ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАУКИ

Табелинова Аида Серикпаевна
ассистент
Казахстанский филиал ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,
Филиал ТОО «Институт географии»
г. Астана, Республика Казахстан
Каракулов Ергали Маратулы
Филиал ТОО «Институт географии»
г. Астана, Республика Казахстан

ВЫЯВЛЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ НА ПРИБРЕЖНЫЕ ЛАНДШАФТЫ С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

Аннотация*: проблема трансформации берегов Каспийского моря и разработка методов их прогноза является актуальной, т.к. изучение динамики трансформации берегов обуславливает правильный выбор мероприятий при решении задач по оптимизации природопользования в прибрежной зоне. В результате анализа синтезированных снимков Landsat в прибрежной зоне Северо-восточного Каспия были выделены три зоны по степени влияния колебания уровня моря на прибрежные ландшафты: слабая, умеренная и сильная.*

Ключевые слова*: колебание уровня моря, деградационные процессы, прибрежные ландшафты, трансформация берегов, NDWI, колебание уровня моря.*

Каспийское море характеризуется динамичным режимом. Начиная с 1978 г. уровень Каспийского моря, после длительного падения начал резко повышаться. За период с 1978 по 1995 гг. уровень моря повысился на 2,5 м со средней интенсивностью около 14 см в год. В 1995 г. повышение уровня замедлилось и с 1996 г. наблюдается его понижение (рис.1, 2). В настоящее время уровень моря составляет –27,57 м [2].

Рельеф дна северо-восточного Каспия представляет собой мелководную слабоволнистую аккумулятивную равнину. На дне Северного Каспия есть так называемые бороздины, которые расположены вблизи устья р. Урал. Самые крупные из них – Уральская и Мангышлакская. Первая из них является затопленной частью долины р. Урал, а вторая – затопленным участком долины ныне не существующей реки [1]. На низменном побережье распространены засоленные понижения, где представлен залив Комсомолец, здесь расстилается обширная сорово-солончаковая равнина. После подъема уровня Каспийского моря на 2,5 м (1978 г.) наиболее глубокие участки равнины были заняты водой, по мере падения уровня моря с 1996 г. участки, вышедшие из-под воды, подверглись вторичному засолению. Вследствие малых уклонов дна северо-восточной части Каспийского моря и прилегающей суши происходит постоянная миграция береговой линии, до 15 км при изменениях фонового уровня моря на один метр.

Долгосрочные и краткосрочные колебания уровня моря, возможные перемещения береговой линии и переработка берегов присущи поверхности покатой новокаспийской морской аккумулятивной равнины, местами заметно измененной эоловыми процессами и сорами. Возвышенные берега среднего Каспия, главным образом абразионные, имеют положительные абсолютные отметки до 150 м, и там колебание уровня моря оставляет следы только в узкой полосе пляжей и бенчей.

Для выявления основных причинно-следственных связей влияния колебаний уровня Каспийского моря на прибрежные ландшафты были использованы мультиспектральные космические снимки со спутника Landsat за июнь 1977, 1987, 1998 и 2013 гг. на территорию Атырауской области и северной части Мангистауской области (рис.2), где наблюдаются значительные изменения береговой черты при колебании уровня Каспийского моря.

Идентификация водного зеркала была выполнена на основе нормализованного дифференциального индекса влагосодержание NDWI (Normalized Difference Water Index) – показатель относительного содержания воды в растениях.

В данном индексе используются каналы зеленой области спектра с длиной волн (0,52–0,60 мкм) и ближней инфракрасной области спектра (0,77–0,90 мкм), которые присутствуют во всех сканерах спутника Landsat. Основным принципом индекса NDWI, является спектральная отражательная способность, так как при отражении света водой в видимом диапазоне, спектральная яркость воды резко падает, а в ближней инфракрасной зоне спектра повышается.

