

Федеральное Министерство по экономическому сотрудничеству и развитию

Германское общество технического сотрудничества

Межгосударственная Координационная Водохозяйственная Комиссия
Центральной Азии, Научно-Информационный Центр

**КОМПЛЕКСНЫЕ ДИСТАНЦИОННЫЕ
И НАЗЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ОСУШЕННОГО ДНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ**

Ташкент 2008

ББК 20.1:26.22
К 63

**Под редакцией: проф. В.А. Духовного, П. Навратиля,
И. Рузиева, Г. Стулиной, Е Рощенко**

рецензент:
к.г.н. В. Соколов

К 63 Комплексные дистанционные и наземные исследования осушенного дна Аральского моря, под ред. проф В.А. Духовного. - Ташкент: НИЦ МКВК, 2008. – 190 с.

В предлагаемой читателям книге рассматривается комплексное проведение дистанционных и наземных наблюдений с целью оценки процессов, происходящих на осушенном дне моря, и степени риска развития опустынивания и других негативных последствий происходящей осушке дна моря. Рассмотрены возможность определение классов покрытия и их оценка, а также оценка достоверности дистанционных методов с помощью наземных наблюдений. Проведен анализ динамики изменения ландшафтов осушенного дна сопоставлением экспедиционных, дистанционных и архивных данных, а также оценка состояния произведенных посадок и степени экологического риска на осушенном дне моря. Приводятся предложения по дальнейшему развитию работ на осушенном дне Аральского моря.

Книга рассчитана на специалистов экологов, сельского и водного хозяйства, а также студентов и широкую читательскую аудиторию, всех, кому не безразлична судьба Арала и Приаралья.

ISBN 9965-32-616-9

ББК 20.1:26.22
К 63

Общее содержание

Общее содержание.....	3
Графики и фотографии.....	5
Таблицы.....	7
Авторский коллектив	9
1. Введение: Комплексные дистанционные и наземные исследования осушенного дна Аральского моря – обоснование и задачи исследования.....	10
2. Описание изучаемой территории.....	12
2.1 Арал-современная динамика и изучение	12
2.2. Общее описание территории.....	21
2.3. Климат.....	21
2.4. Геоморфология.....	23
2.4.1. Геоморфологические процессы на осушающемся дне Аральского моря.....	23
2.4.2. Типы рельефа осушающегося побережья.....	24
2.4.3. Процессы соленакопления в акватории Аральского моря.....	26
2.4.4. Оценка изменения ландшафтов, формирующихся природных комплексов орошаемого дна моря.....	28
2.5 Почвы	38
2.6. Гидрогеология Южного Приаралья	44
2.7. Облесение для борьбы с эрозией - история, современное состояние	46
3. Данные и методы.....	49
3.1. Полевые исследования	49
3.1.1. Цели и состав.....	49
3.1.2. Методы полевых исследований.....	49
3.1.2.1. Методика почвенных исследований	50
3.1.2.2. Методика изучения растительного покрова.....	51
3.1.2.3. Методика гидрогеологических исследований.....	52
3.1.2.4. Методика ландшафтного исследования.....	52
3.1.2.5. Измерение ветра и эрозии	53
3.1.3. ГИС и дистанционные измерения как основа подготовки полевых исследований.....	55
3.1.4. Маршруты экспедиций.....	57
3.2. Подготовка карты почвенно-растительного покрова на основе дистанционного зондирования.....	62
3.2.1. Предварительная обработка спутниковых данных.....	62
3.2.2. Техника неконтролируемой классификации.....	63
3.2.3. Разработка классификации земельного покрытия.....	66
3.2.4. Техника контролируемой классификации.....	71
3.2.5. Оценка риска эрозии классов почвенно-растительного покрова	75
3.3 Дистанционная оценка состояния облесения.....	78
4. Результаты	80
4.1. Обзор собранных полевых данных	80
4.1.1. Почвенный покров исследуемой территории	81
4.1.1.1. Почвенный покров восточной части обсохшего дна Аральского моря.....	81
4.1.1.2. Почвенный покров западной части обсохшего дна Аральского моря.....	88
4.1.2. Результаты гидрогеологических исследований	104
4.1.3. Растительный покров (общее)	108

4.1.4. Состояние искусственных посадок	113
4.1.5. Оценка влияния мероприятий по искусственному облесению на скорость ветра и эрозию почв	118
4.2. Оценка ландшафтов с помощью дистанционного зондирования	125
4.2.1 Результаты проведения контролируемой классификации	125
4.2.2. Оценка степени достоверности	126
4.3. Оценка ландшафтов по степени экологической опасности	130
4.4. Обзор мероприятий по искусственному облесению на юго восточном бережье Аральского моря	134
5. Дискуссия	138
5.1. Изменение почвенного покрова и его экологическая опасность	138
5.2. Мероприятия по снижению отрицательных последствий высыхания Аральского моря	147
5.2.1. Восстановление ветландов в Южном Приаралье - исследования на примере озера Судочье	147
5.2.2. Предлагаемая стратегия и площади для будущих мероприятий по искусственному облесению	150
5.3. Будущее Аральского моря	158
6. Выводы	169
Список использованной литературы	170
Приложение	175

