінка системи, що знаходиться в області джокера, вирізняється складністю, непередбачуваністю та різноманіттям, внаслідок чого доводиться використовувати ймовірнісні методи або й прості наближені правила, що вводяться емпірично або виходячи з простих міркувань.

Тож *джокер* являє собою правило, або ж алгоритм, що визначає поведінку об'єкту на деякій підмножині фазового простору (області джокера), на котрій різко зростає неозначеність в поведінці об'єкта. При попаданні зображуючої точки в область джокера, відбувається його спрацювання — вступає в дію відповідне правило (алгоритм).

В залежності від особливостей задачі, що потребує вирішення, джокери можуть бути різними. Наприклад, в [7] описані наступні типи джокерів, якими можна керуватися і при моделюванні сейсмічного процесу.

*Джокер першого роду* миттєво переводить систему в означену точку фазового простору. Типовий випадок спрацювання такого джокера — швидке руйнування системи (деталі самого процесу не моделюються).

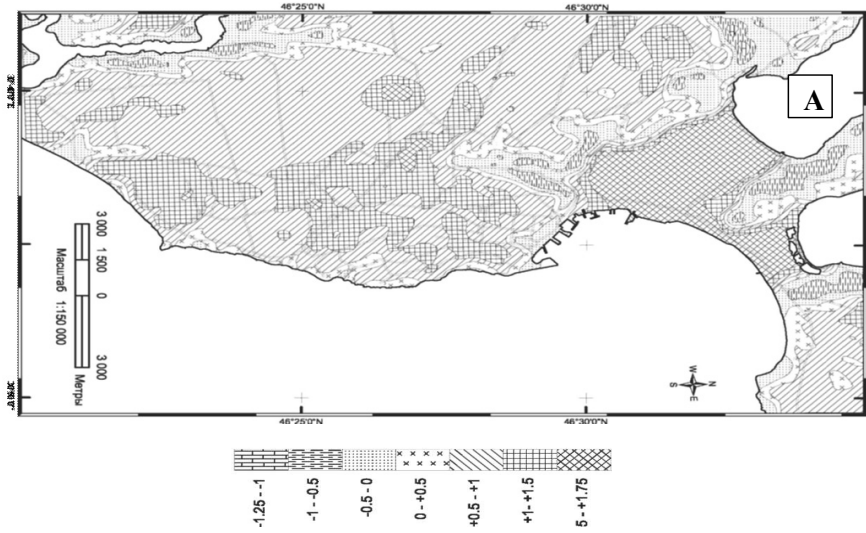
*Джокер другого роду* при спрацюванні з вірогідністю  $p_1$  переводить систему в декотру точку фазового простору А, а з вірогідністю  $p_2$  — в точку В.

*Джокер третього роду* переводить систему в точку декотрої області фазового простору відповідно до заданого закону розподілу вірогідності. Цей джокер можна розглядати як узагальнення джокерів першого та другого роду.

Таким чином, опис системи за допомогою русел та джокерів являє собою свого роду компроміс між динамічними та статистичними методами, наслідуючи, по можливості, точність перших та простоту других. С іншого боку, розглядання об'єкту в термінах русел та джокерів можна розглядати як своєрідне використання техніки асимптотичного аналізу. А саме асимптотичні методи виявляються апаратом для синергетики та інших міждисциплінарних підходів [11].

У тих випадках, коли вдається знайти підходяще русло, можна строїти досить прості моделі. У цих випадках вдається достатньо просто описувати складні системи за допомогою *параметрів порядку* — найбільш важливих параметрів, що характеризують русла. Таким чином, для зменшення кількості змінних у розрахунковій моделі потрібно використовувати методи, що допомогли б звести деякі параметри.

Саме таким методом може стати виділення сейсмічно однорідних мікрорайонів на базі класифікації і районування по 3-х і більше основних параметрах геологічного середовища, що впливають на приріст сейсмічної бальності [11]. На основі розрахунків, що проводились з урахуванням 3-х основних параметрів: рівня ґрунтових вод, потужності четвертинних і крутизни земної поверхні було виділено для території м. Одеси 4 райони і 26 типів підрайонів однорідних за класами своїх параметрів, що склало біля 50-70 сейсмічних мікрорайонів [11]. На 39% території м. Одеси приріст сейсмічної бальності перевищує 1 бал, а на 11% території сейсмічний бал може бути знижений до 0. 5 (рис. 4А). Початковий бал збережеться на 25% території.



Прирошення бальності

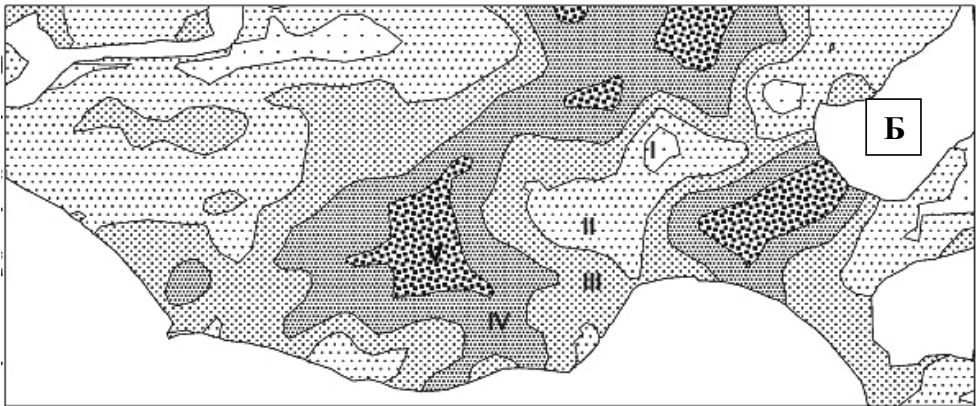


Схема розташування русел та дюкерів відповідно до приросту сейсмічної бальності

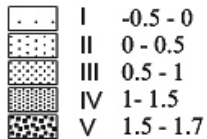


Рис. 4. Карта-схема природнення сейсмічної бальності по центральній частині м. Одеси (А), побудована на підставі інженерно-геологічного типологічного районування, та карта-схема моделювання можливих наслідків сейсмічних явищ (Б).

При використанні такого районування стає можливим введення у модель русел в однорідних за класами своїх параметрів районах і застосування математичного апарату синергетики та його використання для моделювання сценарію поведінки об'єктів у залежності від сейсмічних впливів. В нашому випадку в сейсмічно однорідних районах весь фазовий простір являє собою відповідні русла. Кожному з мікрорайонів відповідають русла з власними параметрами порядку, що можуть бути розраховані виходячи з аналізу відповідних даних [2]. Щоб отримати параметри порядку, необхідно провести реконструювання атракторів для різних сейсмічно однорідних мікрорайонів на основі відповідних сейсмограм. Наразі можна передбачати, що для мікрорайонів з меншим приростом сейсмічної бальності кількість параметрів порядку може бути меншою, ніж для мікрорайонів з максимальним приростом. За цими параметрами в подальшому матимемо усереднену картину поведінки земної поверхні в сейсмічних процесах. На границях між областями слід передбачати джокери відповідного роду, виходячи виключно з якісного аналізу. Так, на границях між областями I-II, II-III, III-IV, слід очікувати розвитку сценарію, що відповідає джокеру I-го роду, тобто усередненої картини між областями I-II, II-III, III-IV; між областями IV-V — другого роду, оскільки ми маємо значний приріст сейсмічної бальності, що може сприяти значному впливу імовірнісних процесів; між областями II, III, IV та водним середовищем — третього роду, як у найменш досліджених, або найбільш непередбачуваних областях. Також джокерами третього роду можуть бути замінені області складної поведінки, наприклад область V, якщо при подальшому аналізі буде виявлено вплив скритих або підпорядкованих змінних.

Таким чином, використання синергетичного підходу із знаходженням русел та джокерів дозволить об'єднати переваги, що їх надають теорія динамічних систем та практичні методи сейсмічного районування, детального сейсмічного районування та сейсмічного мікрорайонування, для проведення моделювання ступеню локальної сейсмічної небезпеки за умови часткової інструментальної сейсмологічної інформації по Одеському регіону.

## **Висновки**

Комплекс проведених досліджень, що включає аналіз літератури, теоретичні та математичні розрахунки й експериментальні дослідження показує можливість створення комплексної системи моніторингу сейсмічних процесів, що поєднає синергетичний метод прогнозування тектонічних процесів з інженерно-геологічною оцінкою ступеня сейсмічної небезпеки територій. Визначення ступеню сейсмічної небезпеки територій фізико-математичними та інженерно-геологічними методами об'єднаними в єдиний геосинергетичний комплекс актуально і вельми перспективно.

Створення універсальної методики моніторингу динамічних процесів для вирішення завдань короткострокового прогнозу катастрофічних землетрусів базується на тому, що будь-який тектонічний процес є процесом самоорганізаційним і ґрунтується на використанні черги положень теорії

змін, теорії катастроф та синергетики, які саме і описують самоорганізаційні процеси.

Побудовано цифрової картографічні моделі рельєфу земної поверхні на підставі використання методик цифрового моделювання за наступними чинниками потоку, можливих напрямків руху поверхневих потоків і їхньої інтенсивності геоморфологічних і морфометричних характеристик: крутості рельєфу, глибини розчленовування рельєфу, густоти розчленовування рельєфу, експозиції схилів, градієнтів зміни висоти, сумарної водозбірної площі можливого поверхневого й ін.

Використання синергетичного підходу із знаходженням русел та джокерів дозволило об'єднати переваги, що їх надають теорія динамічних систем та практичні методи сейсмічного районування, детального сейсмічного районування та сейсмічного мікрорайонування, для проведення моделювання ступеню локальної сейсмічної небезпеки за умови часткової інструментальної сейсмологічної інформації по Одеському регіону.

