

5. Будник С.В. О критических касательных напряжениях в склоновых водотоках при снеготаянии. // Гідрологія, гідрохімія і гідро екологія. – Київ, 2002. – Том.3. – С.112–115.
6. Будник С.В. Методика проведения полевых наблюдений за стоком на склонах. // Гідрологія, гідрохімія і гідро екологія. – 2004. – Том.6. – С.31–39.
7. Будник С.В. Мутность воды в склоновых водотоках при ливнях. // Водные ресурсы. – 2004. – №4. – С.431–435.
8. Булыгин С.Ю., Неаринг М.А., Ачасов А.Б. Параметры эродируемости почв в модели эрозии WEPP. // Почвоведение. – 2002. – №11. – С.1397–1403.
9. Гончаров В.Н. Динамика русловых потоков. –Л.: Гидрометиздат, 1962. –373 с.
10. Джумагулова Н.Т. Касательные напряжения в потоке, транспортирующем наносы. // Гидротехническое строительство. – 1990. – №12. – С.34–36.
11. Журавель Н.М. Построение эмпирико-статистических моделей объема производства методом последовательного исключения факторов. /В сб.: Статистические методы в экономическом анализе производства. – Новосибирск: Наука, 1968. – С.173–191.
12. Константинов Ю.М. Гидравлика. – К.: Выща школа, 1988. – 398 с.
13. Кузнецов М.С., Гендугов В.М. Критические для почв скорости и касательные напряжения водных потоков // Вестник МГУ. сер.17. Почвоведение. – 1996. – №1. – С.43–49.
14. Кузнецов М.С., Глазунов Г.П. Эрозия и охрана почв. – М.: Изд. Моск. ун-та, 1996. – 335 с.
15. Кузнецов М.С., Гендугов В.М. Критические скорости и касательные напряжения потоков талых вод для основных типов почв сельскохозяйственных территорий России // Почвоведение – 1997. – №5. – С.625–628.
16. Ларионов Г.А., Добровольская Н.Г., Кирюхина З.П. и др. Эродирующая и транспортирующая способность мелководных потоков. // В.сб.: Эрозия почв и русловые процессы. – Вып.12. – 2000. – С.8–27.
17. Методические рекомендации по учету поверхностного стока и смыва почв при изучении водной эрозии. – Л. Гидрометиздат. 1975. – 88 с.
18. Москаль А.В., Николаев Б.М. Еще раз о формуле расхода наносов. // XVI пленарное меж вузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. – СПб., 2001. – С.251–254.
19. Никитин И.К. и др. Влияние замораживания и оттаивания воды на её вязкостные свойства. // В сб.: Гидравлика больших скоростей. – Вып.5. – 1968. – С.148–151.
20. Шапов Г.И. Формулы для определения предельной скорости и расходов донных наносов. // Тр. ГГИ. – 1952. – Вып.36(90). – С.3–17.
21. Matoušek V. Erosion of plane bed by sand slurry current in pipe. // Journal of hydrology and hydromechanics. V.52. 2004. – №3. – P.156–161.
22. Morrison J.E. et al. Rill erosion of a vertisol with extended time since tillage. // Soil and Water Div. of ASAE. 1994. Vol.37(4). P.1187–1196.
23. Finlanson D.P., Montgomery D.R. Modeling large-scale fluvial erosion in geographic information systems. // Geomorphology. – 53–2003. – P.147–164.
24. Foster G.R. Modeling the erosion process. // In: C.T. Haan (ed) Hydrologic Modeling of Small Watershed. – ASAE Monography. – 1982. – №5. – St. Joseph. M.J. P.297–380.
25. Nearing M.A. et al. Hydraulics and erosion in eroding rills. // Water Resources research. – Vol.33. – №4. – 1997. – P.865–876.