Графики и фотографии

Рис. 1	Изменение уровня Аральского моря.....	13
Рис. 2	Морфометрия перешейка между Западной и Восточной частями большого Аральского моря	16
Рис. 3	Эвапотранспирация в зависимости от температуры воздуха по метеостанции Муйнак за период 1960-1996 гг.....	22
Рис. 4	Некоторые типы осушившегося побережья	24
Рис. 5	Схема расположения основных типов рельефа	25
Рис. 6	Ландшафтная карта Южного Приаралья, состояние местности 1990 года.....	30
Рис. 7	«Ландшафтная карта на 2000 год»-предоставлена проектом NATO SFP # 974101	32
Рис. 8	Распределение нестабильных ландшафтов на территории Южного Приаралья -дельта реки Амударьи (зона 1 - зеленый цвет; зона 2 - красный цвет)	37
Рис. 9	Карта «Литологического состава покровных (четвертичных) отложений.....	38
Рис. 10	Почвы обсохшего дна Аральского моря (1990 г.).....	40
Рис. 11	Расположение метеостанций и батометров для отбора проб наносов.....	53
Рис. 12	Станции измерения ветра и эрозии	54
Рис. 13	Сопоставление планируемого и фактических маршрутов полевых исследований	56
Рис. 14	Маршрут экспедиции (1-я экспедиция)	57
Рис. 15	Маршрут второй экспедиции	58
Рис. 16	Маршрут третьей экспедиции.....	59
Рис. 17	Маршрут 4-ой экспедиции	60
Рис. 18	Маршрут 5-ой экспедиции	61
Рис. 19	Результаты неконтролируемой классификации (200 классов, подготовлено для проведения полевой экспедиции).....	64
Рис. 20	Результаты контролируемой классификации данных программы IRS и фактический маршрут весенней полевой экспедиции	65
Рис. 21	Рекомендуемый маршрут движения экспедиции	66
Рис. 22	Спектральные характеристики для класса 3.4. по всей территории работ.....	70
Рис. 23	Гистограммы эталонов для классов „Солончаки”, “Пески равнинные”, “Бугристые, бугристо-грядовые пески” и “Лука на аллювиальных равнинах”	71
Рис. 24	Спектральные профили водной поверхности по данным Landsat	72
Рис. 25	Спектральные профили солончаков по данным Landsat.....	73
Рис. 26	Спектральные профили песков по данным Landsat.....	74
Рис. 27	Спектральные профили дельтовых равнин по данным Landsat	75
Рис. 28	Территория проекта GTZ и участки облесения	78
Рис. 29	Посадки саксаула с земли, с воздуха и на спутниковом снимке	79
Рис. 30	Сочетание островов и высыхающих озер на Акпетках	82
Рис. 31	Закономерность зарастания солончака	85
Рис. 32	Типичный процесс зарастания и преобразования шоры.....	85
Рис. 33	Незакрепленные и слабозакрепленные пески	86
Рис. 34	Барханы, незакрепленные	87
Рис. 35	Поверхность гидроморфных солончаков, местами перекрытых ракушечником	91
Рис. 36	Корково-пухлые солончаки с очагами дефляции	93
Рис. 37	Эоловый эрозионно-аккумулятивный рельеф.....	95
Рис. 38	Пустынно-песчаные почвы под посадками саксаула	96
Рис. 39	Чинк Устюрта.....	98
Рис. 40	Аральское море. Берег (Западное море)	99
Рис. 41	Незакрепленный песок вдоль озера «Судочье»	100

Рис. 42	Пыльная буря.....	100
Рис. 43	Почвенная карта, составленная по результатам полевых исследований.....	102
Рис. 44	Зависимость уровня грунтовых вод от удаленности от уреза воды.....	108
Рис. 45	В направлении к Казахской границе	110
Рис. 46	Рядом с протокой «Тогузаркан»	111
Рис. 47	Урочище «Боз-Узьяк».....	112
Рис. 48	Профили скорости ветра для двух станций на обсохшем дне Аральского моря.....	119
Рис. 49	Расположение трех пробоотборников типа BSNE.....	121
Рис. 50	Профиль переноса наносов в направлении с севера на юг на участке облесения за 2001 год	122
Рис. 51	Расположение двух батометров типа BSNE для оценки воздействия селина	123
Рис. 52	Профили переноса наносов над обнаженной песчаной плоскостью и над посадками селина	123
Рис. 53	Механическая фиксация песчаного покрова и дюн с помощью арундины гигантской.....	124
Рис. 54	Результат проведения контролируемой классификации	125
Рис. 55	Карта эрозионных рисков.....	132
Рис. 56	Участки облесения с оцифрованными рядами посадок	136
Рис. 57	Участки искусственного облесения, классифицированные по степени успеха роста и направлению посадки.....	137
Рис. 58	Направленность трансформации классов поверхности усыхающего моря.....	139
Рис. 59	Распределение солей в гидроморфной и образованной из нее в автоморфной почве	140
Рис. 60	Сухое русло реки Амударья.....	141
Рис. 61	Опустынивание дельты, засохшие деревья туранги (<i>Populus pruinosa</i>).....	141
Рис. 62	Почвенная карта, состояние местности на 1990.....	145
Рис. 63	Почвенная карта, состояние местности на 2005.....	145
Рис. 64	Ветланд Судочье	149
Рис. 65	Изменение увлажненных зон на территории сбросного русла Джилтырбас	151
Рис. 66	Территории возможного негативного влияния и подлежащие защите.....	153
Рис. 67	Продвижение различных песков.....	154
Рис. 68	Состояние растений в зависимости от свойств почв	155
Рис. 69	Зоны предполагаемого освоения и закрепления	156
Рис. 70	Естественные ресурсы рек Амударья и Сырдарья (выборка 1914-2001 гг)	159
Рис. 71	Суммарные ресурсы рек Амударья и Сырдарья (1914-2001 гг)	160
Рис. 72	Гидрографы реки в г/п Саманбай	162
Рис. 73	Гидрографы р.Сырдарья в г/п Казалинск	164
Рис. А1	Карта потенциально необходимых территорий для проведения фитомелиоративных работ	176

