

**ВТОРАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ АРАЛЬСКОГО
МОРЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ 30-ЛЕТИЮ СОЗДАНИЯ ЛАБОРАТОРИИ
СОЛОНОВАТОВОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗООЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА РАН**

**МОНИТОРИНГ ЭВОЛЮЦИИ ПРИРОДНЫХ
КОМПЛЕКСОВ В ЮЖНОМ ПРИАРАЛЬЕ**

*Новикова Н.М.1, Конюшкова М.В.2,3, Тодерич К.4, Шуйская Е.5,
Реймов П.6 , Мамутов Н.6*

1Москва, Россия, Институт водных проблем РАН,

2Москва, Россия, Почвенный факультет МГУ им МВ Ломоносова, tkon@inbox.ru

3Москва, Россия, Почвенный институт им. ВВ Докучаева

*4Ташкент, Узбекистан, Региональное представительство Международного Центра
сельскохозяйственных исследований в засушливых регионах, ktoderich@yahoo.com*

5Москва, Россия, Институт проблем эволюции и экологии РАН, evshuya@mail.ru

*6Нукус. Узбекистан, Каракалпакский государственный университет,
nukusgiscenter@gmail.com*

Санкт-Петербург

ноябрь 2019

ИДЕИ МОНИТОРИНГА

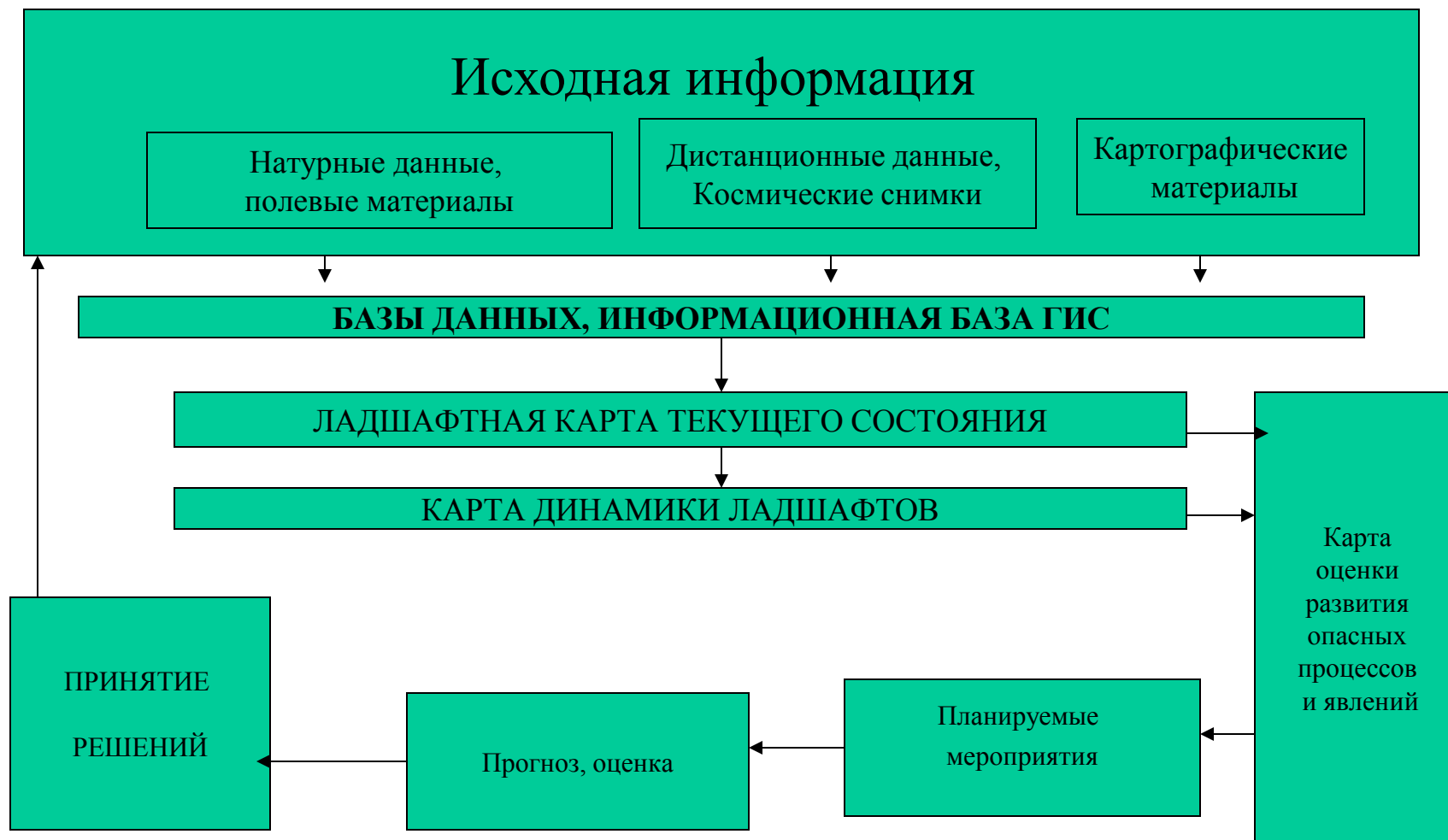
ЗАЛОЖЕНЫ БЫЛИ проектом НАТО 974101 – 2000-2002
Устойчивое развитие в сфере охраны окружающей среды, земле- и водопользования путем создания центра ГИС технологий и космосъемки в Каракалпакстане

Цель: Обеспечение научно-информационной базы для организации рационального природопользования

Задачи:

- Выявление трендов региональных экологических факторов
- Выявление текущего состояния на ландшафтном уровне
- Оценка современного состояния и выявление опасных явлений и процессов
- Прогноз естественного развития и при предполагаемых мероприятиях
- Рекомендации по организации природопользования

ОРАГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА МОНИТОРИНГА



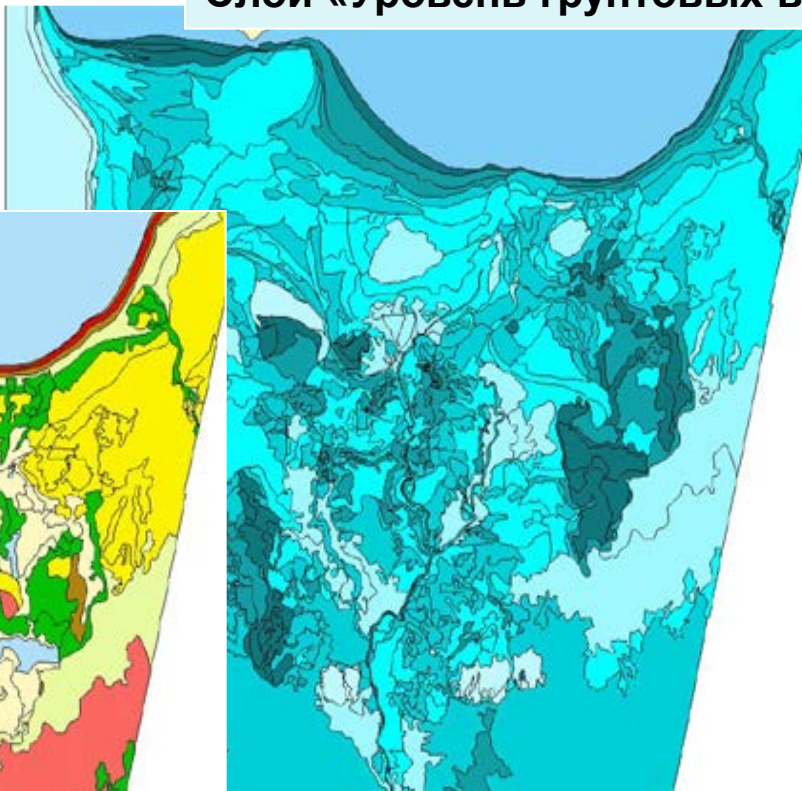
ГИС НА ТЕРРИТОРИЮ ДЕЛЬТЫ АМУДАРЬИ 2000 г.

Слой генетические типы ландшафтов

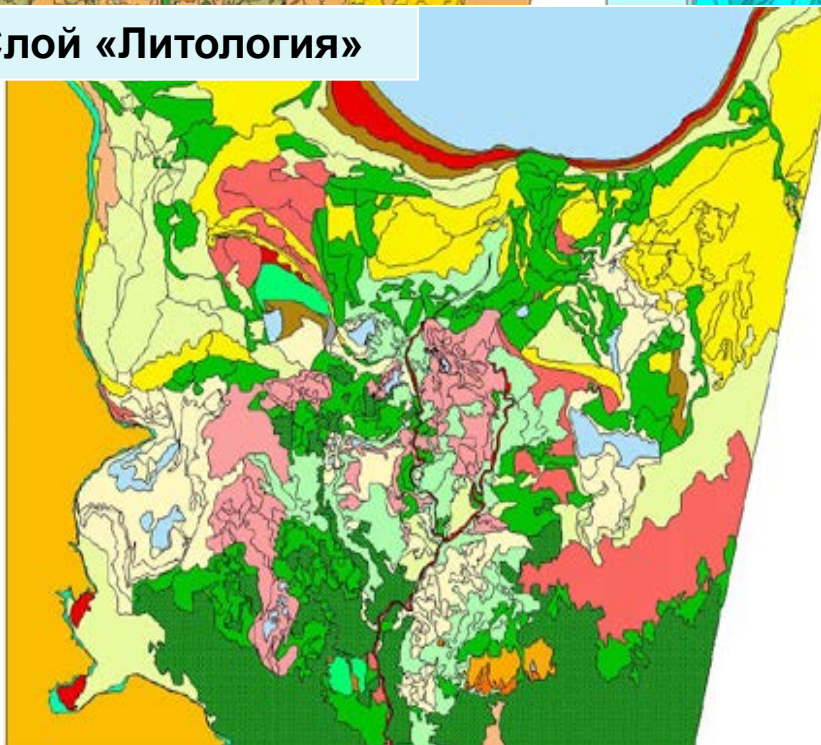


Содержит 8 информационных слоев, которые также могут быть представлены в виде самостоятельных тематических карт