**Холощев А.В., Ананьева Ю.В.**

## **МЕТОД ТРИАНГУЛЯЦИИ ДЕЛОНЕ В ЗАДАЧАХ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ДИНАМИКИ УРОВНЯ ЧЁРНОГО МОРЯ У ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА**

### **Введение**

Уровень моря является одной из важнейших характеристик экологического состояния его побережий, которая постоянно изменяется под воздействием ветрового волнения, приливов, нагревания и охлаждения его поверхностного слоя, колебаний атмосферного давления, атмосферных осадков и процессов испарения [1]. Его динамика оказывает значимое влияние также на процессы абразии клифов, размывания пляжей, переноса и аккумуляции морских и речных осадков, во многом определяющие изменения рекреационного потенциала побережий [2]. Поэтому выявление закономерностей этого процесса на различных участках морских побережий является актуальной проблемой физической географии, экологии и береговедения.

Согласно современным представлениям о динамике уровней различных акваторий Мирового океана [1, 2], рассматриваемый процесс является многофакторным, а его особенности на различных участках их побережий существенно различаются, существенно влияя на закономерности их социально-экономического развития [3]. Наиболее значимо его влияние на участках, являющихся зонами рекреации.

Южный Берег Крыма (ЮБК) уже более сотни лет является одной из наиболее эффективных рекреационных зон мира. Поэтому выявление закономерностей изменения его береговой полосы, состояния пляжей, абразии клифов и других процессов, связанных с динамикой уровня Чёрного моря, является не только актуальной научной, но и важной экономической проблемой этого региона. Тем не менее, в настоящее время непрерывный мониторинг изменений уровня Чёрного моря у ЮБК ведётся в 6 точках, расположенных преимущественно в портах.

На большинстве участков его побережий, где расположены курорты и здравницы, закономерности межгодовых изменений уровня моря, ранее не изучались, что существенно осложняет прогнозирование связанных с ними процессов.

Вместе с тем, для оценки уровня Чёрного моря у любой точки его побережья по данным его мониторинга в некотором числе точек могут быть использованы различные математические методы интерполяции [4]. Простейшим среди них является метод линейной интерполяции, обладающий при этом наименьшей точностью. Учитывая то, что количество точек на побережье ЮБК, для которых необходима подобная интерполяция, весьма велико, сложность алгоритма интерполяции и затраты машинного времени на его реализацию, равно как и его точность, являются характеристиками, определяющими возможность его практического применения в рассматриваемой задаче. Поэтому изучение возможностей применения метода линейной интерполяции в рассматриваемых задачах представляет значительный теоретический и практический интерес. Одним из наиболее совершенных разновидностей метода линейной интерполяции, применимых для решения подобных задач, является метод триангуляции Делоне [5]. Тем не менее, ранее эти возможности не исследовались.

Учитывая это, целью данной работы является оценка абсолютных погрешностей интерполяции среднемесячных значений уровня Чёрного моря на Южном Берегу Крыма в период с 1979 по 2005 год, с использованием метода триангуляции Делоне.

#### Методика и фактический материал.

Для достижения этой цели изучались распределения абсолютных погрешностей интерполяции среднемесячных значений уровня Чёрного моря на Южном Берегу Крыма в различные месяцы, оцененных за период с 1979 по 2005 год, с использованием метода триангуляции Делоне.

В соответствии с этим методом, на карту побережья Чёрного моря от п. Усть Дунайск до п. Поти были нанесены точки, в которых фактически осуществлялся мониторинг уровня моря. В каждой из этих точек, для каждого месяца в период с января 1979 по декабрь 2005 гг. известно значение уровня моря.

Согласно методу Делоне, все эти точки были соединены всевозможными непересекающимися отрезками прямых наименьшей длины. При этом образовалась система треугольников. Каждая их сторона делилась на равные части так, что длина каждой из этих частей определялась соотношением:

$$L = A/B,$$

где  $A$  – разность значений уровня моря в соответствующих пунктах,

$B$  – выбранный масштаб, удовлетворяющий условию:  $B < A_{\min}/10$ .