## Література

1. Андрианов И. В., Баранцев Р. Г., Маневич Л. И. Асимптотическая математика и синергетика: путь к целостной простоте. М.: УРСС, 2004
2. Захаров В. С. Поиск детерминизма в наблюдаемых геолого-географических данных: анализ корреляционной размерности временных рядов. Современные процессы геологии. Сборник научных трудов. М., Научный мир, 2002, с. 184-187.
3. Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и прогнозы будущего. М.: Наука, 1997, 288с.
4. Кейлис-Борок В. И. Динамика литосферы и прогноз землетрясений // Природа, 1989, № 12, С. 10-18.
5. Є. Г. Коніков, М. К. Кременчуцька. Синергетична модель геологічного середовища / Зб. пр. міжнар. наук. — практ. конф. — “Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития ‘2006’” — Одеса: Одеський національний морський університет, 2006. — С. 68-70.
6. Лебедєва Т. М., Кременчуцька М. К. Синергетичне моделювання сейсмічних процесів. // Зб. пр. міжнар. наук. — практ. конф. “Современные направления теоретических и прикладных исследований.” — Одеса: ОНМУ, 2008.
7. Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Джокеры, русла или поиски третьей парадигмы. “Знание — Сила”, № 3/1998.
8. Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Современные проблемы нелинейной динамики. М.: УРСС, 1999.
9. Сидорин А. Я. Предвестники землетрясений. М.: Наука, 1992. 192 с.
10. Соболев Г. А. Основы прогноза землетрясений. М.: Наука. 1993. 313 с.
11. Фесенко О. В. Сейсмічні умови Одеського регіону, інженерно-геологічні та геолого-геоморфологічні основи сейсмічного мікрорайонування м. Одеси. // Вісник Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова. — Одеса: Астропрінт, 2001. — т. 6. — вип. 9. — С. 132-138.
12. Фракталы в физике — Под. ред. Л. Пьетронеро и Э. Тозатти, М.: Мир, 1988.
13. Шустер Г. Детерминированный хаос. М.: Мир, 1988.

<sup>1</sup>Т. М. Лебедева, <sup>2</sup>М. К. Кременчуцкая, <sup>3</sup>Е. Г. Кони́ков,  
<sup>4</sup>В. В. Овчаренко, <sup>5</sup>А. Я. Шатагина, <sup>6</sup>А. В. Фесенко

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, Проблемная научно-исследовательская лаборатория инженерной геологии побережья моря, водохранилищ и горных склонов (ПНИЛ-1), кафедра инженерной геологии и гидрогеологии, Шампанский пер., 2, Одесса, 65058, Украина

## **ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРЕДСКАЗАНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕОРИИ И МЕТОДОЛОГИ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ**

### **Резюме**

Обсуждается использование метода локального уменьшения размерности задачи нелинейной динамики — метода русел и джокеров — для описания сейсмических процессов. Рассматривается возможность связать комбинацию динамических и статистических методов с методом сейсмического микрорайонирования. Предложенные методы представляют собой дальнейшее развитие техники исследования геофизических систем путём комбинации динамических, статистических методов и практических методов сейсмического микрорайонирования.

**Ключевые слова:** землетрясения, сейсмическое микрорайонирование, синергетика, аттрактор, моделирование

<sup>1</sup>T. M. Lebedeva, <sup>2</sup>M. K. Kremenchutskaia, <sup>3</sup>E. G. Konikov,  
<sup>4</sup>V. V. Ovcharenko, <sup>5</sup>A. Ya. Shatagina, <sup>6</sup>A. V. Fesenko

<sup>1-5</sup> Odessa National University, Problem Research Laboratory # 1, department of Engineering Geology and Hydrogeology, Shampansky Str., 2 Odessa, 65058, Ukraine,  
<sup>6</sup> Department of Engineering Geology and Hydrogeology, Shampansky Str., 2 Odessa, 65058, Ukraine

## **SUBSTANTIATION OF THE PREDICTION TECHNIQUE OF THE SEISMIC PHENOMENA ON THE BASIS OF THE THEORY AND METHODS OF NONLINEAR DYNAMICS**

### **Summary**

The use possibility of the channels and jokers method, the one for local reduction of a nonlinear problem rank, is discussed. An opportunity of connection the combination of dynamic and statistical methods with a seismic microzonation method is considered. The offered methods are further development of research technique of the geophysical systems by combination of dynamic, statistical methods and practical methods of the seismic microzonation.

**Keywords:** earthquake, seismic microzonation, sinenegetic, attractor, simulation

<sup>1</sup>А. В. Чепижко, д-р геол. наук, профессор

<sup>1</sup>В. Н. Кадури́н, канд. геол.-минерал. наук, доцент,

<sup>2</sup>Л. Н. Шатохина, канд. геол.-минерал. наук, доцент

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,

<sup>1</sup>кафедра общей и морской геологии,

<sup>2</sup>кафедра физической географии и природопользования

ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

## ЗНАЧЕНИЕ АКЦЕССОРНОГО МОНАЦИТА В ОПРЕДЕЛЕНИИ ХАРАКТЕРА ПЕТРОГЕНЕЗИСА ГРАНИТОВ КИРОВОГРАДСКОГО ТИПА УКРАИНСКОГО ШИТА

Одним из важных разделов минералогии есть учение об акцессорных минералах. Его развитие тесно связано с успехами минералогии, петрографии, геохимии и других наук геологического цикла. Уже в конце 50-х годов стала очевидной высокая эффективность использования результатов изучения акцессорных минералов. Были заложены основы методики извлечения и изучения акцессорных минералов, которые впоследствии совершенствовались. Позже предложены методы обработки и анализа результатов изучения и использования информации по акцессорным минералам при решении различных геологических задач. Среди них, в первую очередь, можно назвать корреляцию образований разных по возрасту, составу, условиям образования; расшифровку генезиса пород, определения геохимической и металлогенической специализации, абсолютного возраста, первичного состава метаморфических и ультраметаморфических образований и минералогических поисковых признаков рудопроявления.

**Ключевые слова:** монацит, гранит, Украинский щит, порода, минерал, рудопроявления.

### Введение

В настоящее время остро стоит вопрос об использовании минеральных ресурсов в нашей стране. Среди минералов, которые используются в народном хозяйстве, большое значение имеет монацит, — минерал, содержащий в себе ряд редких химических элементов. Эти элементы используются в радиотехнике, телемеханике, при изготовлении оптических приборов, в изготовлении красок и лаков и пр. При поисках и эксплуатации месторождений монацита и определении его роли в образовании горных пород нужно знать характер петрогенезиса гранитов, в частности — на Украинском щите. В этой связи не вызывает сомнений *актуальность* данной статьи. Использование гранита и его составных частей (в т. ч. и монацита) в хозяйстве подчеркивает *практическую значимость* данной работы.

*Цель работы* — на примере гранитов, относимых к кировоградскому типу, изучить акцессорный монацит, определить главные закономерности

процесса образования гранитов и параметры стадийности их образования. *Основными задачами*, которые решались в ходе проведения обобщения и анализа материала данной статьи, выступают следующие: 1) анализ содержания и основных параметров распределения монацита; 2) определение на уровне акцессорного монацита характера и хода процесса гранитизации; 3) анализ содержания редкоземельных элементов (РЗЭ) в монаците; 4) определение сходства парагенетических гранитов кировоградского гранитного комплекса Ингульского мегаблока и стадийности (этапности) их создания.

*Объектом* исследования данной статьи является акцессорный монацит порфириовидных трахитоидных гранитов кировоградского типа Украинского щита. *Предмет* исследования нашей статьи представлен как генезис трахитоидных гранитов кировоградского типа Украинского щита.

### **Методы исследований**

Основным методом исследований является онтогенетический метод изучения акцессорных минералов, с использованием генерационного анализа. Генерационный анализ представляет собой оригинальную разработку Лаборатории акцессорных минералов Одесского национального университета имени И. И. Мечникова. Определение генераций минералов и последовательности их образования позволяет изучить эволюцию геохимического процесса по мере формирования парагенезиса и самого отдельного минерала. Исследование анатомии кристаллов акцессорных минералов и включений в них позволяет также конкретизировать и генетическую информацию. Среди акцессорных минералов достоверно установлены генерации циркона, апатита, монацита (в формах магматических ранних и поздних, пегматитовых, пневматолитовых и гидротермальных), которые выделились на соответствующих стадиях кристаллизации расплава.

Обобщенной моделью кристаллов определенной генерации является генерационный тип акцессорного минерала. Распределение генерационных типов акцессорных минералов дает возможность прогнозировать эволюцию петрогенезиса генетического типа породы и возможного оруденения (пегматиты, пневматолитовые метасаматиты и гидротермалиты). Анализ результатов также был дополнен оригинальными способами математической обработки полученных данных. Количественный расчет типоморфных синпетрогенных ассоциаций акцессорных минералов и выявление соотношений генерационных типов (в составе наиболее распространенных акцессориев) позволяют реконструировать общую генетическую картину геологического объекта. Состав и структура автометасаматических типоморфных ассоциаций акцессорных минералов несут информацию о типе вероятного редкоземельного и редкометалльного оруденения, связанного с постмагматическим этапом формирования геологического тела.

Материалы для последующих исследований были собраны во время геологических экспедиций и камеральной обработки образцов породы в лаборатории по стандартной методике [1].