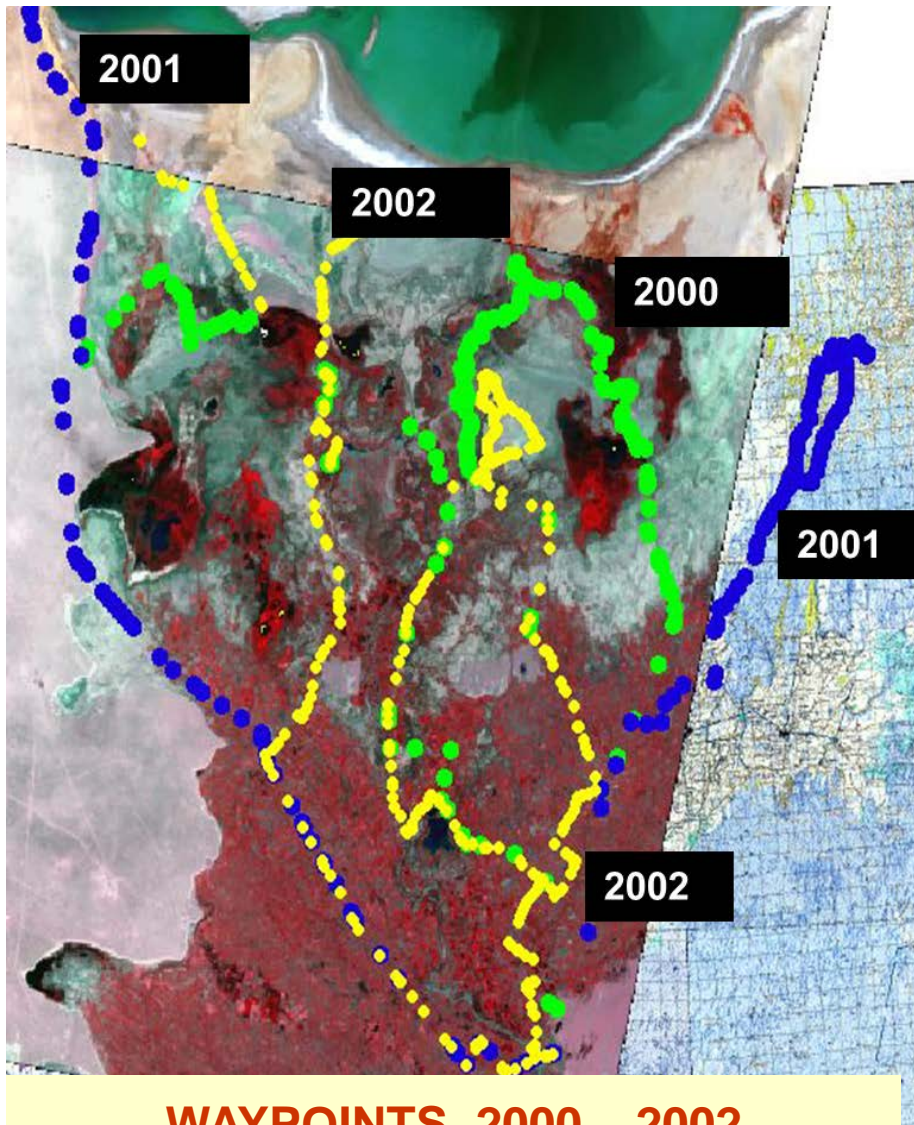
Слой «Уровень грунтовых вод»



Слой «Литология»



НАЗЕМНЫЙ МОНИТОРИНГ



Объект

- Экосистемы

Индикаторы

покрытие

- Проективное

- Видовой состав

- Продуктивность

Место

экологических профиля

- 4 топо-

Периодичность

(весна, осень)