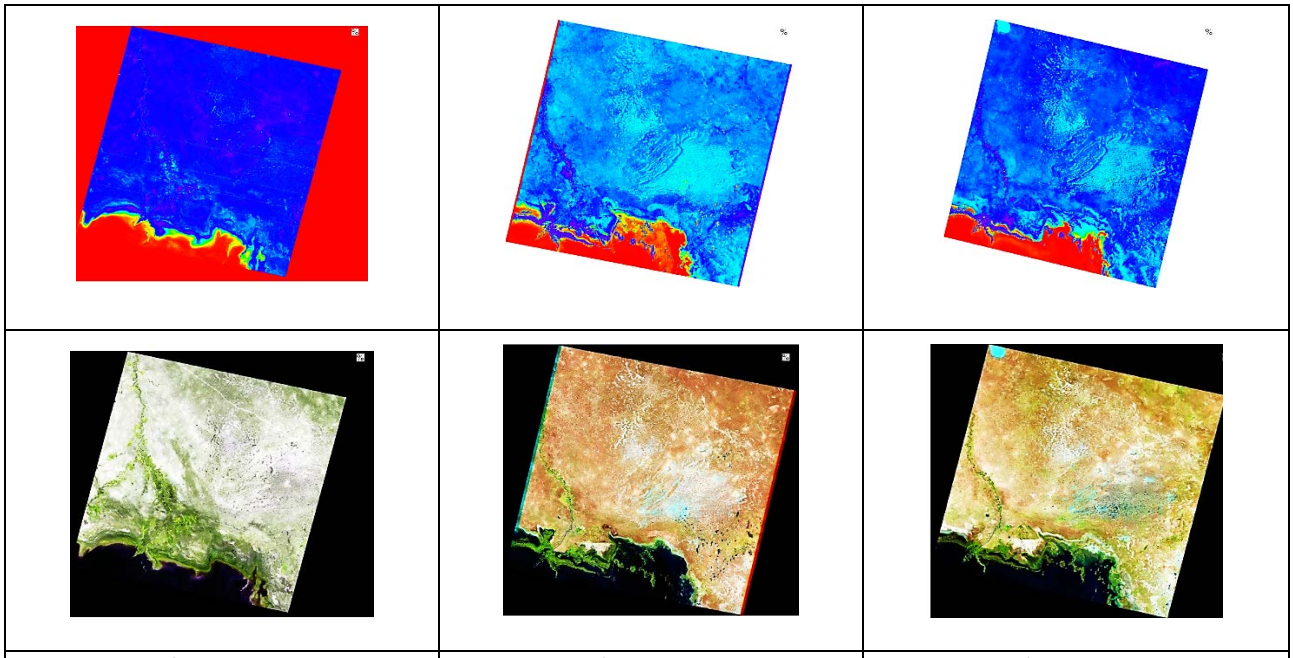
Для определения границ береговых линии, в зависимости от набора каналов съемочной системы на спутниках серии Landsat, была использована следующая формула NDWI:

$$\mathrm{NDWI} = \frac{\mathrm{Green} - \mathrm{NIR}}{\mathrm{Green} + \mathrm{NIR}},$$

где Green – отражение в зеленой области спектра;

NIR – отражение в ближней инфракрасной области спектра.

Нормализованный дифференциальный индекс влагосодержания NDWI позволил выделить береговые границы Северо-восточного Прикаспия за 1977, 1987, 1998, 2013 гг. и провести сравнительный анализ изменения прибрежных ландшафтов в условиях колебания уровня моря за исследуемый период (рис.1).



а) 1977 г.	б) 1998 г.	в) 2013 г.

Рис. 1. Идентификация водного зеркала на основе нормализованного дифференциального индекса влагосодержание NDWI