Точки на различных отрезках, которым соответствуют одинаковые значения уровней, соединяются плавной кривой. Значения уровня моря в любой точке побережья ЮБК при этом определяется как:

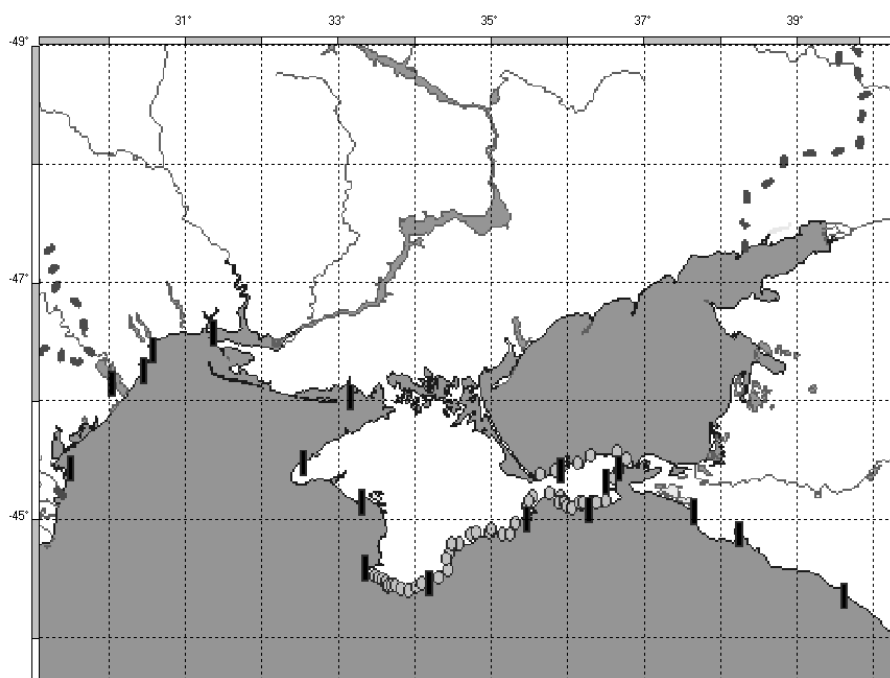
$$C = X_{\min} + a \cdot B / (a + d),$$

где  $X_{\min}$  – наименьшее из значений уровня моря на его изолиниях, ближайших к этой точке,

$a$  – расстояние между изолинией, которой соответствует  $X_{\min}$  и данной точкой.

$d$  – расстояние между той же точкой и изолинией, которой соответствует значение уровня моря  $X_{\min} + B$ .

Пункты на побережье Чёрного моря, по значениям уровня в которых производилась интерполяция, а также точки на ЮБК, в которых оценивались его значения с использованием метода Делоне, показаны на рис.1.



**Рис.1.** Расположение пунктов на побережье Чёрного моря, по значениям уровня в которых производилась интерполяция (чёрные прямоугольники), а также точки на ЮБК, в которых оценивались его значения (серые метки).

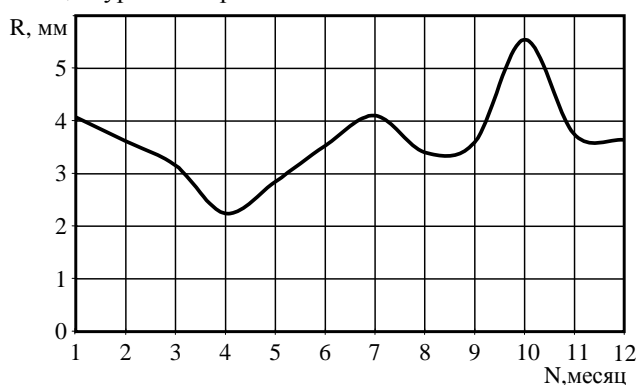
Как видим из рис.1, количество пунктов на побережье Чёрного моря, где проводились наблюдения за его уровнем, равно 18, из них на ЮБК расположено лишь 6. Количество пунктов на ЮБК, для которых проводилась интерполяция 38. Эти пункты практически равномерно расположены по всей его протяженности от мыса Херсонес до мыса Фонарь.