## Результаты исследований и их анализ

Монацит в гранитоидах Украинского щита является обычным аксессуарным минералом. Особенно широко монацит распространён в бердичевских, житомирских, днепровских, кировоградских и других типах гранитов [1, 2, 4, 6, 7]. Степень изученности аксессуарного монацита в гранитных массивах Ингуло-Ингулецкого мегаблока Украинского щита (УЩ) неодинакова. Нами он детально изучен в порфиroidных гранитах, относимых к кировоградскому типу Вознесенского, Кировоградского, Бобринецкого и Уманского массивов, а также трахитоидных гранитах Новоукраинского массива [3, 4, 6, 7]. Как видно из табл. 1, монацит распределён по массивам неравномерно. Наибольшее его содержание, при постоянной встречаемости, отмечено для порфиroidных гранитов Вознесенского массива, наименьшее — для порфиroidных гранитов Уманского массива. Коэффициент вариации средних содержаний также колеблется в широких пределах — от 92 до 295%.

Принято считать, что в ультраметаморфических породах монацит является только новообразованным, а вот в метаморфических породах — также и новообразованным, и реликтовым. Реликтовый монацит в метаморфических породах по одним данным сохраняется только до фации зелёных сланцев, а по другим — вплоть до гранулитовой [3, 5 и др.].

Таблица 1

Содержание и параметры распределения аксессуарного монацита в гранитах Ингуло-Ингулецкого мегаблока УЩ

Массив	$\bar{x}$	$\delta$	V	W	$L_1$	$L_2$
Бобринецкий	6,92	14,22	205	82	2,14	11,71
Кировоградский	8,39	7,76	92	95	4,81	11,97
Вознесенский	21,36	13,34	114	97	1,05	37,21
Уманский	0,28	0,83	295	39	0,05	0,74
Новоукраинский	12,9	17,09	132	100	1,45	24,35
Воссятский	26,01	8,93	159	76	1,31	33,12

Примечание:  $\bar{x}$  — среднее содержание минерала (г/т);  $\delta$  — среднее квадратичное отклонение; V — коэффициент вариации среднего содержания (%); W — частота встречаемости (%);  $L_1, L_2$  — доверительные интервалы при доверительной вероятности  $l = 0,95$ .

По данным изучения особенностей морфологии, оптических свойств, химического состава, характера включений, распределения в различных петрографических типах пород и других признаков нами выделяются несколько генераций монацита (табл. 2). Первая генерация ранней стадии ультраметаморфизма представлена кристаллами таблитчатого облика. В гранитах эта генерация монацита приурочена к плагиоклазу и обычно облекается оболочкой продуктов изменения.

Наблюдаемое помутнение зёрен монацита первой генерации, по-видимому, обусловлено также развитием процессов изменения. Наиболее ранняя “таблитчатая” генерация монацита характеризуется сложными крис-

таллографическими очертаниями и довольно крупными размерами зёрен (0,2 мм). Включения представлены цирконом. Показатели преломления наиболее высокие, однако, двупреломление понижено, что может объясняться интенсивным развитием процессов вторичного изменения. Последнее подтверждается также и общим “замутнением” зёрен, обилием вторичных включений окислов железа и т. д.

Таблица 2

**Распределение генераций акцессорного монацита в гранитах кировоградского типа центральной части УЩ**

Массивы	Синпетрогенные генерации			
	I стадии	II стадии	Пегматитовые	Пневматолитовые
Бобринецкий	10,0/0,69	28,0/1,94	58,0/4,01	4,0/0,28
Кировоградский	10,0/0,84	23,0/1,93	61,0/5,18	6,0/0,48
Новоукраинский	10,0/1,29	31,0/4,00	52,0/6,71	7,0/0,90
Уманский	8,0/0,05	53,0/0,15	33,0/0,10	6,0/0,05
Вознесенский*	5,0/1,11	90,0/19,92	1,0/0,22	4,0/0,89

Примечание: в числителе — содержание в %, в знаменателе — содержание в г/т, \* — по данным В. М. Робул [119].

Первая генерация монацита в трахитоидных гранитах ассоциирует с плагиоклазом, причём обычно вокруг образуется оболочка, состоящая из продуктов изменения (серицит, кварц и др.). В порфиробластах калиевого полевого шпата эта генерация монацита не встречена. В отдельных случаях на контакте плагиоклаза с включением монацита и замещённого микроклина чётко видна интенсивная коррозия монацита, вплоть до его полного выщелачивания.

Следующая вторая генерация монацита представлена “уплощённой” (“чечевицеобразной”) разностью. Характерной чертой этой генерации является наличие многочисленных включений призматического апатита. Химический состав отличается высоким содержанием лантана и неодима. Монацит второй генерации ассоциирует с кварцем, биотитом, подавляющее большинство его приурочено к межзерновым швам, расположены кучно. Образование этой генерации связывается с проявлением процесса микролинизации. В литературе подобная связь описывается как процесс, при котором в ходе микролинизации плагиоклазов освобождаются редкие земли, кальций, торий, уран, которые могут связываться в монаците [2, 8]. Очевидно, что к этой генерации относится и “комковатый” тип монацита, распространённый в породах экзоконтактов Вознесенского массива.

Третья (т. н. “призматическая”) генерация монацита характерна, прежде всего, для пегматитов. Это свидетельствует о формировании её в данную стадию процесса образования гранитов и гранитных массивов в целом. Особенность этой генерации заключается в изменении морфологии и увеличении размеров зерен, появлении газово-жидких включений. К ней относится и “пластинчатая” разновидность, составляющая основную массу в мелкозернистых жильных гранитах.

Наиболее поздней четвёртой генерацией, по-видимому, является “каплевидная” разновидность монацита, встречающаяся в большинстве типов пород, но особенно — в поздних образованиях (зона изменений, биотититы и др.). Она характеризуется гомогенным строением, отсутствием включений, высокой прозрачностью, небольшими размерами. В ней зафиксированы самые высокие содержания празеодима, типичны только следы неодима, низкое содержание лантана и цезия. Судя по всему, эта генерация может быть связана с развитием пневматолито-гидротермальных процессов, завершающих общий процесс формирования гранитных массивов.

Анализ распределения генераций монацита в изученных массивах показывает неравномерность разделения содержания монацита в целом и его генераций (табл. 2, 3). Для сравнения в табл. 3 приведены распределения генераций циркона, показывающие совпадение по наличию генераций, относимых к тому или иному этапу генезиса гранитов.

Таблица 3

**Распределение генераций акцессорного циркона и монацита гранита Ингуло-Ингулецкого мегаблока УЩ**

Генерации	Минералы	Массивы				
		Бобринецкий	Кировоградский	Новоукраинский	Уманский	Вознесенский
1 стадия ультраметаморфизма	циркон	0,8	0,8	1,7	0,9	-1
	монацит	-0,1	-0,1	0,1	-0,1	0,01
2 стадия ультраметаморфизма	циркон	1,1	0,9	1,5	1,1	-0,6
	монацит	0,3	0,3	0,6	0,2	1,3
Пегматитовая	циркон	1,2	0,8	1,2	0,9	0,7
	монацит	0,6	0,7	0,8	0,1	0,6
Пневматолитовая	циркон	0,9	0,6	0,9	0,7	-1
	монацит	-0,5	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1

Примечание: распределение генераций приведено в десятичных логарифмах содержаний (г/т)

Для примера, в трахитоидных гранитах Вознесенского массива монацит второй генерации составляет примерно 90% всего количества. Далее идёт первая генерация, с “таблитчатыми” кристаллами — около 5%, а затем — четвёртая генерация, с “каплевидным” монацитом (его содержание 4%). В заключение идет третья генерация, со средним содержанием “призматических” кристаллов, равных 1%. Примерно такое же распределение генераций и в гранитах Восьянского массива. В приконтактных же гранито-гнейсах встречаются только монациты второй генерации (2-й стадии ультраметаморфизма).

В выделенном ряду генераций монацита наблюдается закономерное изменение типоморфных свойств и признаков. Для первой генерации характерны сложные кристаллографические формы, наличие включений ранних акцессорных минералов и другие признаки. В выделениях последующих генераций степень идиоморфизма понижается, уменьшается содержание

лантана, церия, неодима при возрастании празеодима, появляются жидкогазовые включения, увеличивается показатель преломления и т. д.

В ходе калишпатизации из нарушенной структуры породы вместе с *Ca*, *Na* высвобождаются редкие земли, а жидкофазные и твёрдофазные реакции приводят к формированию самостоятельных минеральных фаз, реализующихся в самостоятельные минеральные виды — монацит (*Ce*, *La*, *Y*, *Th*) $PO_4$ ; *U*,  $SO_4$ ,  $SiO_4$ , ксенотим ( $YPO_4$ ), ортит ( $(Ca, Ce, La)_2(Al, Fe, Mn, Be)_3[SiO_4][Si_2O_7]O(O, OH)$ ), чевкинит ( $Ce_4Fe_2Ti_3[Si_2O_7]O_8$ ), *Ta-Nb*. Причём, на каждом из выделенных на УЩ структурно-тектоническом районе определена своя специфика в развитии и распределении акцессорных минералов. Так, для центральной части УЩ характерна *Ce-Y* группа минералов — ксенотим, монацит; для Приазовья — *Ce-Ti* — чевкинит, и для северо-западной части Украинского щита — *Y-Ce* — монацит. Как известно [5, 8], монацит — селективный минерал, в нём накапливаются, главным образом, лантан и редкие земли цериевой группы. Количество редкоземельных элементов в акцессорном монаците отдельных типов гранита колеблется в значительных пределах (табл. 4).

Таблица 4

Химический состав акцессорного монацита, %

Оксиды	Массивы		
	1	2	3
SiO <sub>2</sub>	1,48	1,46	3,82
TiO <sub>2</sub>	0,1	0,11	0,17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,42	0,83	1,24
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,62	1,21	2,88
TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	36,48	36,08	64,25
CaO	1,12	1,53	0,2
MgO	0,27	0,42	0,12
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	27,34	26,92	26,5
Ge <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,73	20,36	н. о.
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,2	0,24	0,4
п. п. п.	1,02	1,06	1,01
U <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	0,16	0,79	н. о.
ThO <sub>2</sub>	8,53	8,2	н. о.
Σ	100,46	100,21	100,59

Примечание: из порфириовидных гранитов: 1 — Вознесенского массива [4]; 2 — Бобринецкого массива; 3 — Уманского массива [7].