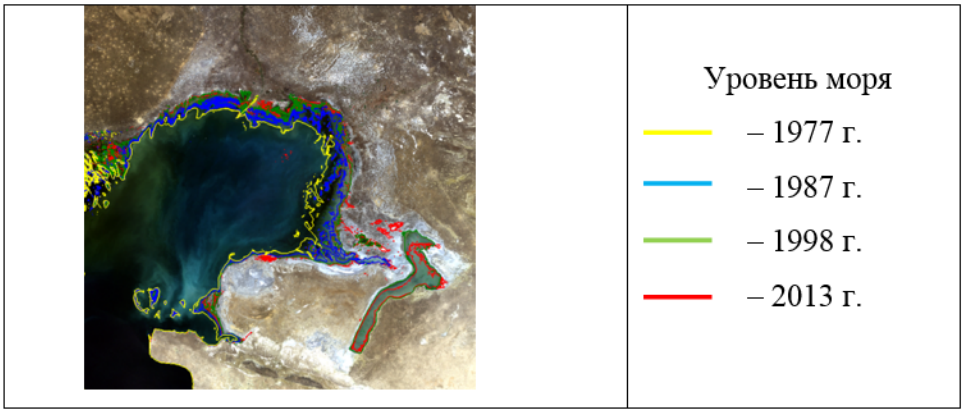


Рис. 2. Колебание уровня Каспийского моря за 1977, 1987, 1998, 2013 гг.

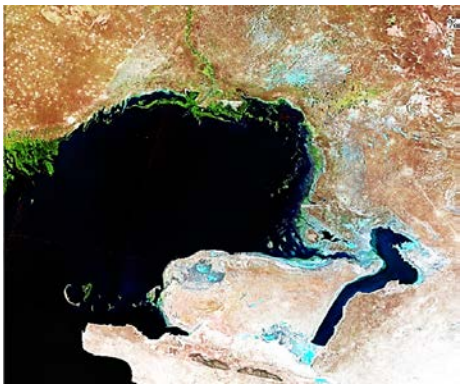
Колебания уровня Каспийского моря и связанные с ними колебания уровня грунтовых вод, их минерализации являются сильно действующими экологическими факторами, обуславливающими динамику почвенно-растительных комплексов. Синтез космического снимка Landsat по каналам 7, 4, 2, позволил контрастно оттенить поверхности водоемов и выделить границы уровня Каспийского моря в северо-восточной части за 1977, 1987, 1998 и 2013 гг. (рис. 3). На снимках видно, что уровень моря 1977 г. значительно ниже уровня моря 1987 и 1998 гг., особенно это хорошо прослеживается в северной части Каспия (дельта реки Жайык и прилегающее побережье). В 1995 г. повышение уровня замедлилось и с 1996 г. наблюдается его понижение. На снимке (рис. 3, г) видно, что участки, вышедшие из-под воды, подверглись вторичному засолению.

Дополнительно был осуществлен синтез снимка Landsat по каналам 4, 3, 2 (рис. 4). Данный вариант синтеза позволяет выделить растительный покров. Плотный красно-розовый цвет является показателем насыщенности хлорофилла (растительности), а также позволяет выделить засоленные участки.

По мере повышения уровня с 1978 г. произошло быстрое появление вдоль береговой линии камышовых и тростниковых зарослей, поэтому на синтезированном снимке 1987 г. наблюдается увеличение растительного покрова.

а) Landsat 2, 1977 г.

б) Landsat 5, 1987 г.



в) Landsat 5, 1998 г.

г) Landsat 8, 2013 г.

Рис.3. Синтез космического снимка Landsat по каналам 7, 4, 2 на территорию Северо-восточного Прикаспия на период: а) 1977; б) 1987; в) 1998; г) 2013

После отступания уровня с 1996 г. на осушенных участках морского дна появились очаги поверхностного засоления и сформировались группировки галофитов, особенно хорошо прослеживается в северной части Каспия (дельта реки Жайык и прилегающее побережье) (рис. 4, г).

При выделении зон по степени влияния колебания уровня моря на прибрежные ландшафты рассматривались следующие факторы: сгонно-нагонные процессы, глубина залегания и минерализация грунтовых вод, рельеф прибрежной зоны.