- Дважды в год

Результаты

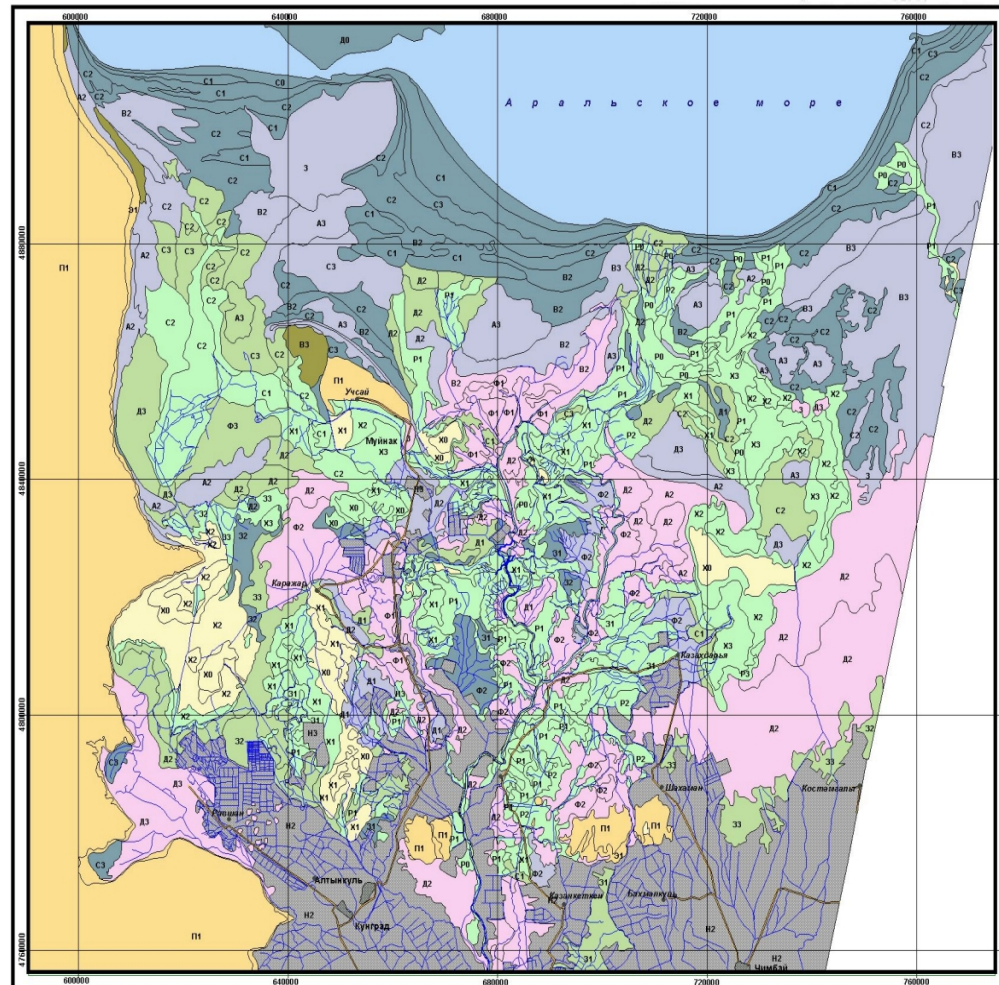
и динамики

- Карты состояния

Обновление

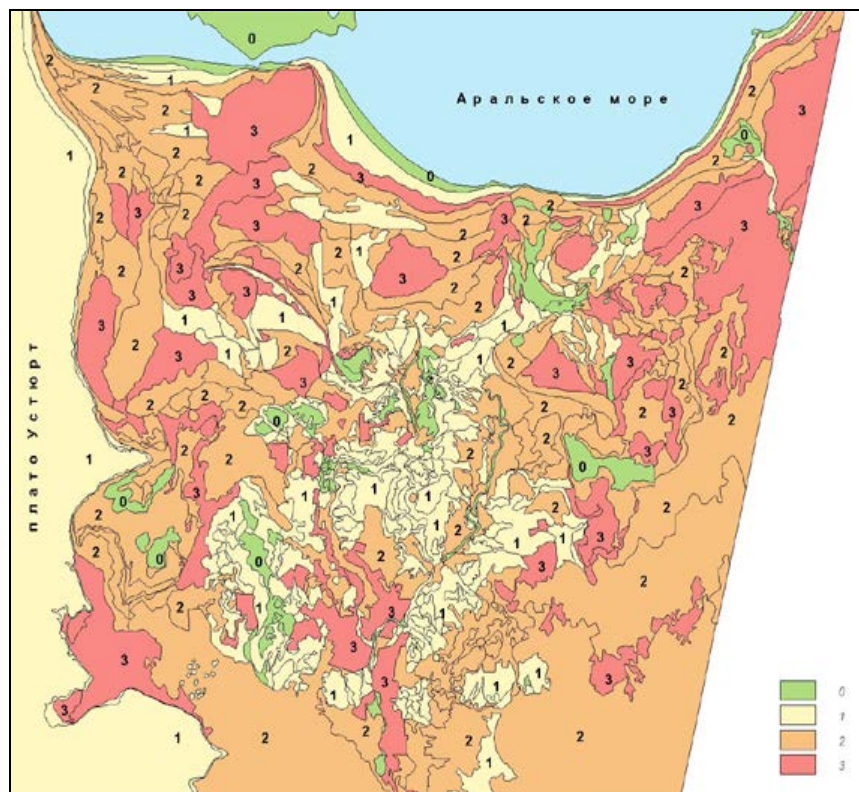
- Раз в 3 года

MAP OF THE LANDSCAPES DYNAMICS FROM 1991 TO 2000



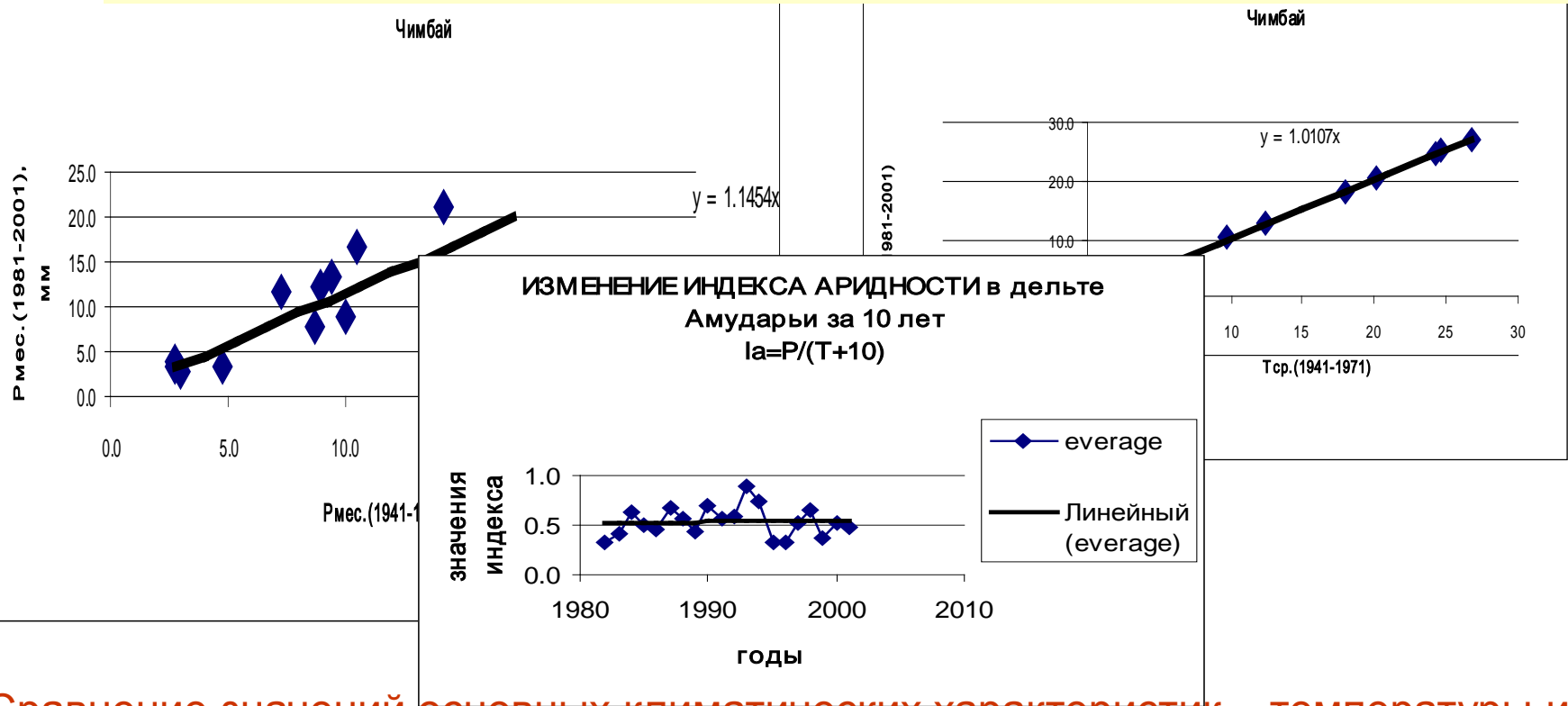
MAP OF DEGREES OF DESRUCTIVE PROCESSES WITHIN LADSCAPES

легенда



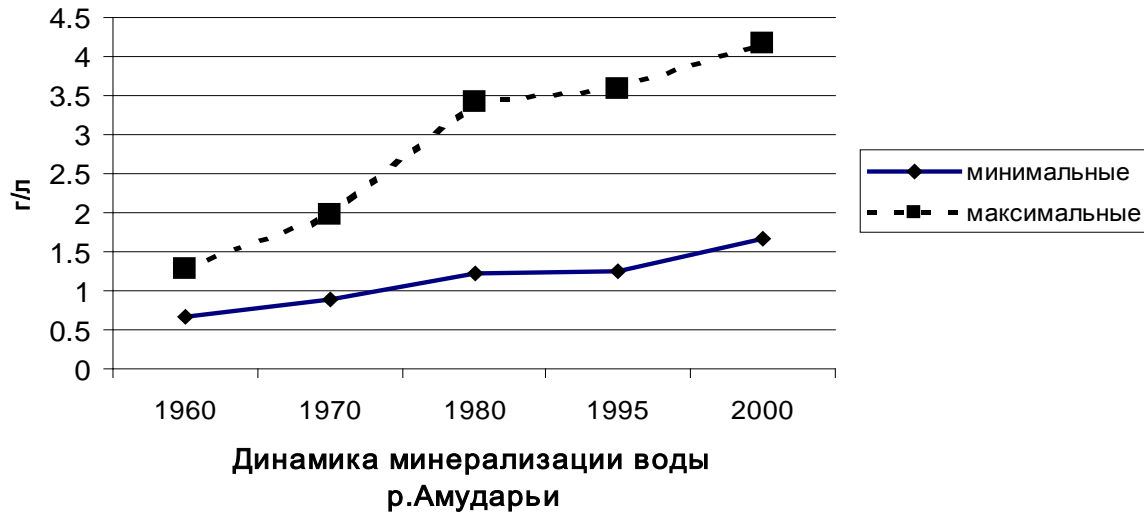
ИНДЕКС	СТЕПЕНЬ ОПАСНОСТИ	ПРИМЕЧАНИЕ
0	ОТСУТСТВИЕ	В озерах имеется опасность накопления пестицидов и тяжелых металлов из дренажных вод
1	НЕВЫСОКАЯ	Развитие засоления и дефляции в ландшафтах, время от времени обводняемых речными водами
2	СРЕДНЯЯ	Накопление солей на поверхности почв и перевевания песков на солончаках и суффозии в ландшафтах обсохшего дна моря, внутренних дельтах и солончаках на стадии такыризации
3	ВЫСОКАЯ	Эоловая аккумуляция песков и формирование массивов подвижных песков, появление локальных очагов – источников солепылевыноса

CLIMATIC PARAMETERS DYNAMICS



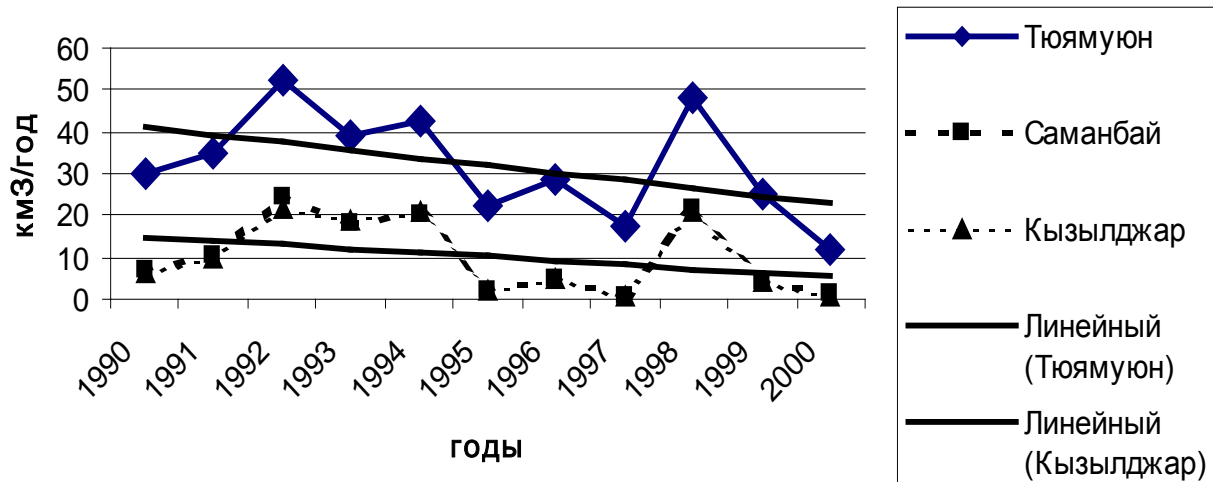
Сравнение значений основных климатических характеристик – температуры и осадков за два экологических периода, отражающих обводненность дельты и появление новой суши вследствие падения уровня моря – условно-естественный (1941-1981) и антропогенно измененный (1981-2001) показало, что значения среднегодовых температур не претерпели существенных изменений, а годовые суммы осадков несколько возросли ($1x=1.14y$); индекс аридности, несмотря на существенные отклонения от средних значений, не имеет заметного тренда.