Таблицы

Таблица 1 Изменение основных морфометрических характеристик Аральского моря с 1960 по 1985 годы	14
Таблица 2 Изменение основных морфометрических характеристик Малого и Большого морей с 1986 по 2005 годы	14
Таблица 3 Значения температуры воздуха (С ⁰) по метеостанции Муйнак	22
Таблица 4 Величина осадков (мм) по метеостанции Муйнак	22
Таблица 5 Характеристики спутниковых изображений, использованных в данном исследовании.....	62
Таблица 6. Шкала оценки экологической опасности для результатов классификации	76
Таблица 7 Атрибуты слоев ГИС для инвентаризации.....	79
Таблица 8. Результаты обследования посадок 3 экспедиции	113
Таблица 9 Геоботаническое описание выбранных участков с хорошим остоянием растительности (3 экспедиция).	114
Таблица 10 Геоботаническое описание выбранных участков со средним состоянием растительности (3 экспедиция).....	114
Таблица 11 Геоботаническое описание выбранных участков с плохим состоянием растительности (3 экспедиция).	114
Таблица 12 Площади искусственного облесения по данным Управления лесного хозяйства	115
Таблица 13 Результаты обследования посадок 4 экспедиции	116
Таблица 14 Геоботаническое описание выбранных участков с хорошим состоянием растительности (4 экспедиция).	116
Таблица 15 Геоботаническое описание выбранных участков со средним состоянием растительности (4 экспедиция).....	117
Таблица 16 Геоботаническое описание выбранных участков с плохим состоянием растительности (4 экспедиция).	117
Таблица 17 Геоботаническое описание выбранных участков с хорошим состоянием растительности (5 экспедиция).	118
Таблица 18 Геоботаническое описание выбранных участков со средним состоянием растительности (5 экспедиция).....	118
Таблица 19 Геоботаническое описание выбранных участков с плохим состоянием растительности (5 экспедиция).	118
Таблица 20 Характеристики скорости ветра на покрытых растительностью и обнаженных поверхностях в июле 2006г.	120
Таблица 21 Количество наносов в трех пробоотборниках типа BSNE за период май-август 2006г.	121
Таблица 22 Условные обозначения карты почвенно-растительного покрова	126
Таблица 23 Оценка достоверности классификации по данным полевых наблюдений	128
Таблица 24 Точность классификации по данным полевых исследований.....	129
Таблица 25 Оценка площадей по классам экологической опасности.....	131
Таблица 26 Изменение укрупненных показателей сопоставлением оценки ландшафтов 1990...2006 годов, тыс.га/в процентах	133
Таблица 27 Характеристики 70 участков облесения.	134
Таблица 28 Сопоставительный анализ изменения почвенного покрова, тыс га, в сравнении с 1990 годом.....	146
Таблица 29 Оценка тематических карт по степени экологической опасности, га.....	147
Таблица 30 Площади этландов дельты реки Амударьи, га.....	148
Таблица 31 Территории возможного негативного влияния и подлежащие защите, га	152

Таблица 32 Площади водных объектов Аральского моря на 2006 год.....	158
Таблица 33 Объемы стока рек по 20-ти леткам (выборка из ряда 1914...2001 гг.).....	159
Таблица 34 Сток рек Амударья и Сырдарья (км ³ /год), средний за период 20 лет, соответствующий сценариям водности (MAX, MIN).....	160
Таблица 35 Расчетный сток реки Амударья (г/п Саманбай), средний за 2005/2006-2025 гг (км ³ /год).	161
Таблица 36 Сток реки .Сырдарья (г/п Казалинск), средний за 2005/2006-2025 гг (км ³ /год).	163
Таблица 37 Сток (км ³ /сезон) / соленость (г/л) реки Сырдарья, средние за 2006-2025 гг, в вегетационный (апрель-сентябрь) и межвегетационный (октябрь-март) периоды.	163
Таблица 38 Матрица возможных сочетаний вариантов водных тел моря и вариантов подачи воды в море	165
Таблица 39 Динамика уровня (м) / и солености (г/л) воды в Северном море (на начало года) по вариантам.....	165
Таблица 40 Варианты сохранения акватория Аральского моря в различных вариантах до 2025 года.....	168
Таблица А1 Таблица распределения точек полевых исследований по тематическим классам.....	177
Таблица А2 Оценка изменения территории Южного Приаралья за период с 1990 года по 2005 год, по Ландшафтной карте Южного Приаралья и результатам обработки спутниковых снимков	179
Таблица А3 Оценка изменения территории Южного Приаралья, по Карте литологического состава покровных (четвертичных) отложений природных комплексов обсохшего дна Аральского моря и результатам обработки спутниковых снимков	184

Авторский коллектив

Д-р Ганс Вилпе	ГТЦ
Питер Навратил	ГТЦ/ООО дистанционных исследований
Проф. Виктор Духовный	НИЦ МКВК
Д-р Искандер Рузиев	НИЦ МКВК
Д-р Галина Стулина	НИЦ МКВК
Инж. Елена Рощенко	НИЦ МКВК
Д-р Александр Тучин	НИЦ ВС (CWSIR)
Д-р Борис Пинхасов	Гидроингео
Д-р Ж.Сапарниязов	КК филиал АН Узбекистана
Д-р К.Косназаров	Нукусский Государственный Педагогический институт (кафедра «Биология»)
Ойгуль Усманова	Перевод на английский
Д-р Галина Стулина	Подготовка рисунков
Д-р Питер Навратил	Подготовка рисунков, компоновка карт
Д-р Юлия Широкова	Почвенный анализ
Джахангир Абдурахманов	Верстка

Благодарность:

Данное исследование было проведено в рамках Проекта GTZ <Стабилизация осушенного дна Аральского моря в Центральной Азии>, финансируемого Федеральным министерством экономического сотрудничества и развития Германии (BMZ).