Результаты анализа редких земель в выделенных генерациях монацита приведены в табл. 5. По их содержанию, в монаците второй генерации содержатся комковатые разности из экзоконтактовых гранитогнейсов и уплотнённые разности из трахитоидных гранитов, и они близки между собой. Некоторые различия наблюдаются по церию, которым более богаты монациты их гранитов. Последние также несколько беднее иттрием и гадолинием. Монациты третьей генерация в виде пластинчатых разностей в целом обнаруживают близость к четвертой генерации — к “капельным”.

Таблица 5  
 Распределение редкоземельных элементов в генерациях акцессорного монацита гранита Ингуло-Ингулецкого мегаблока  
 УЩ

Порода	Морфологический тип	Генерация	Nd	La	Pr	Sm	Gd	Y	Ce	Er	Lu
Гранат-биотитовый гнейс***	н. о.	реликтовая	29,6	21,4	7,4	1,55	2,34	2,8	36,6	0,58	0,32
Гранито-гнейс порфировидный западный экзоконтакт	Комковатый (уплощённый)	2-я	14	24	2,2	9,8	1,68	1,22	52,9	-	-
Трахитоидные граниты Вознесенского массива	Уплощённый	2-я	14,50	34,10	3,57	10,64	0,66	0,9	64,29	-	-
Мелкозернистые жильные граниты	Пластинчатый (призматический)	3-я	6,55	17,10	3,07	7,98	1,11	0,8	36,61	-	-
Биотиты (граниты)	Каплевидный	4-я	6,80	19,50	8,00	е. з.	0,77	0,92	36,09	-	-
Мелко-среднезернистые граниты Воссятского массива	н. о.	н. о.	13,56	28,41	6,60	16,51	1,14	0,70	66,92	-	-
Вознесенские граниты*	н. о.	н. о.	16,50	22,50	5,50	н. о.	1,40	1,10	53	-	-
Бобринские граниты**	н. о.	н. о.	17,50	26,30	5,10	3,10	2,50	-	45,5	-	-
Граниты УЩ*	н. о.	н. о.	17,80	26,70	5,20	2,50	1,60	-	46,2	-	-
Виницкие граниты***	н. о.	н. о.	19,70	23,60	5,30	5,10	3,00	-	43,3	-	-
Житомирские граниты***	н. о.	н. о.	19,70	23,70	5,50	3,80	2,00	-	45,3	-	-
Пелматит**	н. о.	н. о.	22,40	22,40	5,60	4,90	2,30	-	42,4	-	-

Примечание: \* Робул В. М., 1978; \*\*Вайнштейн, 1956; \*\*\*Ивангишин, 1965; н. о. — не определено.

Видимыми являются различия: монациты третьей генерации и “капле-видные” отличаются почти полным отсутствием неодима и более высоким содержанием празеодима. От предыдущей генерации эти монациты отличаются, главным образом, более низкими значениями лантана, церия и неодима. Обращает на себя внимание близкое содержание этих элементов в комковатых и уплощенных разностях. Так, пластинчатые и призматические монациты содержат больше тория.

Установлены корреляционные связи содержаний для всех редкоземельных элементов. Только некоторые из них дают положительные средние и сильные зависимости, другие — отрицательные средние зависимости (табл. 6).

Таблица 6

**Коэффициенты корреляции содержаний РЗЭ в монацитах**

Пары РЗЭ	Nd/Pr	Nd/Gd	Nd/Y	La/Sm	Pr/Sm	La/Ce	Pr/Ce	Sm/Ce	Gd/Ce	Pr/Gd	Pr/Y
Кк	0,4	0,8	0,4	0,5	-0,4	0,8	-0,4	0,7	-0,5	0,4	0,5

Примечание: РЗЭ — редкоземельные элементы; Кк — коэффициент корреляции.

Анализ приведенного материала позволяет утверждать, что гранитоиды кировоградского типа формировались в два этапа ультраметаморфизма. Формирование гранитов связано не только с проявлением высоких степеней ультраметаморфизма, частичным локальным понижением давления в процессе метаморфизма и ростом роли летучих и щелочных компонентов, в первую очередь фосфора, фтора, воды и калия, но и с неоднородным проявлением этого процесса. Процесс плавления “in situ”, без перемещения субстрата, был определён повышением температуры (мощный тепловой поток), локальным падением давления в ослабленных зонах и притоком летучих компонентов и возрастанием роли калия. В результате калишпатизации проходит перераспределение редкоземельных элементов, в первую очередь — церия и иттрия в самостоятельные минеральные фазы, а затем образование монацита и ксенотима. Полиэтапность гранитизации усиливает процесс фракционирования редких земель. Вместе с тем, особенно тугоплавкие минералы (циркон, магнетит) хранятся в виде реликтов или “ядер” в новообразованных кристаллах ультраметаморфитов.

## **Заключение**

Изложенное в этой статье дает нам возможность представить такие основные выводы:

1. Полиультраметаморфизм является процессом накопления редкоземельной и редкометальной минерализации.

2. Наиболее продуктивными можно считать поздние фазы полиультраметаморфизма, на которых не только максимально накапливаются редкоземельные элементы, но и происходит их фракционирование.

3. Минералогеническая специализация гранитоидов наиболее чётко может быть выявлена при анализе акцессорных минералов, которые содержат информацию по последовательности и этапности гранитообразования.

4. Генерационный анализ монацита может быть использован как прогностический критерий при оценке потенциальной рудоносности изученных гранитоидов и особенно метасоматитов, связанных с ними.

## Литература

1. *Акцессорные минералы Украинского щита*: Сб. научн. трудов // Беспалько Н. А., Донской А. Н., Елисеева Г. Д. и др.; Под ред. Б. Ф. Мицкевич и Н. П. Щербака. — Киев: Наукова думка, 1976. — 260 с.
2. *Белевцев Я. Н., Сухилин А. Н.* Некоторые минеральные, геохимические и генетические особенности гранитов в центральной части Украинского щита // Геол. журнал. — 1974. — Т. 34. — Вып. 1. — С. 137–143.
3. *Носырев И. В., Робул В. М., Кадурич В. Н. и др.* Акцессорные минералы метаморфических пород // Роль акцессорных минералов в познании истории развития докембрия. — М.: Наука, 1986. — С. 34–35.
4. *Носырев И. В., Робул В. М.* Типоморфизм и генерации монацита ультраметаморфических гранитов Кировоградского блока и вмещающих их метаморфических пород // Акцессорные минералы докембрия. — М.: Изд. АН СССР, 1968. — 412 с.
5. *Семёнов В. И.* Минералогия редких земель. — М: Наука, 1980.
6. Толстой М. І., Н. В. Костенко, Кадурич В. М. та ін. Петрографія, акцесорна мінералогія гранітоїдів Українського щита та їх речовинно-петрофізична оцінка. — К.: ВПЦ "Київський університет", 2008. — 356 с.
7. *Чепижко А. В.* Типоморфизм акцессорных минералов гранитоидов центральной части Украинского щита // Вестник Киев. ун-та. Прикладная геохимия и петрофизика. 1986, вып. 13. — С. 32–40.
8. *Щербак М. П.* Геологія і акцесорна мінералогія докембрію верхів'я р. Тетерев. — К.: Видавн. АН УРСР, 1961. — 86 с.

<sup>1</sup>О. В. Чепіжко, <sup>1</sup>В. М. Кадурін, <sup>2</sup>Л. М. Шатохіна

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

<sup>1</sup>кафедра загальної та морської геології,

<sup>2</sup>кафедра фізичної географії та природокористування  
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

## **ЗНАЧЕННЯ АКЦЕСОРНОГО МОНАЦИТА У ВИЗНАЧЕННІ ХАРАКТЕРУ ПЕТРОГЕНЕЗИСА ГРАНІТІВ КІРОВОГРАДСЬКОГО ТИПУ УКРАЇНСЬКОГО ШИТА**

### **Резюме**

Детально вивчено акцесорний монацит гранітних масивів Інгуло-Інгулецького мегаблоку Українського щита. Виділяються декілька генерацій монацита: перша генерація ранньої стадії ультраметаморфізма, друга генерація пізньої стадії ультраметаморфізма, пегматитова і пневматолітова. Вони визначаються особливістю морфології, оптичних властивостей, хімічного складу, характеру включень, розподілу в різних петрографічних типах порід та іншим ознакам. Встановлені кореляційні зв'язки вмісту для всіх рідкоземельних елементів. Тільки деякі з них дають позитивні середні і сильні залежності, інші — негативні середні залежності. Мінералогенічна спеціалізація гранітоїдов найчіткіше може бути виявлена при аналізі акцесорних мінералів, які містять інформацію про послідовність і концентрацію рідкосноземельної та рідкіснометалевої мінералізації.