AMUDARYA RIVER RUNOFF



Приток речных вод в дельту Амударьи за 10 летний период был неравномерным: годы повышенной водности (1992-1994; 1998) чередовались с периодами, когда приток речных вод практически отсутствовал (1995-1997; 1999-2001). Имеются тренды к сокращению притока речной воды в дельту и роста ее минерализации

Изменение притока воды в низовья Амударьи за 10 летний период



ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Цель: Обеспечение научно-информационной базы для принятия управленческих решений по организации рационального природопользования и сохранения окружающей среды водных и наземных экосистем

Задачи:

- Установление тенденций развития региональных экологических факторов;
- Определение текущего состояния природных комплексов;
- Оценка современного состояния и выявление опасных явлений и процессов;
- **Прогноз** естественного развития и при предполагаемых мероприятиях;
- Рекомендации по организации природопользования;
- Рекомендации и направление действий по сохранению уникальных природных комплексов и биоразнообразия

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ: показатели и критерии

МОРЕ:

- Характеристики водоема (площадь водной поверхности, уровень, минерализация воды)
- Биотическая составляющая и ресурсы
- Управление

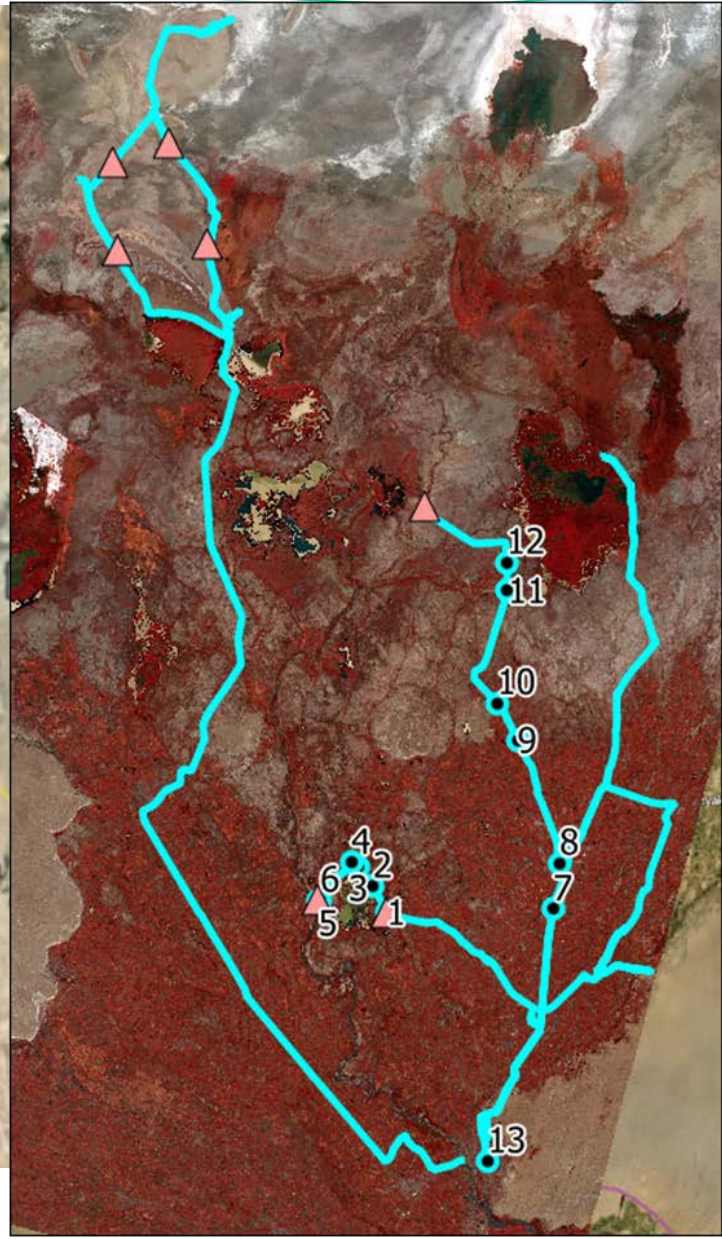
ОБСЫХАЮЩЕЕ ДНО:

- Контроль за развитием процессов (особенно опасных)
- Характеристика формирующихся комплексов и их динамики
- Биота и биологические ресурсы
- Управление

ДЕЛЬТА:

- Мониторинг водных ресурсов и их использования
- Мониторинг водоемов и их ресурсов
- Мониторинг природных экосистем
- Мониторинг используемых земель
- Управление

Работы в 2017 г. проводились на обсохшем дне моря на участках, освободившихся от воды в 1999-2001 гг., в центре и в приморской части дельты



- 1
- ▲ 2

Расположение точек отбора проб воды (1) и ключей (2)

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ВОДЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ДЕЛЬТЕ АМУДАРЬИ

21-28 октября 2017 г.

№ п.п.	ОБЪЕКТ	МИНЕРАЛИЗАЦИЯ, Г/Л
1.	Русло Амударьи, Порлытау	0.6
2.	Русло Казахдарьи, пос. Казахдарья	0.6
3.	Канал Кегейли	0.6
4.	Вода из-под крана, г. Нукус	0.6
5.	Оз. Дауткуль	1.4
6.	Рыбацкий залив	0.85-1.6
7.	Районный коллектор	8
8	Районный коллектор	3
9	Магистральный коллектор КС1	1.8
10	Канал из Рыбацкого залива в море	0.9

Минерализация речной и питьевой воды 0.6 г/л; в озерах - до 2 г/л; в районных коллекторах самая высокая минерализация (3-8); вода в море идет с минерализацией до 2 г/л

Измерение минерализации воды экспресс-методом



АМУДАРЬЯ И РУКАВА



ОЗ. СУДОЧЬЕ

Мониторинг в дельтах

Теоретико-методологическое обоснование мониторинга *природных комплексов* в дельтах – представление о сопряженном развитии *мезоформ рельефа, литологии, почв и растительности* – теория литоморфопедогенеза.

Основные формы рельефа: прирусловые валы, склоны, междельтовые понижения;

На прирусловых валах на песчаных отложениях, перекрывающих суглинистые и глинистые, формируются тугайные почвы с древесно-тугайной растительностью.

На склонах на супесчаных и суглинистых отложениях, залегающих на суглинистых и глинистых отложениях формируются лугово-тугайные почвы с кустарниковой и травяной растительностью.

В междельтовых понижениях на суглинистых и глинистых отложениях формируются лугово-болотные и болотные почвы с высокотравьем.

Развитие теории связано с именами:

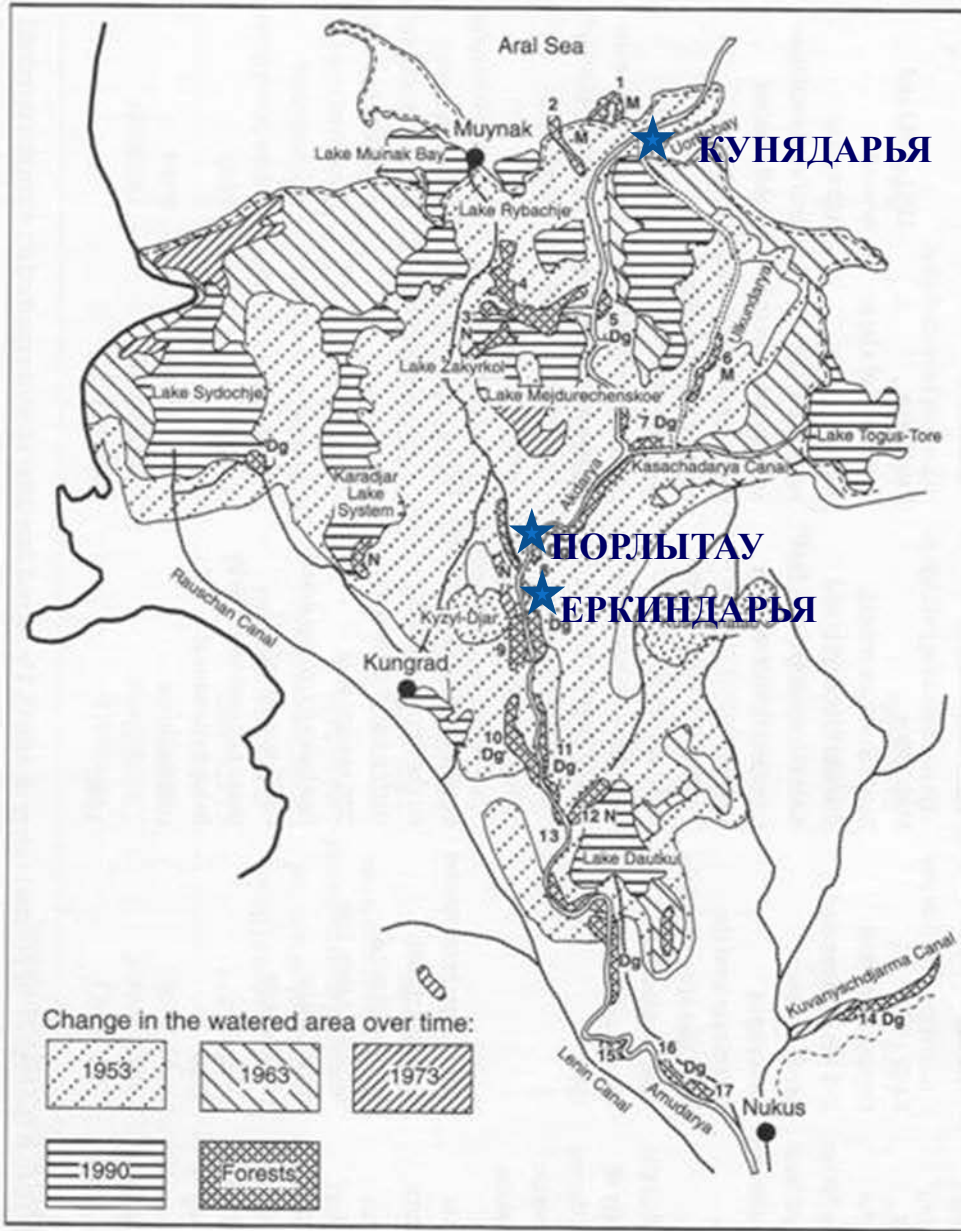
Красновой, В.М. Боровского, Глазовского Н.Ф., В.А. Ковды, Н.В. Кимберга, М.И. Кочубей, С.А. Шувалова, Караджанова К.Д., Попова В.Г., Рафикова А.А., Тетюхина Г.Ф., Хакимова Ф.И., Жоллыбекова Б. Стародубцева В.М., Некрасовой Т.Ф., Куста Г.С., Чалидзе Ф.Н., Плисак Р.П., Огарь Н.П. Закирова З., Петрова М.П., Бахиева А.Б., Мамутова Н.К., Жалгасбаева Ж. и др.