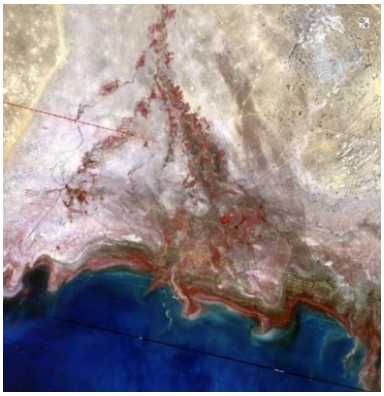
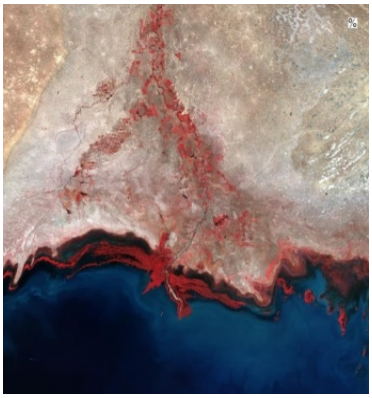
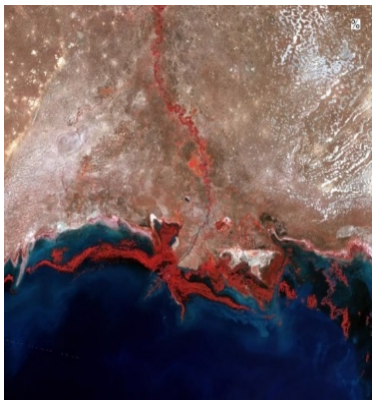
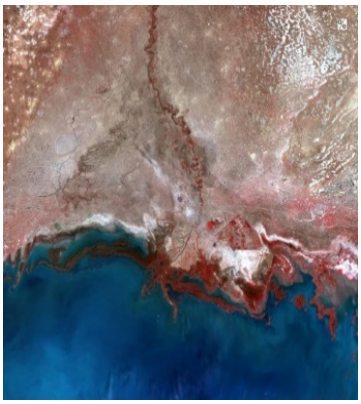
	
а) Landsat 2, 1977 г.	б) Landsat 5, 1987 г.
	
в) Landsat 5, 1998 г.	г) Landsat 8, 2013 г.

Рис.4 Синтез космического снимка Landsat по каналам 7,4,2, на территорию Северо-восточногоПрикаспия на период: а) 1977; б) 1987; в) 1998; г) 2013

Изменения также в прибрежных ландшафтах, связанные с колебанием уровня моря: степень засоления почвенного покрова, проективное покрытие, смена растительного покрова на галофитно-кустарниковую растительность вследствие подтягивания высокоминерализованных грунтовых вод.

В результате анализа синтезированных снимков Landsat в прибрежной зоне Северного Каспия были выделены три зоны по степени влияния колебания уровня моря на прибрежные ландшафты: слабая, умеренная и сильная.

Под сильное влияние попадают интразональные (долинные) и прибрежные пустынные ландшафты относительно опущенных равнин. Так как после подъема фонового уровня воды с 1978 г., первыми затоплению подверглись прибрежные и интразональные ландшафты, автоморфные почвы трансформировались в гидроморфные, т.е. сформировались гидроморфные условия почвообразования

и произошло засоление. По мере падения уровня моря с 1996 г., участки, вышедшие из-под воды, подверглись вторичному засолению.

Умеренному влиянию колебания уровня моря подвергаются пустынные ландшафты относительно опущенных равнин (аллювиальная слабонаклонная равнина, осложненная неглубокими понижениями). Данные виды ландшафтов сформировались в условиях близкого залегания грунтовых вод (1–2 м и выше).

Низкому влиянию колебания уровня моря подвергаются пустынные ландшафты относительно приподнятых равнин (морская слабонаклонная равнина, осложненная соровыми и солончаковыми понижениями).

В результате исследования можно сделать следующий вывод, Каспийское море и прилегающие его территории – это единая система, между компонентами которой существуют постоянные причинно-следственные связи. Чтобы не нарушать единую систему и не пострадать от резкого повышения уровня моря, мы должны постоянно исследовать происходящие процессы, правильно планировать прибрежные застройки, усилить метеорологический и гидрологический мониторинг, уметь четко прогнозировать долго и краткосрочные изменения уровня моря, то есть научиться приспосабливаться к любым изменениям, быть единой системой, а самое главное передать будущему поколению в хорошем состоянии самого важного ресурса Земли – воды!

Список литературы

1. Зонн И.С., Жильцов С.С. Каспийский регион: География, экономика, политика / Инженерный научно-производственный центр по водному хозяйству, мелиорации и экологии, 2004.

2. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Казахстанской части Каспийского моря. – МООСРК. Казгидромет, 2008.