Мерой точности интерполяции является её абсолютная погрешность, оцениваемая, как среднеквадратическая ошибка интерполяции в пункте, данные о значениях уровня моря в котором при расчетах не учитывались. В качестве такого пункта был выбран п. Тамань, расположенный в Керченском проливе. В этом пункте ряд наблюдений за изменениями уровня моря включает данные лишь с 1979 по 1989 г.г., поэтому значения среднеквадратической ошибки интерполяции оценивались по ряду значений разностей фактических и интерполированных значений этого величины длиной 11 лет.

Данные о значениях уровня моря во всех пунктах, где проводились их наблюдения, получены из компьютерного атласа Азово-Черноморского бассейна.

**Результаты и их анализ.**

В соответствии с рассмотренной методикой, для всех месяцев года были рассчитаны значения абсолютной погрешности интерполяции уровня моря в п. Тамань.

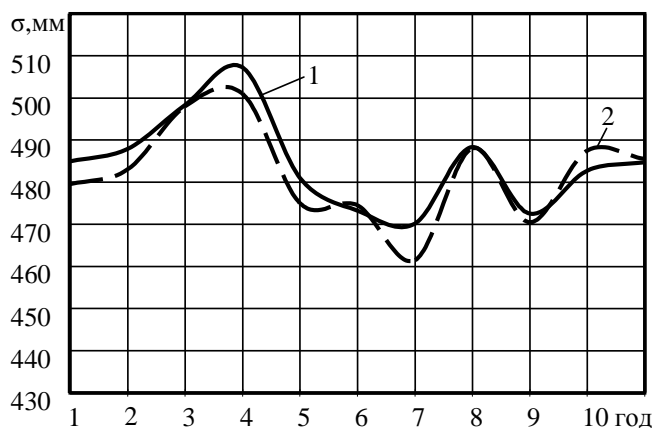


**Рис.2** — абсолютная погрешность экстраполяции (мм)

**Рис. 2.** Зависимости абсолютной погрешности интерполяции уровня моря в п. Тамань  $R$ (мм) от номера месяца  $N$ , рассчитанной за период с 1979 по 2005 г.

Как видим из рис. 2, абсолютные погрешности интерполяции изменяются в пределах от 2.2 мм (в марте) до 5.5 мм (октябрь).

Примеры, в которых сопоставляются интерполированные и фактические межгодовые изменения уровня моря в п. Тамань для некоторых месяцев за период, в который проводились измерения, приведены на рис. 3 а, б.



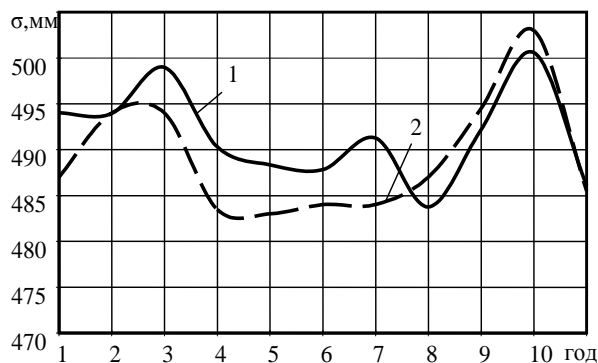
1 — факт.; 2 — экстраполяция.

**Рис.3 а — январь**

На рис 3а видно, что в самый холодный месяц года между фактическими и интерполированными изменениями уровня моря имеет место удовлетворительное соответствие. Наибольшие отличия между ними -8 мм, имеют место в 1985 году.

Из рис. 3б видно, что в самый тёплый месяц, июль, отличия фактических и интерполированных значений уровня моря имеют тот же порядок. Наибольшие их отличия -7 мм, имеют место в 1982 и 1985 годах.

Таким образом, в летные месяцы прогнозы о динамике изменения уровня моря более неточные, чем в зимние. Минимальное значение уровня моря составляет 484мм в 1982году, а максимальное 504 мм в 1988году.