**Ключові слова:** монацит, граніт, Український щит, порода, мінерал, рудопрояви.

<sup>1</sup>A. V. Chepizhko, <sup>1</sup>V. N. Kadurin, <sup>2</sup>L. N. Shatokhina

Odessa National Mechnikov's University

<sup>1</sup>Dept. General and Marine Geology

<sup>2</sup>Dept. Physical Geography and Nature Management  
Dvoryanskaya St., 2, Odessa-82, 65082, Ukraine

## **ROLE OF ACCESSORY MONAZITE IN DEFINITION OF CHARACTER PETROGENEZISA GRANITES KIROVOGRAD TYPE OF UKRAINIAN BOARD**

### **Summary**

It is in details studied accessory monazite granite files of Ingulo-Inguletskogo of the megablock of the Ukrainian board. Are allocated a little generation monazit: the first generation of an early stage ultra-metamorphism, the second generation of a late stage ultra-metamorphism, pegmatite and pnevmatolit. They are defined by feature of morphology, optical properties, a chemical compound, character of inclusions, distributions in various petrography types of breeds and to other signs. Correlation communications of maintenances for all rare-earth elements are established. Only some of them give positive average and strong dependences, others — negative average dependences. Mineral genesis specialization granites can be most accurately revealed at the analysis accessory minerals which contain the information on sequence and concentration rare-earth and rare-metals mineralization's.

**Key words:** monazite, granites, Ukrainian board, rock, mineral, mine area.

**Е. А. Черкез**, доктор геол.-мин. наук, профессор  
**Д. В. Мелконян**, кандидат физ.-мат. наук, доцент  
Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,  
кафедра инженерной геологии и гидрогеологии,  
Шампанский пер., 2, Одесса, 65058, Украина

## ОЦЕНКА РОЛИ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ ОПОЛЗНЕЙ ОДЕССКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ

Оценена роль флуктуации отдельных природных факторов — атмосферных осадков и колебания уровня подземных вод — в оползневом процессе на участке Одесского побережья Ланжерон — Аркадия за период с 1954 по 1969 гг. Флуктуации рассматриваемых факторов изучены на фоне вариации солнечной активности. Выявлены отдельные периоды синхронной флуктуации указанных факторов и скоростей смещения реперов в пределах оползневого склона и коренного массива.

**Ключевые слова:** оползни, атмосферные осадки, подземные воды, солнечная активность, флуктуации.

### Введение

Оползни Одесского побережья представляют собой сложный многофакторный процесс, и успех борьбы с ними всецело зависит от того, насколько учтены при назначении противооползневых мероприятий закономерности развития оползней и установлены основные факторы, вызвавшие оползень и поддерживающие его развитие.

Целью настоящей статьи является оценка роли атмосферных осадков и подземных вод (на фоне флуктуации солнечной активности) в развитии оползневого процесса на участке Одесского побережья Ланжерон — Аркадия за период с 1954 по 1969 гг.

В связи с этим в нашем исследовании предусматривалось: 1) изучить флуктуации рассматриваемых факторов и скоростей смещения реперов, расположенных в пределах оползневого склона и коренного массива; 2) количественно и качественно оценить участие вышеуказанных факторов в оползневом процессе.

Оползень всегда обусловлен совокупностью различных факторов, и каждый фактор играет свою роль в оползневом процессе. Отметим, что факторами оползневого процесса являются не только любое обстоятельство или процесс, которые приводят к формированию оползня, но и те, которые влияют на динамику, механизм смещений и деформаций пород склона после основного смещения. Подразделение факторов на главные и второстепенные достаточно условно, т. к. в зависимости от стадии и фазы оползневого процесса, выполнения отдельных противооползневых и берегозащитных мероприятий, вклад любого из факторов может изменяться. Например, на

северо-западном побережье Черного моря основным фактором формирования оползней выдавливания является абразия, негативное влияние которой было устранено в результате строительства комплекса противооползневых и берегозащитных сооружений в пределах значительной части Одесского побережья. Вместе с тем, опыт эксплуатации противооползневых сооружений показывает, что их выполнение не приводит к полному прекращению деформаций пород оползневого склона. Это может быть обусловлено несколькими группами причин и факторов. Одна из них — это причины технологического и технического характера и вторая — природные, среди которых наиболее быстро изменяющиеся во времени — количество атмосферных осадков и уровень подземных вод. Большинство исследований [1, 2, 3, 4] указывают на отсутствие непосредственной зависимости между формированием оползней выдавливания на Одесском побережье и изменением климатических условий. Однако эти и другие исследования [5] позволяют заключить, что атмосферные осадки, ветровой и температурный режим влияют на изменчивость уровня подземных вод и опосредованно на активизацию деформаций пород склонов.

Важная роль подземных вод в развитии оползней на Одесском побережье отмечена в работах [1, 2, 3, 5, 6]. Наличие подземных вод может увеличить сдвигающие силы (увеличение веса пород, появление фильтрационных сил) и уменьшить прочность пород. Периодическое промачивание и высыхание покровных образований, обуславливающее циклические изменения их устойчивости, одновременно может способствовать необратимому процессу выветривания. Подчеркнем, что интенсивность оползневых смещений, например, в лессовидных породах возрастает вместе с освоением территорий, главным образом вследствие подъема уровня четвертичного водоносного горизонта, вызванного техногенным обводнением прибрежной части плато, которая наиболее чувствительна к изменениям природной обстановки [7]. Увеличение количества оползней с ростом уровня грунтовых вод обусловлено возрастанием мощности ослабленной зоны, формирующейся в результате изменения напряженного состояния и снижения прочности лессовидных суглинков [7].

Большинство факторов формирования и активизации оползней взаимосвязаны и взаимодействуют. Тем не менее, разложение комплексного действия факторов на составляющие элементы необходимо для оценки их роли в оползневом процессе.

### **Результаты анализа фактического материала**

Анализ данных многолетних геодезических наблюдений показывает, что после выполнения противооползневых мероприятий оползневые склоны Одесского побережья медленно деформируются со скоростью от нескольких до десятков миллиметров в год. В целом незначительные величины оползневых смещений и деформаций могут оказаться предельными для многих сооружений, что обуславливает необходимость рассмотрения вопросов длительной устойчивости склонов по деформированному состоянию.

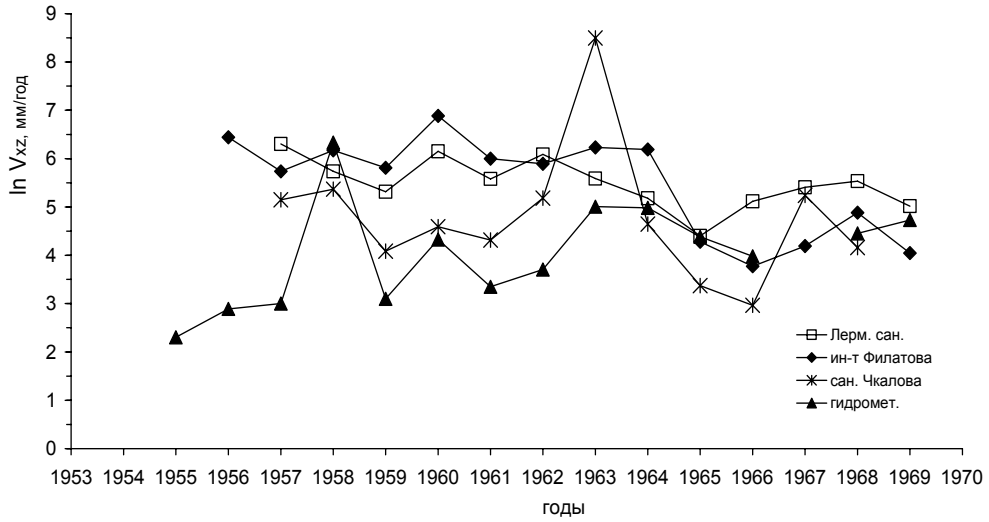
В силу недостаточной разработанности эффективных детерминированных методов прогноза оползневых смещений и критериев запаса прочности по деформациям большое значение имеет анализ данных многолетних геодезических наблюдений за режимом деформирования склонов и факторов, которые непосредственно или косвенно могут оказывать влияние на устойчивость склона.

В рамках современных представлений эволюция и развитие природных процессов рассматриваются в составе концепций, среди которых наиболее рациональными представляются гелиогеодинамические модели. Существенным аспектом данных моделей является ритмический (периодический) характер поступления в геосистему энергии, вовлекаемой в геологический круговорот и затрачиваемой на развитие и эволюцию ее подсистем: поглощение и трансформация солнечной энергии, влагооборот, геохимический круговорот, механические перемещения вещества под действием силы тяжести и др.

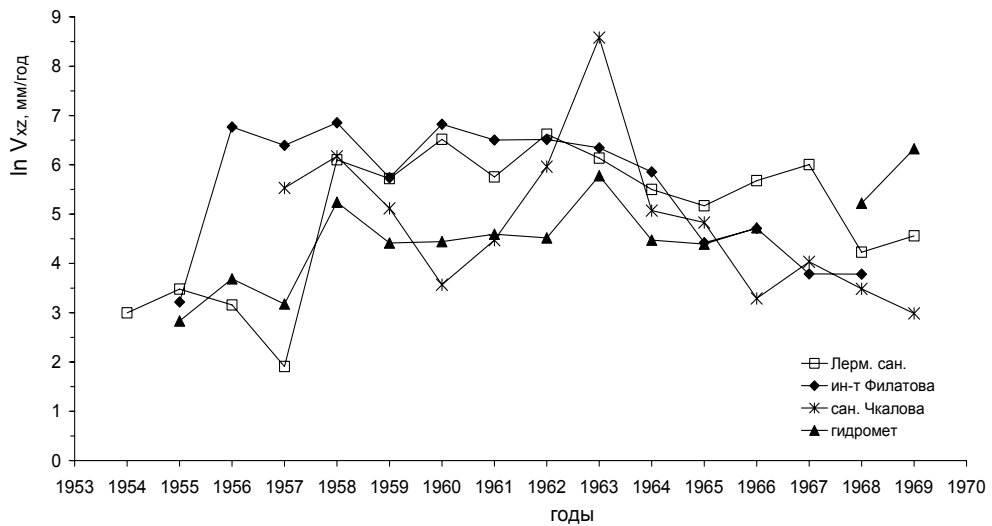
Колебания солнечной активности вызывают возмущения магнитного поля Земли и циркуляции атмосферы, а через последнюю воздействуют на климат, гидрологические процессы и т. д. Колебания климата вызывают изменения уровня морей, озер, водности рек, характера почв и даже рельефа. Кроме того, поднятия и опускания земной коры влекут за собой изменения гидрогеологических условий, а в некоторых случаях вызывают перестройку геологических комплексов в целом. В то же время большинство природных процессов связано с “источниками периодичности” опосредованно, поэтому многообразие связей между разными компонентами геосистем приводит к формированию сложных интегративных временных гармоник, образованных путем сложения, интерференционных и когерентных явлений в ходе перераспределения внешней энергии.