Дистанционные исследования были проведены в сотрудничестве с Аэрокосмическим центром Германии (DLR) и немецкой компанией Remote Sensing Solutions GmbH.

1. Введение:

Комплексные дистанционные и наземные исследования осушенного дна Аральского моря – обоснование и задачи исследования

Аральское море, бассейн Аральского моря, кризис Аральского моря, Аральское море – катастрофа века... Такими заголовками и лозунгами полна популярная, научная, околонучная и далеко не научная литература и публикации конца 90-х годов прошлого столетия и не прекращающиеся до настоящего времени. Где бы вы ни вспомнили об Аральском море или просто при взгляде на удостоверение принадлежности к организации, связанной с Международным фондом спасения Арала, всегда находится достаточно вопрошателей - ну что там, на Арале, как там Арал?

В обществе интересующихся много, между тем главный предмет общечеловеческого и глобального внимания остается совершенно вне поля зрения и науки, и практики, и якобы беспокоящихся о нем, и тех, кто должен проявлять интерес далеко не с обывательской точки зрения.

А что там практически происходит, знают, может быть только сотни две ученых и специалистов, да жители окрестных селений - охотники, рыбаки, животноводы, которые продолжают выживать в этих сложнейших и интереснейших условиях. Сложнейших и интереснейших! Ибо на осушенном дне Аральского моря формируется новая пустыня - Арал Кум, с ее собственной фауной, флорой, с ее природными ландшафтами и особенностями, в которых развивается, адаптируется и существует жизнь со всеми прелестями и взаимосвязями, развитием и отмиранием.

Процессы, длящиеся столетиями (которые в обычное время проходят веками), ныне акселерированно занимают жизненный цикл одного поколения. Научную ценность их мониторинга трудно переоценить, однако «руки науки» почти-что не доходят до этого предмета. Необходимость больших средств, сложность условий работы, бездорожье, опасности и много других причин оставляет дно Аральского моря субъектом разовых залетов, визитов, впечатлений без детальных наблюдений и анализа.

С этой точки зрения проект GTZ «Стабилизация и использование осушенного дна Аральского моря в Центральной Азии» является счастливым исключением. Если с 1995 года «Проект» занимался внедрением технологии посадок засухоустойчивых пород деревьев и кустарников (совместно с Научно-исследовательским институтом лесного хозяйства Узбекистана, Новицкий З.Б.) на площади более 30 тысяч га, то с 2005 года в проект был введен научный компонент. Основой его стало комплексное проведение дистанционных и наземных наблюдений с целью оценки процессов, происходящих на осушенном дне моря, и степени риска развития опустынивания и других негативных последствий происходящей осушки дна моря.

Работа выполнялась Научно-информационным центром Межгосударственной Координационной Водохозяйственной Комиссии (НИЦ МКВК) в сотрудничестве с специалистами GTZ (Grossu, H.Wilps, P.Nevratill) и казахским предприятием “TERRA” (Б.Гельдыев, Е.Козлова, Н.Огарь) по совместно согласованной методике согласно решению координационного совещания 13-15 декабря 2005 года в Алма Ате.

Основные вопросы исследований

1. Классификация земельного покрытия с позиций стабилизации или опустынивания осушенного дна моря
2. Возможность определения классов покрытия с помощью дистанционных методов
3. Оценка достоверности дистанционных методов с помощью наземных наблюдений
4. Анализ динамики изменения ландшафтов осушенного дна сопоставлением экспедиционных, дистанционных и архивных данных
5. Оценка степени экологического риска
6. Оценка состояния произведенных посадок на осушенном дне
7. Предложения по дальнейшему развитию работ

2. Описание изучаемой территории

2.1 Арал-современная динамика и изучение

В северной пустынной части Центральной Азии, в пределах Узбекистана и Казахстана, расположено Аральское море. Котловина Аральского моря имеет сложное строение. В период устойчивого существования экосистемы Аральского моря отметка моря поддерживалась 53 м, что почти на 80 м выше уровня Каспийского моря. Ширина моря по параллели 45° составляла 265 км, длина береговой линии превышала 4430 км. Площадь водного зеркала Аральского моря до падения его уровня, в 60-х годах XX века, составляла 69,79 тыс. кв. км. максимальная глубина моря была 69 м, а объем водной массы составлял около 1056 куб. км.

Гидрологический режим Аральского моря, как и большинства бессточных водоемов аридной зоны, подвержен значительным колебаниям под влиянием естественных и антропогенных факторов. Проведенные в районе Аральского моря геологические, геоморфологические и археологические исследования показали, что в предшествующие 4-6 тысяч лет амплитуда колебания его уровня составляла более 20 метров (Богданов Л.А., Пинхасов Б.И. и др., 1995; Кесь А.С., 1969; Лымарев В.И., 1967; Пинхасов Б.И., 1998; Рубанов И.В. и др., 1987). Колебания уровня Арала происходили и до 1960 г., но их амплитуда за последние 200 лет не превышала 4 м, а в первой половине прошлого столетия 1 м. До 50-х годов XX столетия экологическая обстановка в регионе была достаточно стабильной.