Components of landscape	Stages		
	Hydromorphic	Subhydromorphic	Automorphic
source of water	flooding, groundwaters, precipitation	ground waters, precipitation	precipitation
groundwaters	0–3.5 m, fresh-brackish	>3.5–5 m, salinized	>5 (10–20) m, high salt content
soil forming processes	swamp, meadow, solonchak	takyrisation	zonal desert
phytomass (T/ha)	75.46–41.27	49.1–8.25	27.05–5.29
production (T/ha/year)	10.7–36.87	25.1–3.05	2.18–1.89
types of succession on the levees	dominants of plant community series on the levees		
xerophytization	<i>Populus ariana</i> , <i>Elaeagnus turcomanica</i> , <i>Tamarix</i> sp., <i>Glycyrrhiza glabra</i> , <i>Alhagi pseudalhagi</i>	Desert tugai communities + ephemerals, <i>Capparis decidua</i> , <i>Salsola dendroides</i>	
halophytization	<i>Tamarix hispida</i> , <i>Aeluropus littoralis</i> , <i>Karelinia caspia</i> , <i>Halostachys caspica</i> , <i>Climacoptera aralensis</i> , <i>C. lanata</i>		
psammofitization by destruction of upper kleyer layer, sands appearing	—	<i>Haloxylon aphyllum</i> , <i>Salsola orientalis</i>	<i>Ceratoides papposa</i> , <i>Calligonum</i> sp., <i>Salsola richteri</i> , <i>Haloxylon persicum</i>
siltation (aeolian input to depression in the sandy area)	—	—	Ephemerals and low sub-shrub communities (<i>Artemisia</i> sp.)
types of the successions on the interstream lowlands	dominants of plant community series on the inter-river lowlands		
xerophytization	<i>Typha angustifolia</i> , <i>Phragmites australis</i> <i>Calamagrostis dubia</i> , <i>Tamarix</i> sp.	<i>Salsola dendroides</i> , <i>Anabasis aphylla</i> , <i>Haloxylon aphyllum</i>	Takyr with algae and moss
halophytization	<i>Limonium gmelini</i> , <i>Salsola</i> sp., <i>Tamarix hispida</i> , <i>Halostachys caspica</i>	—	—
psammofitization	hillock sands formed by sand accumulation with high content of salt dust, covering by crust, <i>Lycium ruthenicum</i> , <i>Nitraria</i> sp.	—	<i>Anabasis salsa</i> + ephemerals, <i>Artemisia</i> sp., <i>Calligonum</i> sp., <i>Salsola richterii</i> , <i>Haloxylon persicum</i>
siltation (aeolian input to depression in the sandy area)	—	—	Ephemerals and low sub-shrub communities (<i>Artemisia</i> sp.)



Смены почв и растительности на разных элементах дельтового рельефа в процессе эволюции дельтовых ландшафтов

Обсыхание дельты Амударьи



★ КУНЯДАРЬЯ

★ ПОРЛЫТАУ

★ ЕРКИНДАРЬЯ

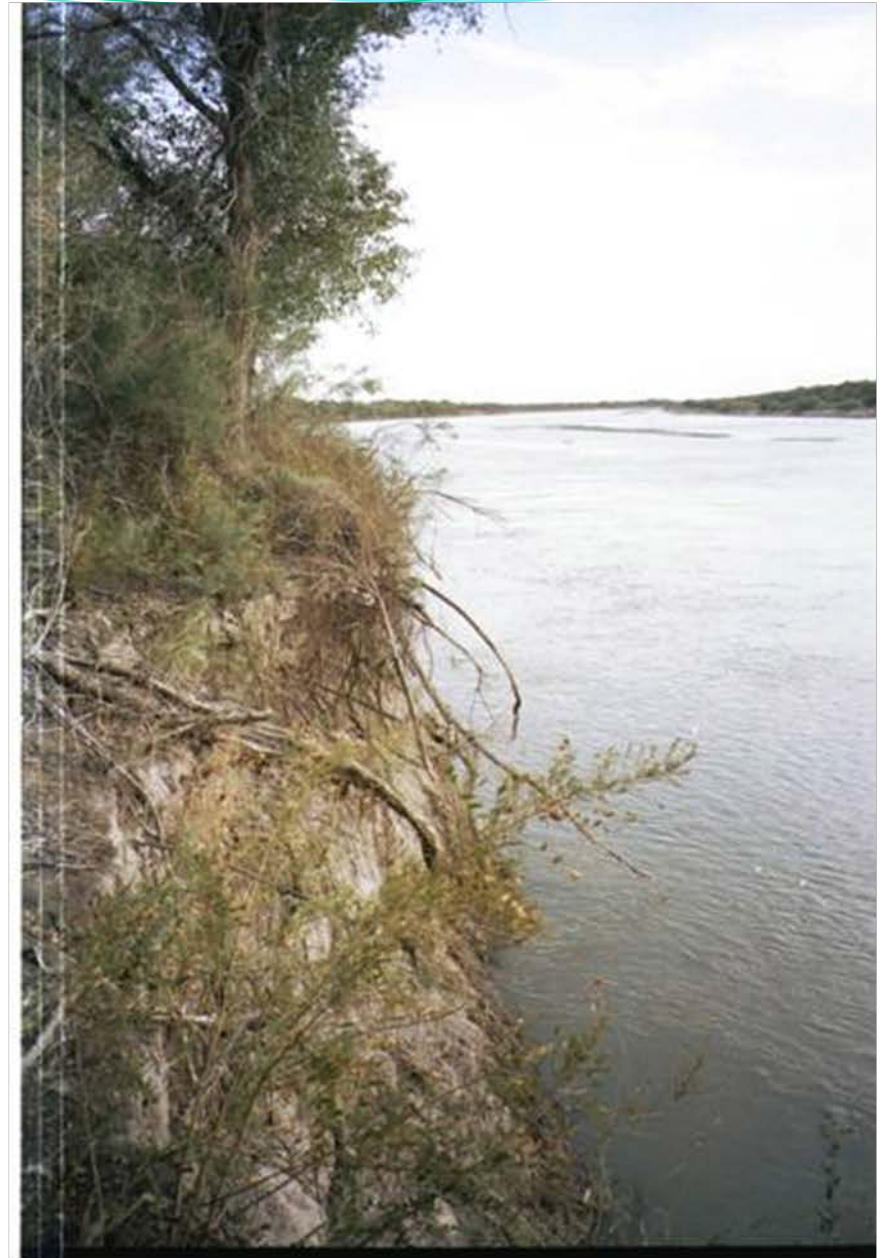
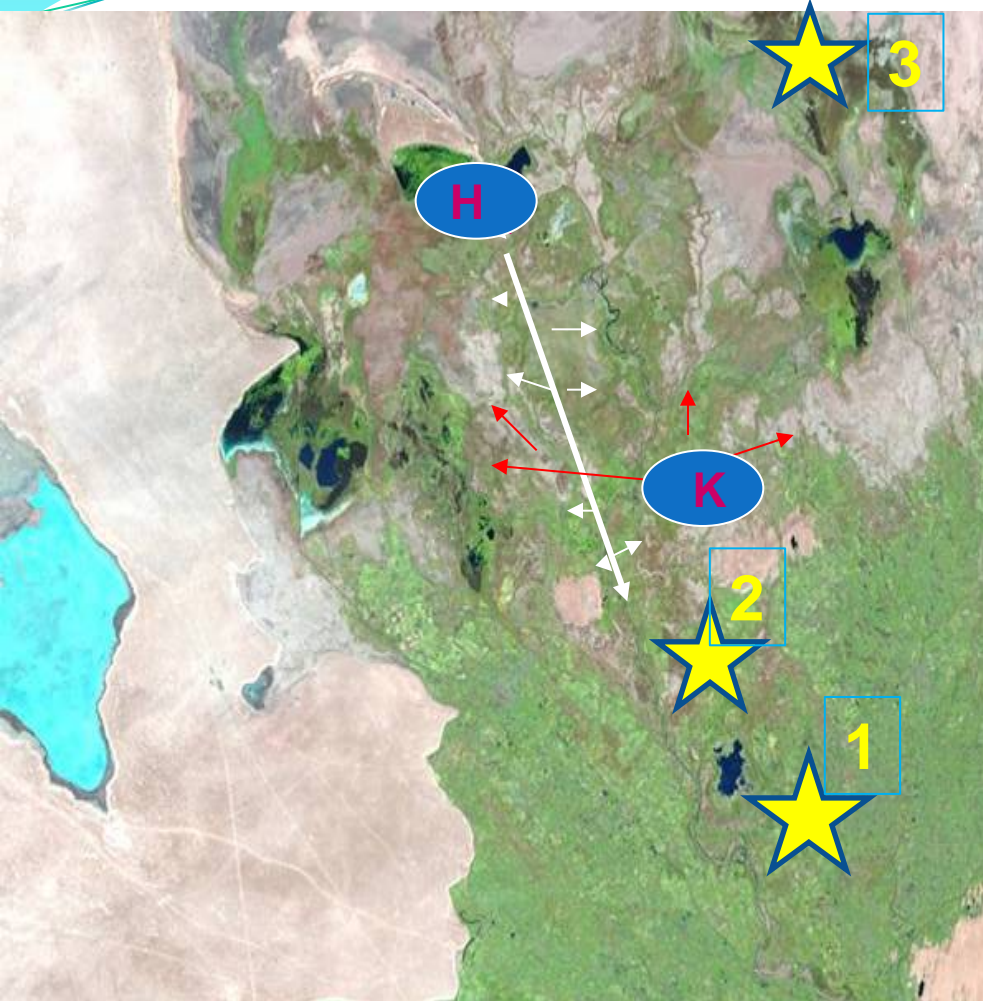


Figure 6.3 Changes in lake area from 1953 to 1990 and large tracts of forests. Designations are (1) Uordobay; (2) Archantay, Inzjenerusjak; (3) Zakirkol; (4) Shege; (5) Woroschilov; (6) Ulkun; (7) Kazakhdarya; (8) Aspantay; (9) Kyzyl-djar; (10) Sajat; (11) Porlytau; (12) Erkin; (13) Naiman tube; (14) Nurumtubek; (15) Khatep; (16) Chortambay; and (17) Samambay. Status of the forests: N, normal; Dg, degraded; M, dead.