Периодическое увлажнение горных пород может значительно больше влиять на интенсивность деформации пород, чем постоянное водонасыщение. В процессе многократного циклического увлажнения горных пород деформации носят неравномерный характер, могут сопровождаться чередованием периодов ускорения и замедления. В связи с этим мы проанализировали данные скоростей смещения реперов (рис. 1), расположенных в пределах склонов на участке побережья Ланжерон — Аркадия, и изучили флуктуации этих же скоростей (рис. 2) и колебания уровней подземных вод (рис. 3, 4).

Геодезические наблюдения за перемещением реперов на оползневых склонах Одесского побережья были начаты Одесской оползневой станцией в 1934 г., однако их длительность не превышала 2-3 лет. Относительно систематические геодезические наблюдения на побережье проводились Причерноморской ПСЭ с 1954–1955 гг. по 1969 г. На участке побережья Ланжерон — Аркадия были заложены 23 геодезических створа, состоявших из 10–15 реперов, по которым определялись вертикальные и горизонтальные составляющие смещений. В пределах каждого створа реперы были сгруппированы по морфодинамическим зонам: плато, верхняя, средняя и нижняя части склона. Для каждой из морфодинамических зон определялись средние величины смещений реперов по створу и средние по участку побережья.



а)



б)

Рис. 1. Графики результирующих скоростей ( $V_{xz}$ ) смещения реперов участков: Лермонтовский санаторий, институт им. В. П. Филатова, санаторий им. В. Чкалова и гидрометобсерватория: а — средняя часть склона; б — нижняя часть

На рис. 1 приведены графики результирующих скоростей ( $V_{xz}$ ) смещения реперов для средней (наиболее характерной) и нижней части склонов участков гидрометобсерватория, Лермонтовский санаторий — стадион “Динамо”, ин-т им. Филатова и санаторий им. Чкалова. Рис. 1 демонстрирует пространственную однородность процессов деформации на склонах указанных участков исследуемой территории. Учитывая общий динамический

характер смещений во времени на данных участках, далее флуктуации скоростей смещения реперов рассматривались нами для целого единого участка Ланжерон — Аркадия (рис. 2).

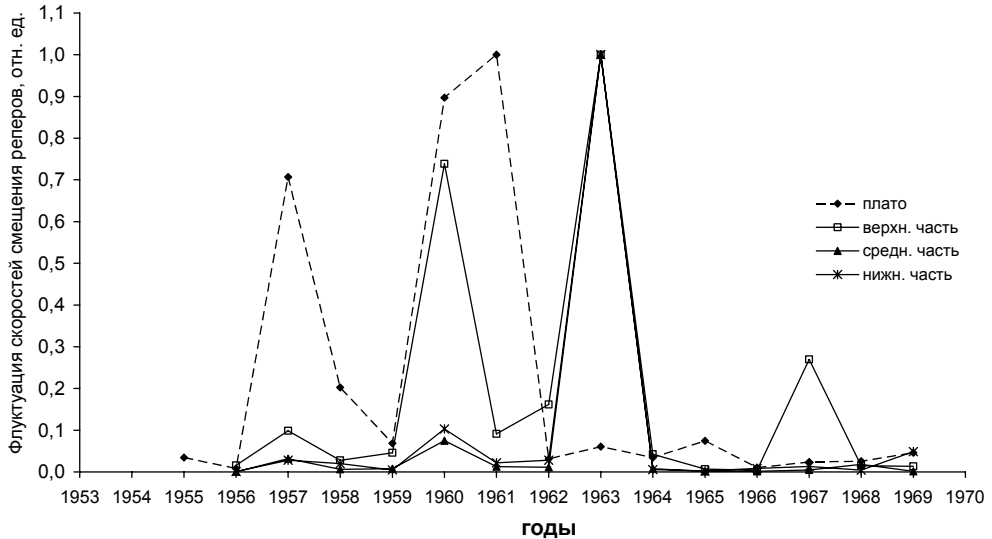


Рис. 2. Флуктуация результирующих скоростей ( $V_{xz}$ ) смещения реперов (участок Ланжерон — Аркадия)

Следует отметить, что для верхней части склона и для плато характер распределения скоростей смещения реперов имеет такой же вид, как для средней и нижней части склонов.

Что касается отклонений некоторых точек на рис. 1, то, как отмечает Е. П. Емельянова [3], у каждого отдельного оползневого склона его характеристики могут в большей или меньшей мере отклоняться от их средних значений, т. е. представляют собой случайные величины, а закономерности оползневых процессов проявляют себя как статистические закономерности.

Для сравнительного анализа использованы данные режимных наблюдений по 16 наблюдательным скважинам за период с 1954 по 1969 гг.

Для выявления причинно-следственных связей сопоставили эти данные с данными, представляющими аномалии солнечной активности и атмосферных осадков (рис. 5). На рисунках 2–5 все величины — стандартизированные безразмерные единицы, указывающие на флуктуацию по отношению к среднему значению. Заметим, что исследуемый нами период времени включает цикл солнечной активности продолжительностью 10,5 лет. На рис. 5 этот цикл отражается как 10-летний (1954–1964 гг.).

Из рис. 3 видно, что для четвертичного водоносного горизонта четко выделяются интервалы времени (1955–1958 гг., 1958–1961 гг., 1961–1965 гг., 1965–1968 гг.), при которых скорости колебания уровней сильно варьируют.

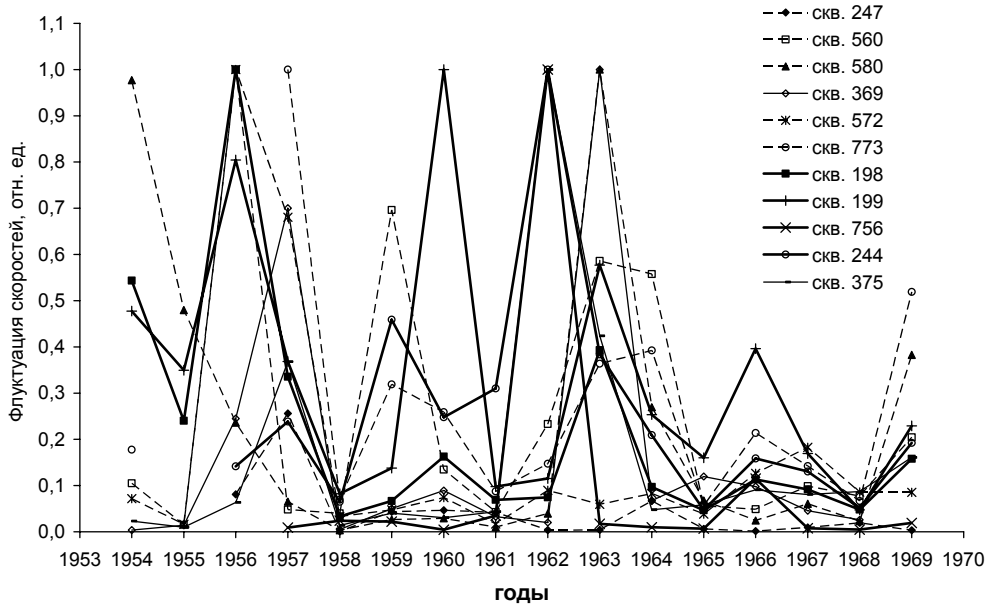


Рис. 3. Флуктуация скоростей колебания среднегодового уровня четвертичного водоносного горизонта

Примечание: пунктирные линии относятся к скважинам, находящимся в зоне влияния дренажных сооружений

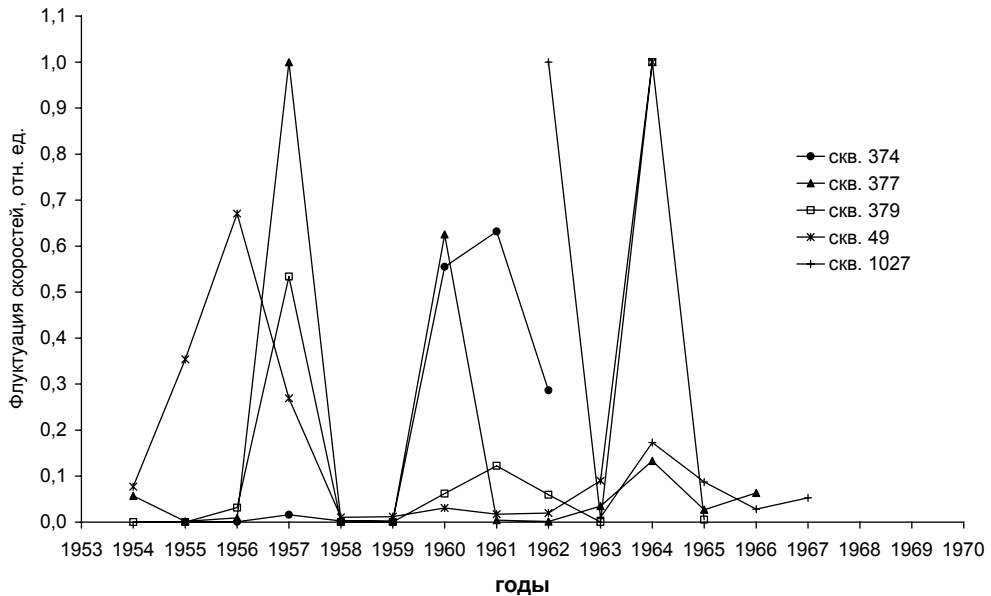


Рис. 4. Флуктуация скоростей колебания среднегодового уровня понтического водоносного горизонта