С момента организации систематических наблюдений за уровнем Аральского моря выделяются 2 периода:

1. Условно-естественный - 1911-1960 годы, характеризуется относительно стабильным гидрологическим режимом, с колебаниями уровня около абсолютной отметки 53 м и с амплитудой межгодовых колебаний, не превышающей 1 метр, когда море ежегодно получало около половины водного стока рек Сырдарьи и Амударьи, т. е. 50-60 км³/год.
2. С 1960 года и по сегодняшний день - период активного антропогенного воздействия.

С шестидесятых годов прошлого века в Центрально-Азиатском регионе начался процесс освоения новых орошаемых земель, приведший к интенсивному использованию речного стока этих двух рек. Что еще хуже, сельскохозяйственное производство было сосредоточено на выращивании очень влаголюбивых культур, большей частью монокультуры хлопка и пшеницы. Это послужило основной причиной усыхания Аральского моря, так как с этого периода наблюдается неуклонное снижение уровня моря. Вследствие достаточно мелководного характера моря, снижение объема и уровня воды привело к существенному изменению конфигурации береговой линии, сокращению площади водной поверхности и увеличению прилегающей к Аральскому морю пустыни.

На рисунке 1 приведены морфометрические характеристики Аральского моря с 1960 по 1985 годы, в этот период времени Аральское море было единым водоемом. Из приведенной ниже таблицы №1 видно, что до семидесятых годов прошлого века уровень моря падал незначительно. Так, например, за период времени с 1960 по 1970 годы уровень моря снизился на 2 метра, то есть наблюдалось падение уровня моря за 5 лет в среднем на 1 метр. Падение уровня моря заметно ускорилось с середины семидесятых годов, в связи с изъятием естественного речного стока на орошение, с 1975 по 1980 годы уровень моря упал уже на 3,26 метра, то есть в среднем за год уровень моря снижался на 0,65 метра. Наиболее интенсивное падение уровня моря наблюдалось, когда Амударья не доходила до Аральского моря (1973-90 годы).