СТАДИИ ПРОЦЕССОВ И ИНДИКАТОРЫ В ДЕЛЬТЕ АМУДАРЬИ



1985 – Начало деградации солончаков, и развития отакыривания (грунтовые воды на глубине более 3 м) индикатор - *Salsola dendroides*



1993 – К - начало распространения пустынных растений – *Krascheninnikovia ceratoides*



Топо-экологические профили в дельте:

1 – Еркин-тугай;

2 – Порлытау;

3 – Кунядарья.

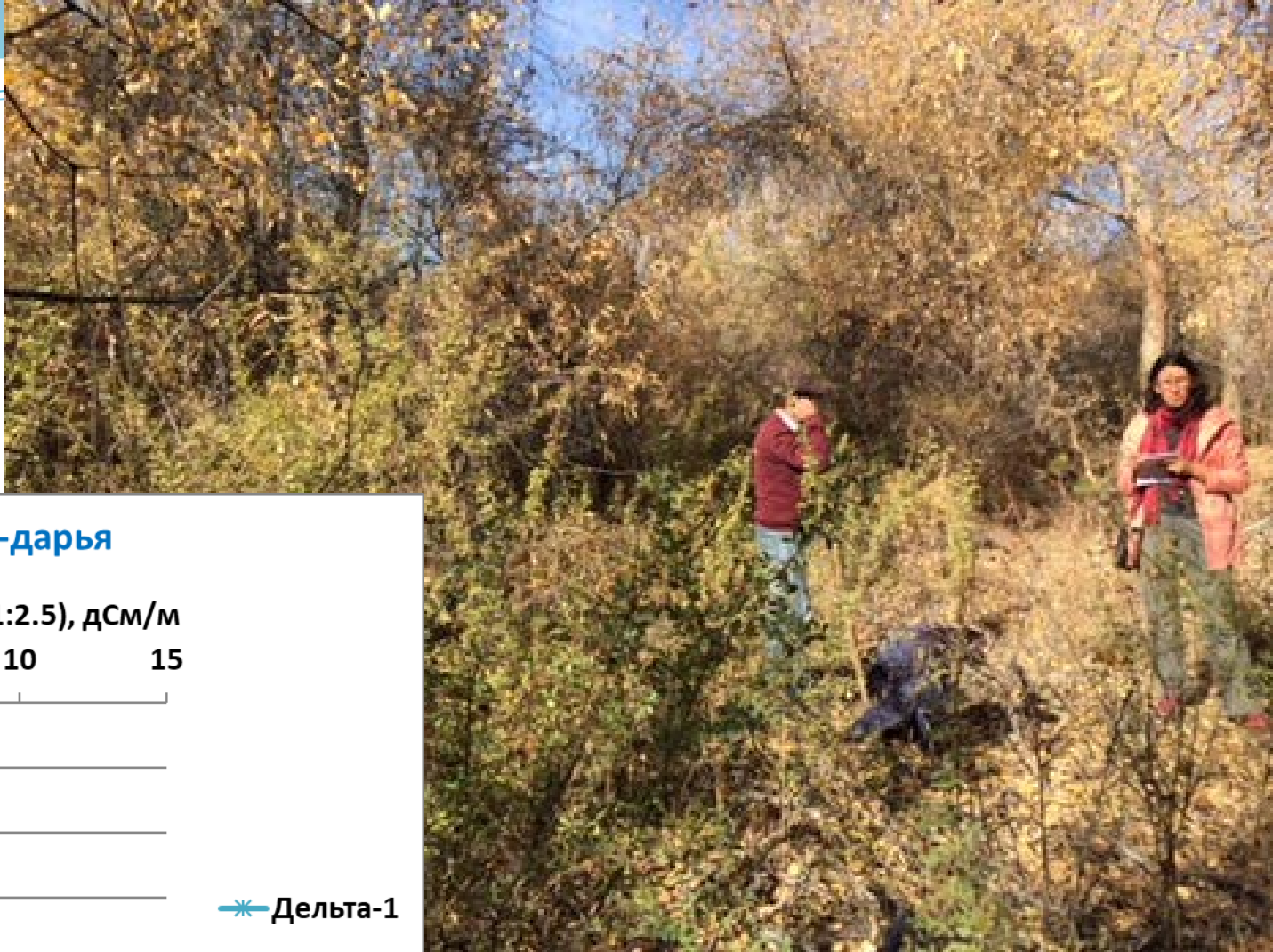


Н – распространение *Haloxylon aphyllum*

ЕРКИН ТУГАЙ (ОДИН ИЗ СОХРАНЯЮЩИХСЯ)

№ 42,85292° Е 59,38319°	Пов. не залив	Пониж залив.	Пониж. залив.
Точки	1	2	Д-1
Число видов	5	7	12
Проективное покрытие,%	40	60	60
Деревья			
<i>Populus diversifolia</i>	6	4	4
<i>Elaeagnus angustifolia</i>			2
Кустарники			
<i>Halimodendron halodendron</i>			Сор ³
<i>Halostachys belangeriana</i>		1	
<i>Tamarix ramosissima</i>	3	2	
Травянистые многолетники			
<i>Calamagrostis dubia</i>		Sp.gr	Sp
<i>Glycyrrhiza glabra</i>	Sp	Сор.gr	Sol
<i>Limonium otolepis</i>			Un
Однолетники			
<i>Atriplex tatarica</i>	Sol		
<i>Karelinia caspia</i>			Un
<i>Lepidium obtusum</i>		Sp.gr	Sp
<i>Polygonum sp.</i>			Sol
<i>Suaeda longifolia</i>	Sol	Sol	Sp
Лианы			
<i>Clematis orientalis</i>			Sp
<i>Cynanchum sibiricum</i>			Sol

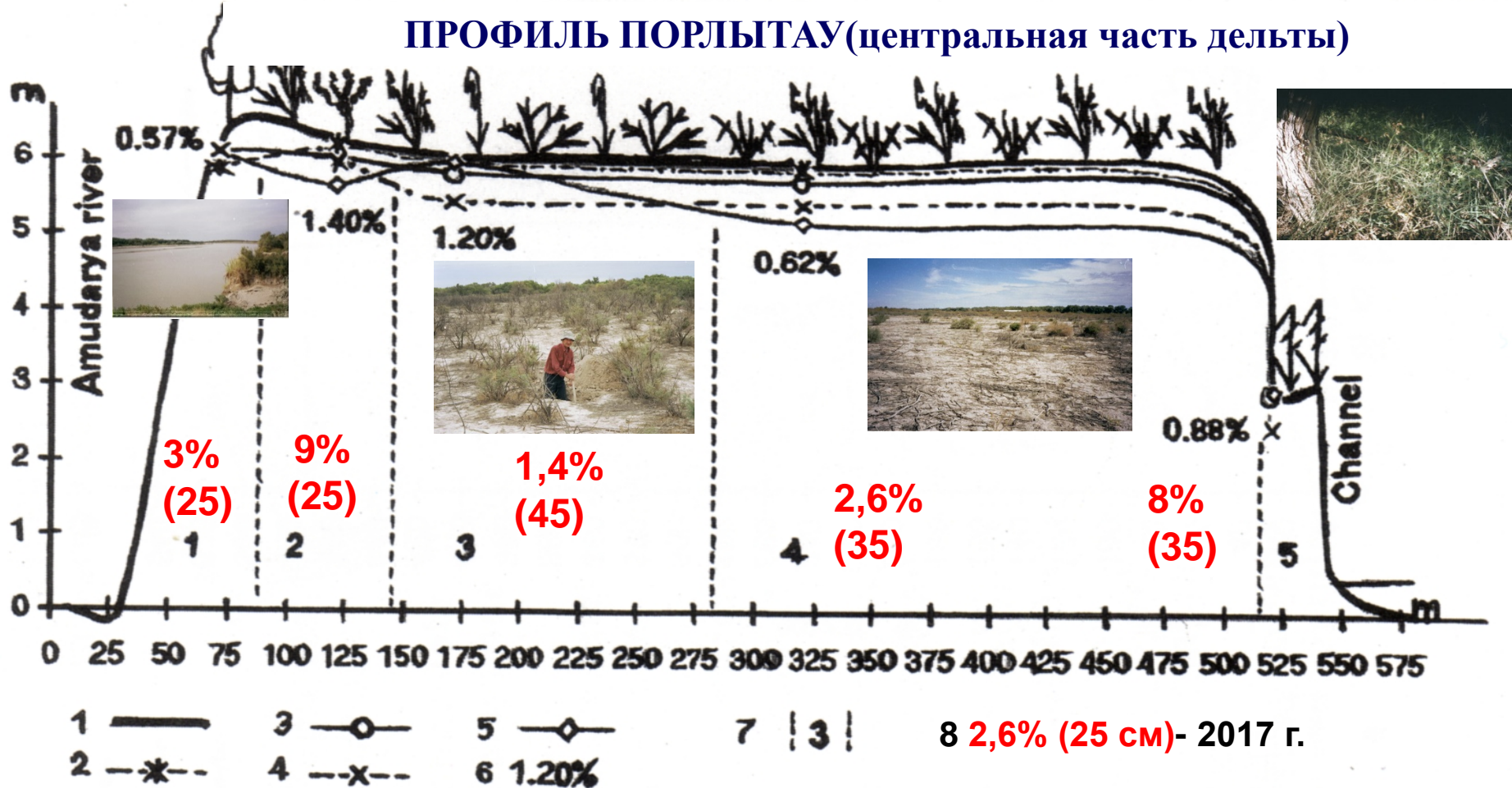




Еркин-дарья



ПРОФИЛЬ ПОРЛЫТАУ (центральная часть дельты)