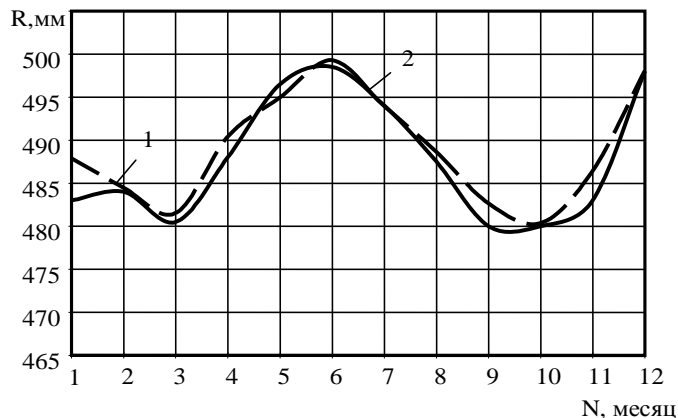


1 — факт.; 2 — экстраполяция.

**Рис. 3 б июль.**

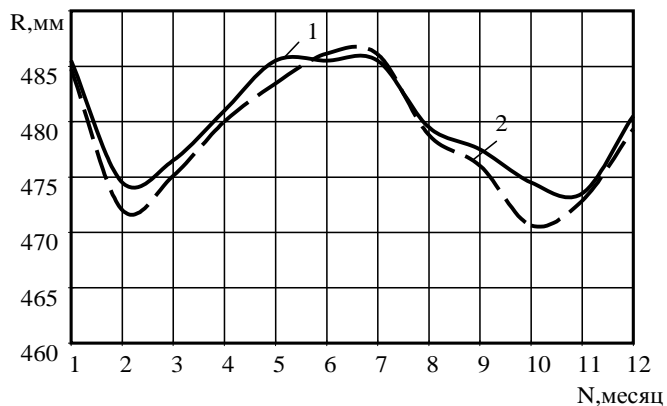
**Рис. 3 а,б.** Межгодовые изменения уровня моря в п. Тамань в период с 1979 по 1989 г.  
ряд 1 – фактические, ряд 2 – интерполированные.

Сезонные изменения фактического и интерполированного значений уровней моря в п. Тамань приведены на рис. 4 а, б.



1 — факт.; 2 — экстраполяция.

**Рис. 4а 1979 г.**



1 — факт.; 2 — экстраполяция.

**Рис. 4б 1989 г.**

**Рис. 4 а,б.** Сезонные изменения фактических (ряд 1) и интерполированных значений

(ряд 2) уровня моря в п. Тамань.

Из рис. 4а и 4б видно, что между фактическими и интерполированными значениями уровня моря в 1979 и в 1989 г.г. имеет место приемлемое соответствие. В 1979 году наибольшее расхождение между ними (5мм) имело место в январе, в то время как в 1989 г. оно составляло 4 мм и отмечалось в октябре. В 1979 году в более теплые месяцы их количество увеличивается, а в холодные уменьшается. Однако максимальные значения показателей уровня моря 499мм в июне и декабре, а минимальные около 480 мм в марте и середине октября.

Рассмотренные примеры подтверждают применимость метода триангуляции Делоне в задачах интерполяции уровня моря на различных участках побережья ЮБК.

### Источники и литература

1. Каплин П.А. Типы изменений уровня океана / П.А.Каплин // Геоморфология. – 1986. – № 3. – С.16-23.
2. Каплин П.А. Изменения береговой зоны при быстром подъеме уровня Мирового океана в результате парникового эффекта / П.А.Каплин, А. В.Поротов, А.О.Селиванов // Геоморфология. – 1992. – № 2. – С.3-24.
3. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география: Понятийно- терминологический словарь / Э.Б.Алаев. – М. : Мысль, 1983.– 350 с.
4. Половко А. Интерполяция. Методы и компьютерные технологии их реализации./ А. Половко, П. Бутусов. БХВ Петербург, 2004.-320с.
5. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и ее применение / А.В.Скворцов. – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2002. – 128 с.