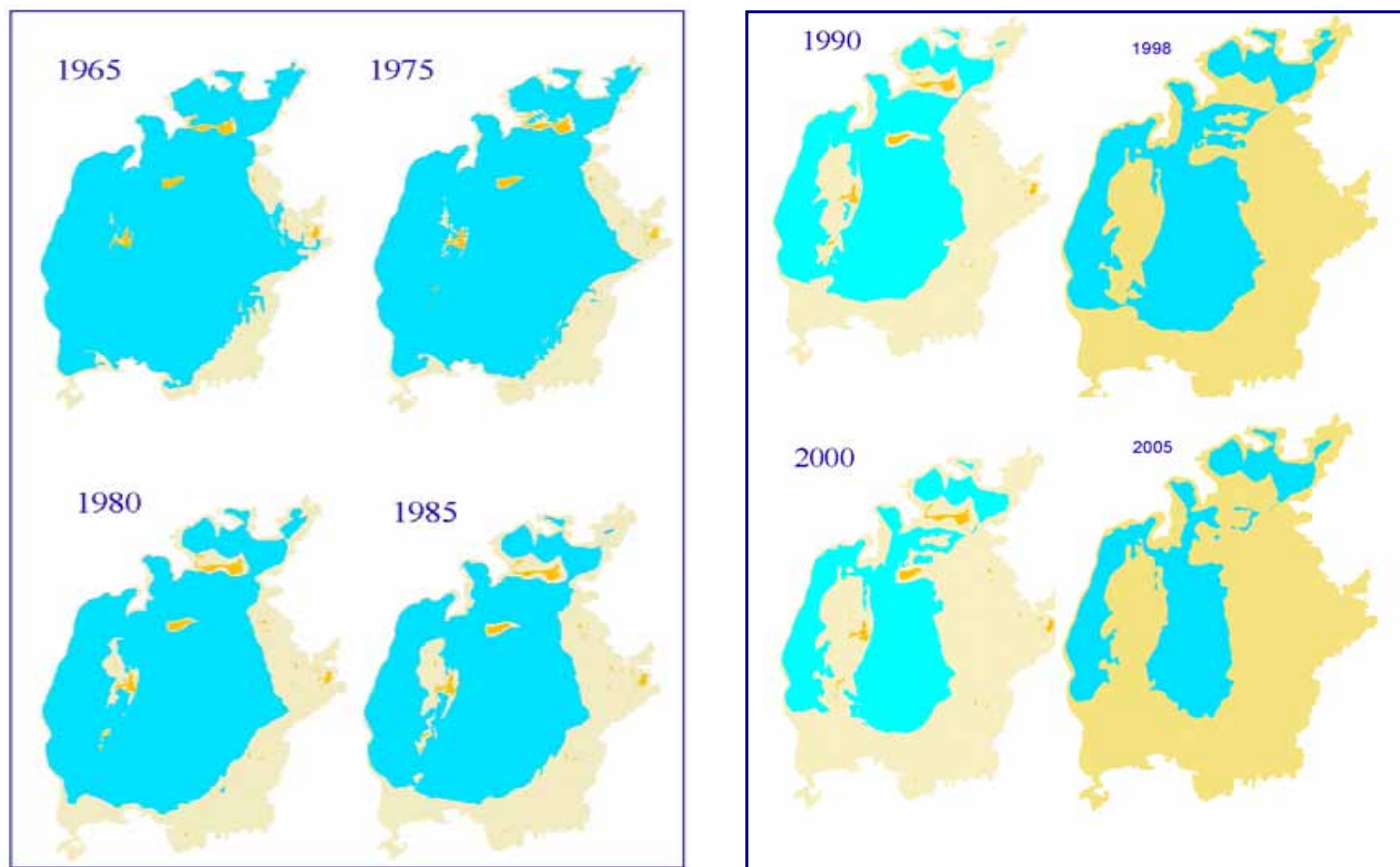


Рис. 1 Изменение уровня Аральского моря

**Таблица 1 Изменение основных морфометрических характеристик
Аральского моря с 1960 по 1985 годы**

Характеристика, годы	Отметка ровня воды, м	Площадь зеркала, тыс. км ²	Объем, км ³
1960	53,40	69,79	1056,12
1965	52,30	62,38	972,47
1970	51,43	58,92	941,23
1971	51,06	57,73	902,43
1972	50,54	56,85	875,12
1973	50,22	56,17	845,47
1974	49,85	56,01	844,46
1975	49,01	54,67	802,74
1980	45,75	49,21	631,81
1981	45,18	48,63	625,78
1982	44,39	47,13	578,65
1983	43,55	46,07	532,58
1984	42,75	44,92	487,66
1985	41,94	43,08	444,58

Кокарал - первый из крупных островов, соединившись на западе с береговой линией, ставшим полуостровом, обособил Малое море на западе. К 1986 году полуостров и на востоке практически отделился от Большого моря. Осталась лишь узкая протока. Начиная с этого времени, гидрологический режим Малого и Большого морей заметно отличается (табл.2). Строительство Кокаральской дамбы длиной 12 км и высотой 8 м, разделившей Малое и Большое моря изменило гидрологический режим водоемов. Несмотря на неоднократные прорывы дамбы, уровень Малого Аральского моря в 1990 - 2000 годах был несколько выше, чем в Большом Аральском море. Площадь Малого моря в эти годы варьировала в пределах 2900-3200 км² (Чуб В.Е., 2000).

**Таблица 2 Изменение основных морфометрических характеристик Малого и
Большого морей с 1986 по 2005 годы**

Наименование Характерис- тика, годы	Большое море			Малое (Северное) море		
	отметка уровня воды, м	площадь зеркала, тыс. км ²	объем, км ³	отметка уровня воды, м	площадь зеркала, тыс. км ²	объем, км ³
1986	41,02	38,56	380,63	40,90	2,83	22,47
1987	40,19	37,13	343,17	40,80	2,81	22,39
1988	39,67	36,18	312,65	40,50	2,75	21,84
1989	39,10	35,30	306,92	40,20	2,71	20,28
1990	38,24	33,67	280,44	40,50	2,75	21,84
1991	37,66	32,02	257,16	40,40	2,73	20,92
1992	37,20	31,83	240,17	40,20	2,71	20,28
1993	36,95	31,42	231,70	39,37	2,57	18,43
1994	36,90	31,31	229,87	40,10	2,69	20,01
1995	36,50	30,04	217,25	40,50	2,75	21,84
1996	35,48	28,54	195,63	40,50	2,75	21,84
1997	34,80	26,91	173,44	41,20	2,91	22,67
1998	34,21	25,75	168,43	42,50	3,24	27,03
1999	33,98	24,12	147,62	36,80	2,09	12,03
2000	33,50	22,93	139,53	39,80	2,62	19,26

Наименование Характеристика, годы	Большое море			Малое (Северное) море		
	отметка уровня воды, м	площадь зеркала, тыс. км ²	объем, км ³	отметка уровня воды, м	площадь зеркала, тыс. км ²	объем, км ³
2001	32,40	21,00	131,16	39,20	2,55	17,97
2002	32,00	18,70	110,84	39,30	2,58	18,44
2003	31,50	17,30	97,23	40,00	2,65	19,77
2004	31,09	16,40	93,46	40,80	2,81	22,39
2005	30,70	15,77	89,79	41,00	2,86	22,52
2006	30.40	13.47	81.35	41.80	2.99	24.01

В 2003-2005 годах в соответствии с проектом, финансируемым Всемирным Банком, строительство комплекса сооружений по Северному морю (как теперь стало называться Малое море) было осуществлено на инженерном уровне китайской компанией «Синагидро» по договору с Комитетом водных ресурсов Казахстана. В результате чего, благодаря двум многогодным годам, удалось набрать проектную отметку 42,0 метра искусственного водоема.

В 1985 году острова Возрождения, Комсомольский, Лазарева объединились (Завьялов П.О., 2005) в один большой остров, который, постепенно увеличиваясь все более и более отделял Западное море от Восточного. В 1998 г. этот огромный остров превратился в полуостров, который проявил ранее скрытую характерную особенность котловины Большого моря - гряды, протянувшуюся от полуострова Муйнак до полуострова Кулунда. На севере этого полуострова, между Восточным и Западным морями, сохранилась протока длиной 21,8 км которая представлена на рис.2 (INTAS-Aral, 2005). Ширина протоки составляет 1,86 км, а глубина по данным экспедиций Завьялова П.О. (Zavialov P. and other Hydrophisc of Aral Sea 2005) в отдельных створах достигает 6 м (Завьялова П.О. "Physical Oceanography of the Dying Aral Sea", Springer/Proxis, 2005).