Условные обозначения: 1 – рельеф (над урезом воды); 2 – 5 – глубина залегания горизонта максимального накопления солей (м): 2-1979; 3 -1985; 4 -1993; 5 -1999; 6 – максимальное содержание солей (%) в 1999; 7- номер участка на профиле и растительное сообщество : 1. *Populus ariana-Tamarix ramosissima-Mixteherbosa*, 2. *Halostachys belangeriana-Tamarix ramosissima-Ephemerosa*, 3. *T. ramosissima- Ephemerosa*, 4. *T. ramosissima- Salsola dendroides*, 5. *Calamagrostis epigeios-Mixteherbosa*

N 42,87335 E 59,22888	ТОЧКИ				
	1	2	3	4	5
Число видов	5	5	2	4	3
Проективное покрытие	80	60	40	60	80
Деревья					
<i>Populus diversifolia</i>	8				
Кустарники					
<i>Krashennikovia ceratoides</i>		1			
<i>Halimodendron halodendron</i>	4				
<i>Halostachys belangeriana</i>		8			8
<i>Tamarix ramosissima</i>	15	5	6	15	
Полукустарники					
<i>Salsola dendroides</i>				Cop2	Cop3
Многолетние травянистые					
<i>Limonium otolepis</i>					Sp
<i>Zygophyllum obtusum</i>	Sp				
Однолетние					
<i>Climacoptera aralensis</i>		Sol	Sol	Sol	
<i>Descurainia sophia</i>				Sol	
<i>Peganum harmala</i>		Sol			
<i>Salsola paulsenii</i>	Sol				



Точка 1



Точка 2

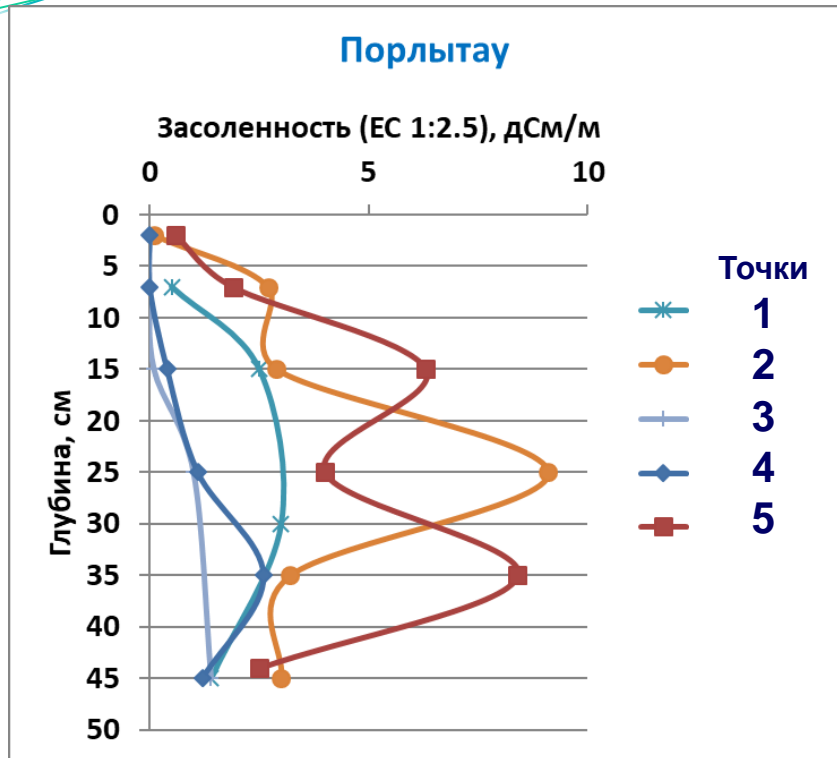


Точка 3



Точка 5

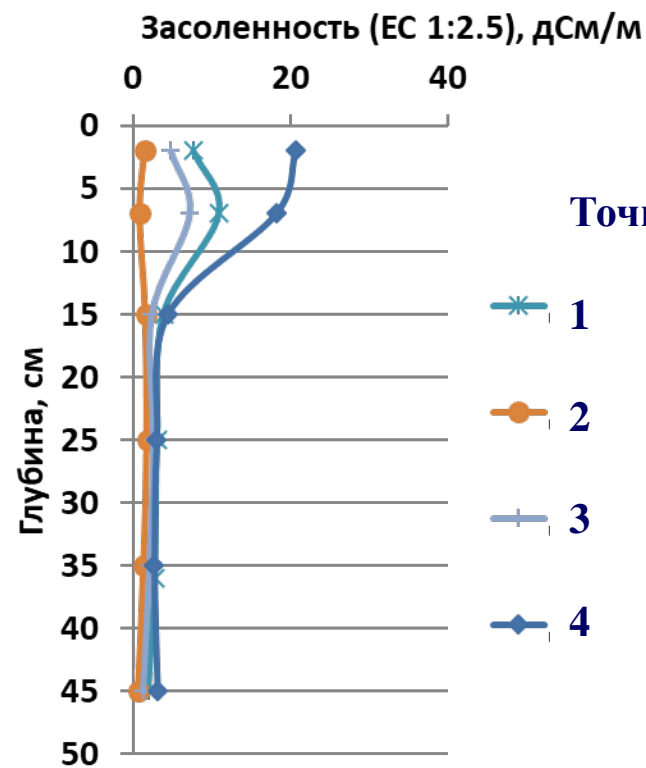




Точка 1

ПРОФИЛЬ КУНЯДАРЬЯ – ПРИМОРСКАЯ ЧАСТЬ ДЕЛЬТЫ

Кунья-дарья



N 43,51267° E 59,46674°	Точки			
	1	2	3	4
Количество видов	7	4	8	2
Проективное покрытие, %	80	40	80	30
Деревья				
<i>Populus diversifolia</i>	4		1	
<i>Haloxylon aphyllum</i>		1		
Кустарники				
<i>Halimodendron halodendron</i>	3		3	
<i>Halostachys belangeriana</i>				13
<i>Tamarix laxa</i>	6			
<i>Tamarix ramosissima</i>	1	3		
Полукустарники				
<i>Salsola dendroides</i>	Sp			
Однолетники				
<i>Atriplex tatarica</i>	Cop2		Sp gr	
<i>Climacoptera aralensis</i>		Sp-Cop	Sp-Cop gr	Sol-Sp
<i>Descurainia sophia</i>	Sp			
<i>Eremopyrum triticeum</i>			Un	
<i>Peganum harmala</i>			Sol	
<i>Salsola foliosa</i>		Sp		
<i>Salsola paulsenii</i>			Sol	
<i>Senecio subdentatus</i>			Sol	

Точка 1



Точка 2



Точка 3



Точка 4



ВЫВОДЫ:

Опустынивание природных комплексов в дельте Амударьи продолжается:

- **Вдоль основного русла Амударьи еще сохраняются на небольших участках ранее обширные тугайные массивы.**
- **Вдоль новых магистральных каналов сформировались молодые туранговые тугаи. Функционирование каналов поддерживает их существование.**
- **Вдали от основного русла и каналов древесные тугаи сменились сообществами пустынного кустарника терескена (*Eurotia ceratoides*).**
- **В приморской части дельты расширяются площади, занятые черным саксаулом (*Haloxylon aphyllum*). Его продвижению к югу способствуют автомагистрали. В настоящее время он «дошел» от Муйнака до Кунграда.**
- **Участки Порлытау и Куня-дарья характеризуются разным характером профиля засоления: Профили засоления и рН Порлытау указывают на то, что это в целом опресняющийся участок, т.к. профили засоления относятся к элювиальному или элювиально-иллювиальному типу с менее засоленными поверхностными горизонтами (до 10-20 см) и увеличением засоления с глубиной. В поверхностных горизонтах почв отмечается слабое ощелачивание.**

ОБСОХШЕЕ ДНО МОРЯ



Проблемы мониторинга:

1. Отсутствие теоретических представлений о закономерностях зарастания.
2. Многочисленные антропогенные нарушения