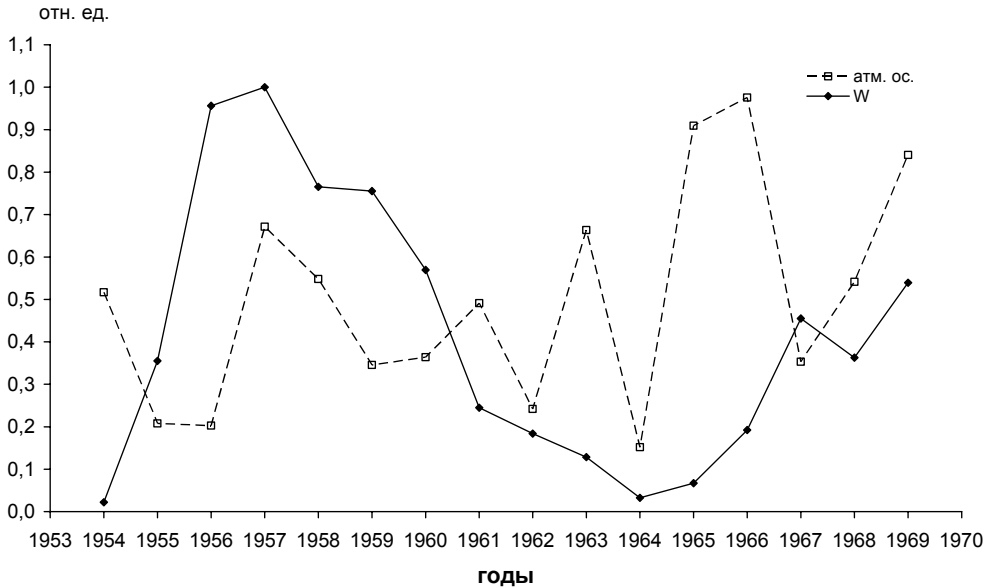


Рис. 5. Флуктуация солнечной активности и атмосферных осадков

Вероятно, такое различие в дисперсии скоростей колебания уровней связано либо с горизонтальной фильтрационной неоднородностью пород исследуемой территории, либо с особенностями совместного воздействия различных факторов.

Что касается понтического водоносного горизонта (рис. 4), то здесь максимумы также выделяются в те годы, которые выражены для четвертичного водоносного горизонта, хотя тут интервалы флуктуации скоростей колебания уровней несколько разные. Например, здесь в отличие от четвертичного водоносного горизонта, трудно четко выделить интервал 1958-1961 гг.

Анализ данных солнечной активности и атмосферных осадков показывает, что их флуктуация тоже происходит в указанных интервалах (рис. 5). На рис. 5 эти интервалы (1955–1958 гг., 1958–1961 гг., 1961–1965 гг., 1965–1968 гг.) четко отделяются друг от друга с резкими вариациями солнечной активности и атмосферных осадков.

Сравнение кривых флуктуации скоростей колебания среднегодовых уровней четвертичного водоносного горизонта (рис. 3) с флуктуациями скоростей смещения реперов (рис. 2) в пределах склона показывает, что флуктуации скоростей смещения тоже происходят в этих же интервалах. Здесь несовпадение имеет место только для плато, однако вариации скоростей смещения для плато совпадают с флуктуациями атмосферных осадков (рис. 5). Также следует отметить, что при сопоставлении характеристик рассматриваемых процессов мы не выявили таких явно выраженных периодов времени согласованного протекания этих процессов, как это имеет место при сопоставлении их флуктуации.

Таким образом, анализ данных позволяет предположить, что флуктуации скоростей колебания уровней подземных вод и атмосферных осадков играют определенную роль в деформации склонов. Период флуктуации этих скоростей совпадает с периодом аномалий солнечной активности. С аномалиями солнечной активности деформация склона связана опосредованно. Совместное воздействие флуктуации этих факторов устанавливает границы ритмического характера деформации склонов и определяет интенсивность деформации.

Показанные на рис. 2 и 3 небольшие амплитуды вариации скоростей деформации склонов и колебания уровней в период с 1965 по 1968 гг. обусловлены проведением на исследуемой территории противооползневых мероприятий. Здесь особенно важно заметить, что за этот период с уменьшением амплитуды вариации уровней происходило уменьшение амплитуды вариации смещения реперов, что свидетельствует о непосредственном влиянии на деформацию склонов вариации скоростей колебания уровней подземных вод.

Конечно, незначительный период наблюдений за оползневыми процессами пока не позволяет провести на основании этих данных надежный анализ корреляционных связей и ритмики солнечной активности, атмосферных осадков и других факторов, однако предварительно можно предположить наличие взаимосвязи оползней, колебания уровней подземных вод, атмосферных осадков и солнечной активности. Причем динамика оползневой активности на отдельных отрезках времени прослеживается в противофазе с солнечной.

Количественная оценка роли вариации рассматриваемых факторов в деформации склонов была нами проведена с помощью весовых коэффициентов ( $\alpha$ ), которые количественно характеризуют степень влияния данного фактора не вообще, а только для конкретного ряда наблюдений.

Весовые коэффициенты ( $\alpha$ ) выражаются в долях единицы и вычисляются по следующей формуле:

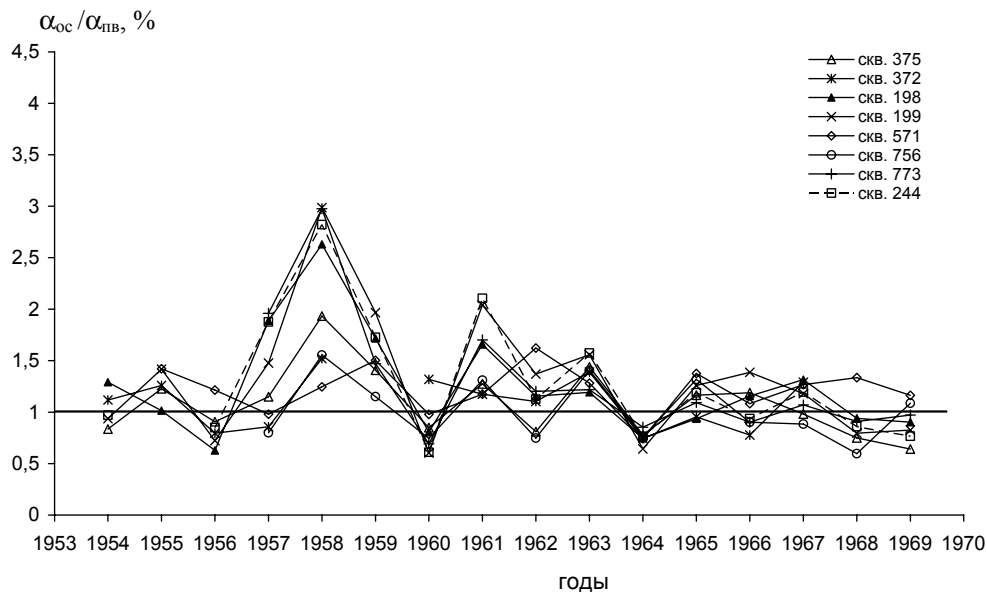
$$\alpha_i = \frac{\sigma_i^2}{\left( \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 \right)}, \quad (1)$$

где  $\sigma_i^2$  — дисперсия значений  $i$ -ого фактора,  $\alpha_i$  — коэффициент весомости  $i$ -того фактора,  $0 < \alpha_i \leq 1$ . В расчетах сумма  $\alpha_i$  принимается за единицу, т. е.

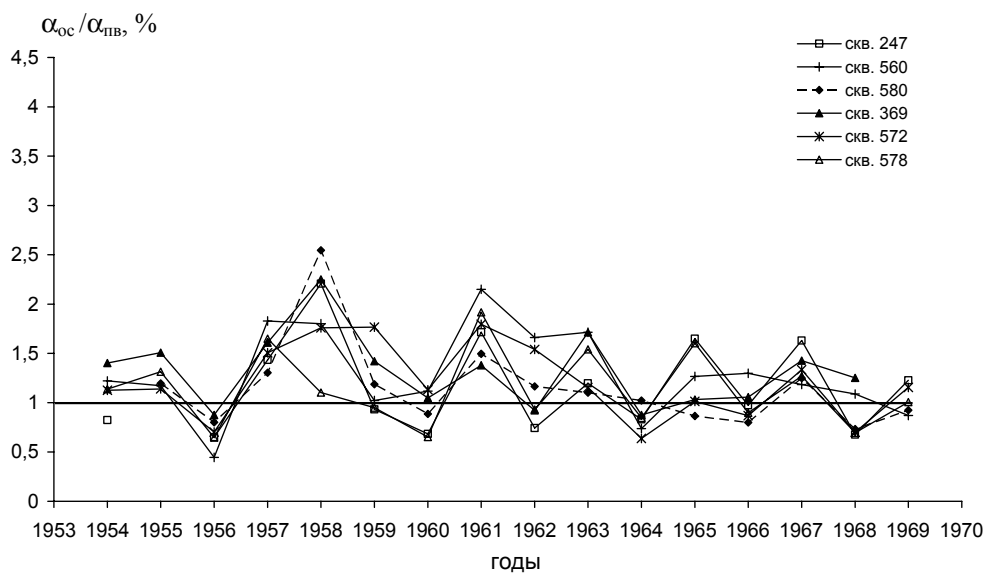
$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1. \quad (2)$$

В основе формулы (1) находится простой принцип: более влиятельные факторы должны иметь большую дисперсию, т. е. чем больше дисперсия, тем больше вес.