Рассматривая Большое море необходимо отметить, что западные и северные склоны котловины более крутые, восточные и южные - очень пологие. Наиболее подвержено усыханию восточное побережье, где наблюдаются более пологие участки береговой отмели.

Интенсивное переформирование берегов, образование береговых валов, эоловое перемещение песчаных отложений с осушенного дна приводит к постепенному выравниванию восточного берега. После соединения острова Барсакельмес с берегом на восточном побережье сформировалась слабоизрезанная береговая полоса, отступившая от границ моря в 1960 году на 60-100 км. Сильно изменилась конфигурация береговой линии южного побережья - исчезли залив Аджибай и полуостров Тигровый хвост, а залив Джилтырбас превратился в озеро. По сравнению с 1960 г. площадь моря уменьшилась на 4760 тыс. га. Таким образом, вся эта территории должна считаться потенциально опустынивающейся.

Морфометрия перешейка между Западной и Восточной чашами большого Аральского моря

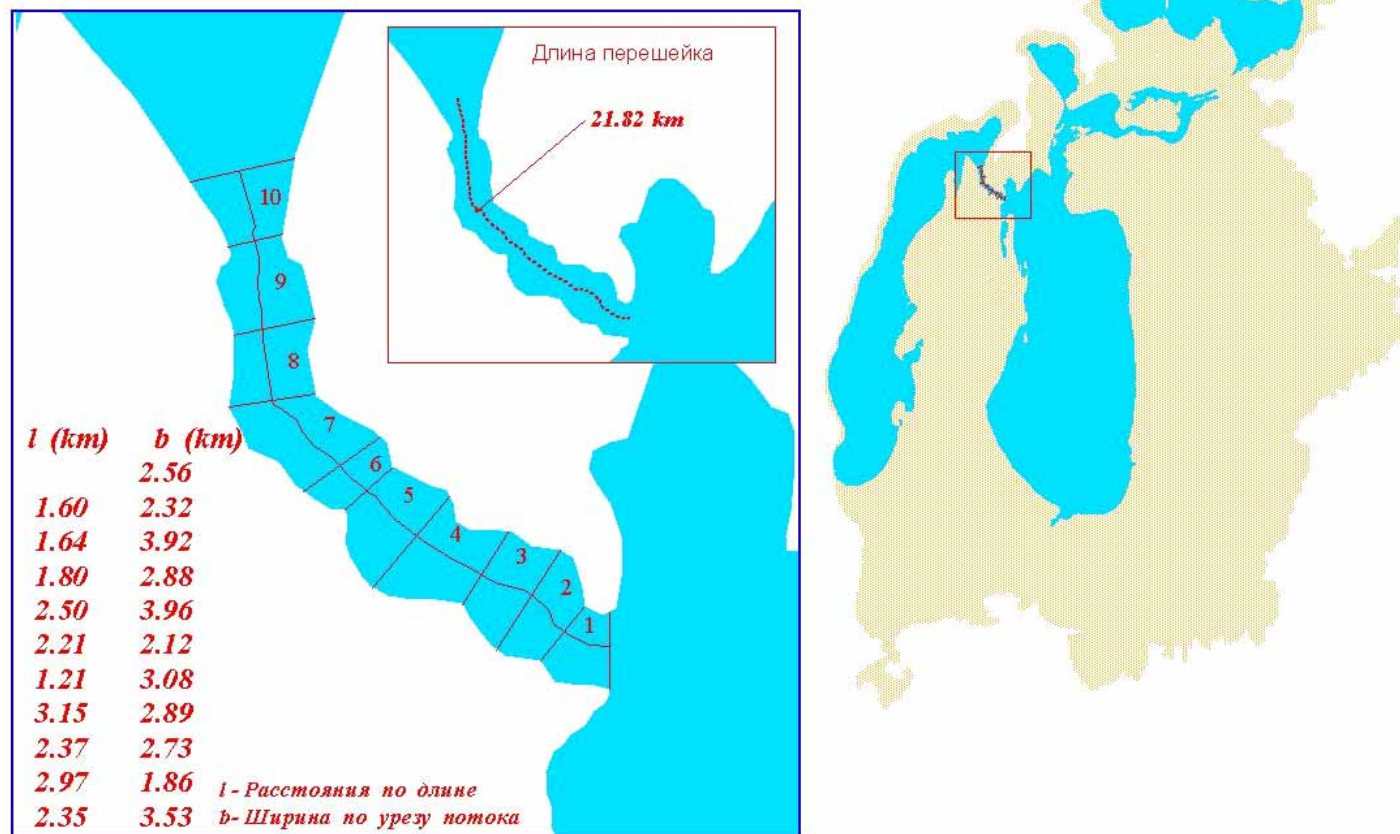


Рис. 2 Морфометрия перешейка между Западной и Восточной чашами большого Аральского моря

Изучение Аральского моря и прилегающих к нему территорий, а также природной среды районов экологического бедствия, относится к числу давних проблем водников, экологов и др. Капитальные работы Берга С. нашли глубокое развитие в детальном и более или менее систематическом изучении территории с конца пятидесятых и начала 60 х годов прошлого столетия. За более, чем вековой период изучения акватории моря, получены интересные результаты по его режимным характеристикам (гидрохимические, гидрологические, гидробиологические и др.), а также по его влиянию на климат прибрежных районов. Однако, начиная с 1970 годов, когда темпы природной деградации развивались усиленно, систематические исследования большей частью не проводились. Разрозненные изучения основывались на различных методических основах в рамках локальных отраслевых программ. Многие из полученных результатов имели не только существенное различие, но и были трудно сопоставимы между собой. Основной причиной этому явилось недостаточное внимание к самой проблеме, недооценка степени нарастания кризисной ситуации, особенно с позиции в первую очередь, экологии.