Природные ландшафты на морском дне



Засоленные глинистые



Незасоленные песчаные



Незасоленные песчано-золотые

Высота н.у.м.	*	48	39	38	38	39	37	36		31	39	38	39	39	38	39	41	35	46	46	
Число видов		11	5	1	10	3	4	2	1	7	4	1	3	4	3	0	3	4	2	5	1
Засоление											35						10		30	5	
Деревья																					
<i>Haloxylon aphyllum</i>	33	1	1								1	1	1				1	1			
<i>Haloxylon persicum</i>	14				1	1				1											
<i>Salsola richteri</i>	19	1			1					1	1										
Кустарники																					
<i>Astragalus villosissima</i>	14	1			1					1											
<i>Calligonum arborescens</i>	5				1																
<i>Calligonum caput-medusa</i>	10				1					1											
<i>Calligonum rubescens</i>	5				1																
<i>Eremosparton aphyllum</i>	10				1			1													
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	5																	1			
<i>Halostachys belangeriana</i>	10											1					1				
<i>Nitraria sibirica</i>	5	1																			
<i>Salsola arbuscula</i>	5	1																			
<i>Tamarix hispida</i>	19												1			1	1			1	
<i>Tamarix laxa</i>	14																		1	1	1
<i>Tamarix ramosissima</i>	10												1							1	
Многолетники травянистые																					
<i>Alhagi pseudalhagi</i>	5	1																			
<i>Aristida pennatum</i>	5								1												
Однолетники																					
<i>Atriplex fominii</i>	19		1			1				1					1						
<i>Atriplex laevis</i>	5	1																			
<i>Atriplex tatarica</i>	5					1															
<i>Climacoptera sp.</i>	5		1																		
<i>Climacoptera aralensis</i>	19									1	1			1							1
<i>Climacoptera lanata</i>	10	1													1						
<i>Climacoptera turcomanica</i>	5																		1		
<i>Corispermum aralocaspicum</i>	10					1	1														
<i>Kochia odontoptera</i>	5																				1
<i>Lappula patula</i>	5	1																			
<i>Peganum harmala</i>																					
<i>Petrosimonia squarrosa</i>	14	1	1		1																
<i>Phragmites australis</i>	14					1								1						1	
<i>Salsola sp.</i>	5																1				
<i>Salsola nitraria</i>	5												1								
<i>Salsola incanescens</i>	10		1				1														
<i>Salsola paulsenii</i>	10				1	1	1														
<i>Salsola vermiculata</i>	19	1			1					1	1										

**Общий список
встреченных
видов - 34**

**зеленый цвет –
псаммофильные
сообщества;
фиолетовый –
галофильные.**

*** - частота
встреч,% в
описаниях**

ДНО МОРЯ. ПЕСЧАНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ.

Естественное зарастание и посадки псаммофитов



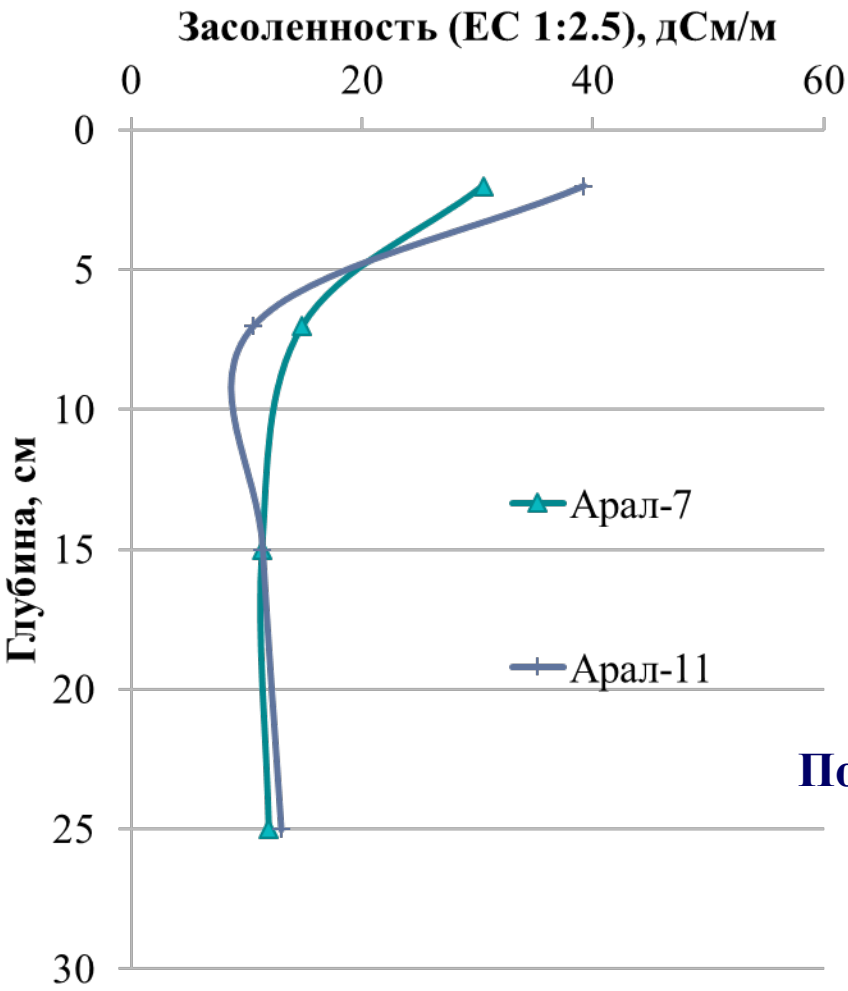
Посадки *Calligonum* sp.



Эоловые пески с *Aristida pennata*

ДНО МОРЯ. ЗАСОЛЕННЫЕ ГЛИНИСТЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ.

Естественное зарастание и посадки



Солончак с *Halostachys belangeriana* на фитогенном бугре



Подготовка к посадкам



Посадки

ЗАСОЛЕНИЕ НА ФИТОГЕННОМ БУГРЕ

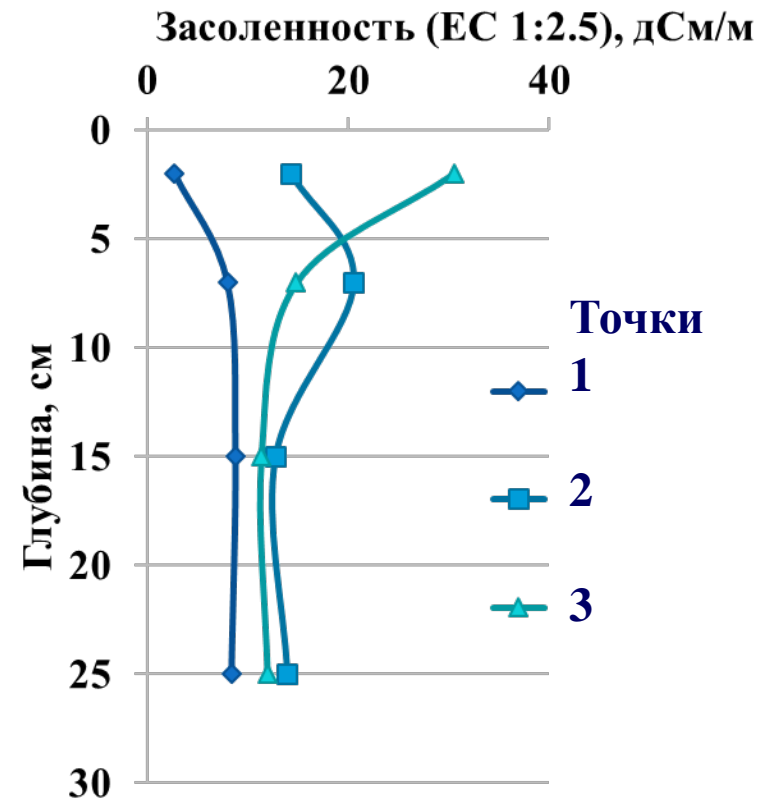


Расположение точек:

1 – на вершине;

2 – на склоне;

3 – у подножья.



ВЫВОДЫ по развитию природных комплексов на обсохшем дне моря

- 1. Основные природные процессы на обсохшем дне моря:**
 - засоление – рассоление;
 - эоловый вынос – аккумуляция мелкоземистых частиц.
- 2. Растительность активно участвует в процессе накопления мелкозема и образует фитогенные бугры. Основные растения, песконакопители: *Tamarix spp.*, *Halostachys belangeriana*, *Haloxylon aphyllum*.**
- 3. Засоление фитогенных бугров существенно ниже (5-10%) окружающих засоленных грунтов равнин (30-60%).**
- 4. Проведенная фитомелиорация участков морского дна видами растений галофитов и псаммофитов успешна. На этих участках идет их самовозобновление.**
- 5. Методический подход к решению управления на морском дне через закрепление посевом и посадкой пустынных видов растений дает положительные результаты: развитие опасных процессов дефляции и засоления стабилизируется или уменьшается; фиторазнообразие увеличивается, что должно способствовать развитию зооразнообразия; занятость населения возрастает; биоресурсы увеличиваются.**

Основные выводы

- 1. Систематические работы в режиме мониторинга не ведутся ни за морем (уровень, водная поверхность и соленость), ни на обсохшем дне (развитие опасных процессов), ни в дельтах (трансформация природных комплексов).**
- 2. Основные современные источники информации - работы Ф. Миклина (США) и Н.В. Аладина (Россия, ЗИН РАН) и др. и отчасти – П.О. Завьялова (Институт океанологии РАН).**



БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ!

ЛИТЕРАТУРА

Aladin N.V. et all. Modern ecological state of the Aral sea// Ecological research and monitoring of the Aral sea deltas: a basis for restoration. UNESCO Aral Sea project. Book 2. 2000. P. 73-82.

Клиге Р.К., Данилов И.Д., Конищев В.Н. История гидросферы. М.: Научный мир. 1998. 368 с.