### Ярков С.В.

## АНТРОПОГЕННІ ЛАНДШАФТИ КРИВОРІЖЖЯ: ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ, ХАРАКТЕРИСТИКА

Процес перетворення природних ландшафтів на антропогенні історично охопив системи від локального рівня (фації, урочища) до регіональних (ландшафтних зон) і глобальних (географічна оболонка). В Україні, і зокрема в степовій зоні не залишилось недоторканих геосистем. Людина поступово змінила, порушила, або перетворила середовище на об'єкт свого господарювання, тому вивчення і типологізація подібних територій є досить актуальною. Крім того, деякі антропогенні ландшафти негативно впливають на життєдіяльність людини, тому оптимізація їх має практичне значення. Особливої уваги вчених потребують промислові регіони з значним ступенем антропогенної порушеності: Донбас, Придніпров'я, Криворіжжя.

Дослідження цієї тематики в Кривбасі є недостатнім. Вони проводились, як правило, в напрямку вивчення змін, або трансформації одного, рідко декількох компонентів природного ландшафту. Тому, дослідження потребують комплексного підходу. Небагато робіт, які були б спрямовані на вивчення історії формування структури, динаміки розвитку та типологізації конкретних антропогенних ландшафтів Криворіжжя. Слід зауважити, що природних, степових геосистем в Кривбасі майже не збереглося. Природно-трансформовані (геологічні пам'ятники природи та ботанічні заказники) займають площу приблизно 1,5 % від загальної площі регіону. По деяким (бельгартиним, пустощним) літературні данні майже відсутні.

З найбільш відомих вчених, які започаткували дослідження антропогенних ландшафтів є: Ф.М. Мільков, В.І. Федотов, А.Б. Бесалікас, в Україні – Я.Р. Дорфман, Л.І. Воропай, Г.І. Денисик та ін., але й сьогодні питання їх вивчення досить складні. Вони пов'язані з різними поглядами на тлумачення і визначення антропогенного ландшафту, методики дослідження та опису, що свідчить про недостатність наробок і фактичного матеріалу по цій тематиці. Тому, нашими цілями і задачами вважаємо використовувати історико-археологічний метод дослідження, проаналізувати літературні і картографічні джерела. Просліджувати процеси виникнення і динаміки антропогенних ландшафтів на Криворіжжі. Виявити найбільш значні наукові праці пов'язані з змінами ландшафтної структури Кривого Рогу. Виділити найбільш поширені класи антропогенних ландшафтів регіону, дати їм коротку характеристику.

Ландшафт – це генетично єдина геосистема, яка складається з природних компонентів (маси літосфери, гідросфери, атмосфери, ґрунту, біоти – рослини, тварини, гриби, мікроорганізми, рельєфу та клімату) і має певні властивості: цілісність, функціонування, структурність, динаміку, розвиток та інші (Ісаченко А.Г.). В природних умовах кожен ландшафт уявляє собою саморегулюючу систему і характеризується певним рівнем взаємодії та організації неживої та живої матерії.

В Україні, і зокрема в Кривбасі, у зв'язку із значною освоєністю її території, антропогенні ландшафти є переважаючими. Ці ландшафти, їхні модифікації сформувалися у процесі тривалого використання території під землеробство; внаслідок промислового, міського і теплоенергетичного, рекреаційного та інших впливів.

На нашу думку, формування антропогенних ландшафтів та зміни природних ландшафтів Криворіжжя проходило у фоновій регіональній обстановці, але в 6 етапів. (за Денисиком Г.І.).

I. Етап початкового пізнання природи (40-35 тис. років назад – IV ст.. до н.е.). Прямих письмових даних, які б його фіксували, немає, але посередньо етап підтверджується багатим археологічним матеріалом. Так як стверджують історики (Б.А. Рибаків) з верхнього палеоліту (40-38 тис. років тому), територія Правобережжя України активно заселялась. Цьому процесу сприяли сприятливі природні умови, зокрема клі-