Нами были вычислены весовые коэффициенты для указанных выше факторов за каждый год с 1954 г. по 1969 г. Результаты обработки данных приведены на рисунках 6 и 7.



а)



б)

Рис. 6. Процентное соотношение весов атмосферных осадков и уровня четвертичного водоносного горизонта скважины находятся: а) в зоне влияния дренажных сооружений; б) вне зоны влияния дренажных сооружений

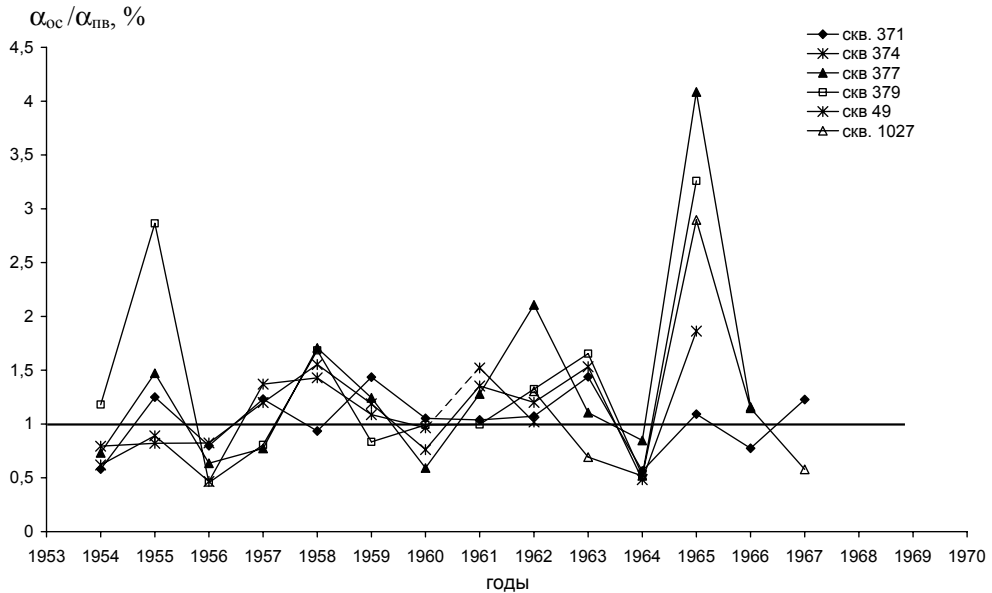


Рис. 7. Процентное соотношение весов атмосферных осадков и уровня понтического водоносного горизонта

Относительное количественное значение отдельных факторов различно не только в разных природных условиях и для разных типов оползней, но даже для одного и того же склона оно может быть различным на разных стадиях его развития. Сказанное демонстрируют рис. 6 и 7, из которых видно, что в разные годы рассматриваемые факторы имеют различную значимость. Например, в 1955, 1958, 1961, 1963 и 1965 годах (рис. 6) однозначно доминирует вес атмосферных осадков, в 1956, 1960, 1964, 1968 годах — вес подземных вод. В некоторые годы оба фактора имеют одинаковый вес (точки на линии  $\alpha_{ос}/\alpha_{пв} = 1$  или расположенные ближе к этой линии, рис. 6, 7), что указывает на одинаковый характер варьирования скоростей колебания уровней водоносных горизонтов и изменения количества атмосферных осадков.

Известно [1, 2], что за исследуемый период на изучаемом участке оползней имели место в 1946 г. (участок — гидрометобсерватория), 1953 г. (Лермонтовский санаторий — стадион “Динамо”), 1960 г. (ин-т им. Филатова) и 1963 г. (санаторий им. Чкалова; стадия основного смещения). Сопоставление кривых на рис. 6, 7 с кривыми флуктуации скоростей смещения реперов (рис. 2), показывает, что в возникновении оползня в 1960 году больше повлияли флуктуации уровней подземных вод, а в 1963 г. — аномалии атмосферных осадков.

Таким образом, статистический анализ данных показал высокое совпадение динамики оползней с вариациями скоростей колебания уровней подземных вод, количества атмосферных осадков и солнечной активности. Причем, при использованном типе статистического фильтра около 45 %

дисперсии скоростей склоновых процессов в данном случае определяется флуктуациями колебания уровней подземных вод, 45 % — атмосферных осадков и 10 % определяется солнечной активностью. Это свидетельствует о том, что малые флуктуации такого глобального и мощного фактора как солнечная активность могут порождать большие следствия, которые будут определять направление развития процесса.

Для выявления закономерностей распределения весов рассмотренных факторов в деформации склонов Одесского побережья, что может сыграть важную роль в прогнозировании оползней, необходимо проанализировать больший объем данных по деформации склонов.

## Выводы

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

— динамика развития оползней Одесского побережья Ланжерон — Аркадия за период с 1954 по 1969 гг. совпадает с флуктуациями скоростей колебания уровней подземных вод и изменения количества атмосферных осадков.

— относительное количественное значение отдельных факторов для одного и того же склона может быть различным на разных стадиях его развития. На изучаемом участке в 1955, 1958, 1961, 1963 и 1965 годах на развитие оползневых процессов больше повлияли флуктуации атмосферных осадков, в 1956, 1960, 1964, 1968 годах — флуктуации подземных вод. В остальные годы вес обоих факторов в деформации склонов почти одинаковый.

## Литература

1. Зелинский И. П., Корженевский Б. А., Черкез Е. А. и др. Оползни северо-западного побережья Черного моря, их изучение и прогноз. — Киев: Наукова думка, 1972. — 226 с.
2. Зелинский И. П. Теоретические и методические основы моделирования оползней: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. — М., 1979. — 43 с.
3. Емельянова Е. П. Основные закономерности оползневых процессов. — М.: Недра, 1972. — 308 с.
4. Емельянова Е. П. Роль климатических факторов в оползневых процессах // Сов. геология. — 1958. — № 9.
5. Шмуратко В. И. Гравитационно-резонансный экзотектогенез. — Одесса: Астропринт, 2001. — 332 с.
6. Черкез Е. А., Драгомирецька О. В., Біч Г. М. Гідрогеомеханічні особливості формування зсувів випору північно-західного узбережжя Чорного моря // Вісник ОНУ, Сер. геогр. та геол. науки. — 2003. — 8, вып. 5. — С. 180-186.
7. Черкез Е. А., Гутковский В. Н., Караван А. И. Анализ морфометрических параметров оползней для оценки естественно-техногенных условий их развития // П Щукинские чтения: Тез. докл. Всесоюз. конф. — М.: Изд-во Моск. ун-та. — 1990. — С. 209-210.

**Є. А. Черкез, Д. В. Мелконян**

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,  
кафедра інженерної геології та гідрогеології,  
Шампанський пров., 2, Одеса, 65058, Україна

## **ОЦІНКА РОЛІ ФАКТОРІВ ФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ЗСУВІВ ОДЕСЬКОГО УЗБЕРЕЖЖЯ**

### **Резюме**

Оцінена роль флуктуації окремих природних чинників — атмосферних опадів і коливання рівня підземних вод — у зсувному процесі на ділянці Одеського узбережжя Ланжерон — Аркадія за період з 1954 по 1969 рр. Флуктуації даних чинників вивчені на фоні варіації сонячної активності.

Виявлені окремі періоди синхронної флуктуації вказаних чинників і швидкостей зсуву реперів у межах зсувного схилу і корінного масиву.

**Ключові слова:** зсуви, атмосферні опади, підземні води, сонячна активність, флуктуації.

**E. A. Cherkez, D. V. Melkonyan**

Mechnikov Odessa National University,  
Department of Engineering geology and Hydrogeology,  
Shampansky per., 2, Odessa, 65058, Ukraine

## **VALUATION OF FORMATION AND DEVELOPMENT FACTORS OF THE ODESSA COAST LANDSLIDE**

### **Summary**

The role of rainfall and groundwater level fluctuations in landslide activation on the Odessa coast Lanzheron — Arkadia over the period 1954-1969 was assessed. Fluctuations of the considered factors are studied against the background of solar activity variation.

The separate periods of synchronous fluctuation of the indicated factors and displacement velocities of benchmarks within the landslide and bedrock limits are revealed.

**Key words:** landslides, rainfall, groundwater, solar activity, fluctuations.

Наукове видання

Odessa National University Herald

•

Вестник Одесского национального университета

•

ВІСНИК  
ОДЕСЬКОГО  
НАЦІОНАЛЬНОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ

Том 14 • Випуск 16 • 2009

Географічні та геологічні науки

*Українською та російською мовами*

Дизайнер обкладинки *В. І. Костецький*  
Технічний редактор *М. М. Бушин*  
Коректор *Н. І. Дуброва*

Підписано до друку 29.05.2009. Формат 70x108/16. Папір офсетний.  
Гарнітура “Шкільна”. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 24,50.  
Тираж 300 прим. Вид. № 174. Зам. № 602.

Видавництво і друкарня “Астропринт”  
65091, м. Одеса, вул. Разумовська, 21.  
Тел.: (0482) 37-07-95, 37-24-26, 33-07-17, 37-14-25.  
[www.astroprint.odessa.ua](http://www.astroprint.odessa.ua); [www.fotoalbom-odessa.com](http://www.fotoalbom-odessa.com)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1373 від 28.05.2003 р.