Несмотря на все предупреждения ученых, советское правительство слишком поздно осознало проблему Аральского бассейна. Большая программа конкретных мер, намеченная Постановлением Правительства СССР «Об улучшении социально-экономической и экологической ситуации в бассейне Аральского моря» в 1987 году, охватила лишь основные направления практического характера, нацеленные на улучшение водопользования и управления водными ресурсами бассейна. Задуманная Госкомитетом по науке и технике и АН СССР программа комплексных исследований Арала и Приаралья была не осуществлена в силу начавшейся потери управляемости в стране и линии поведения, при которой природные программы обычно откладываются в долгий ящик.

Пяти новым независимым государствам наследие Арала и Приаралья в силу их экономической и политической слабости оказалось не под силу. Тем не менее, решения глав государств Центральной Азии о создании Международного фонда спасения Арала (26 марта 1993 года), «О концепции решения проблем Арала, Приаралья и бассейна Аральского моря» (11 января 1994 г.) продемонстрировали понимание всей сложности ситуации и необходимости принятия совместных мер. Последним решением по сути был поставлен крест на самом Аральском море, ибо в «Концепции» было четко указано, что «...работы по созданию искусственных экосистем в дельтах и на осушенном дне моря являются первоочередными с точки зрения природоохранных мероприятий по непосредственному Приаралью и должны включать на основе собственных ресурсов вод:

- создание регулируемой системы водоемов для Амударьи и управление частью Малого моря для Сырдарьи;
- польдерные системы на осушенном дне моря;
- фитомелиоративные работы по закреплению подвижных песков;
- подачу коллекторно-дренажных вод в акваторию моря через зоны подвижных песков.

Одновременно должны быть определены зоны сохранения акваторий Арала с повышенным содержанием солей и сделан прогноз его солевого и водного баланса, отметок поддержания и характеристик осушивающейся части с мерами по ее закреплению и с учетом подачи коллекторно-дренажных вод.

Поскольку падение уровня моря неизбежно, то необходимо уже сейчас оценить масштабы его влияния на социально-экономическую и экологическую ситуации региона Центральной Азии, что позволит определить перечень мер, необходимых для предотвращения в этих районах нежелательных экологических изменений. Однако отметим, что предвидеть все, в том числе, и на перспективу, последствий усыхания Аральского моря на сегодняшнем уровне развития науки не представляется возможным».

После этого Соглашения с 1994 г. усилиями Мирового Банка, ЮНДП и других международных организаций к решению проблемы Приаралья была подключена мировая общественность. В результате такого содействия, в последние годы в этом регионе было выполнено большое количество исследований в рамках различных научно-исследовательских программ.

Первым реальным объектом по улучшению ситуации в Приаралье является Компонент Е проекта GEF WEAMP "Восстановление вэтиландов озера Судочье" - проектирование и реализация инженерно-технических мероприятий по воссозданию вэтиланда с управляемым водно-солевым режимом, социальный и экологический мониторинг. Тендер через Всемирный Банк и Dutch ODA Grant Funds, 750,000 USD, 1999 - 2002 гг. Цель проекта - организовать экологически стабильную ситуацию на территории вэтиланда озера Судочье.

Успешное осуществление этого проекта показало возможность создания устойчивого экологического профиля водоемов Приаралья на основе использования отечественных и европейских подходов, что и было развито в проекте НАТО SFP 974357 «Комплексное управление водными ресурсами для восстановления вэтиландов в бассейне Аральского моря» 2000-2003 гг. Здесь был разработан комплекс инженерно-технических и организационных мероприятий по восстановлению экологического режима дельты р. Амударья и южной части осушенного дна Аральского моря за счет создания системы вэтиландов с управляемым водно-солевым режимом. К сожалению, общая стоимость проекта в 90 млн.долларов не была направлена донорам на комплексное внедрение, и осуществление пошло по линии местного финансирования, которое растягивается на десятки лет. Кроме того, наличие целого ряда технических ошибок в работе проектировщиков, и имевшие место вследствие этого аварии, снизили эффективность осуществления работ.

Однако даже сравнительно небольшие работы способствовали некоторому улучшению положения в Южном Приаралье.

В деле демонстрации правительственным органам Казахстана и Узбекистана о необходимости принятия конкретных мер, большое значение имели 2 проекта:

- Проект INTAS - Aral RFBR: «Оценка социально-экономических последствий экологического бедствия - усыхания Аральского моря» (Южной части Приаралья).
- Проект INTAS - Aral 2000-1059: “ Экономическая оценка локальных и совместных мер по сокращению социально-экономического ущерба в зоне Приаралья” (Северной части Приаралья).

Характеристики деградации природного комплекса Арала и Приаралья под влиянием усыхания Аральского моря приведены в работе НИЦ МКВК (2001г.).

К основным последствиям усыхания Аральского моря, кроме уменьшения объема, площади водной поверхности Аральского моря, роста и изменения характера его минерализации можно с уверенностью отнести образование на месте осушенного дна огромной солевой пустыни площадью к настоящему времени почти 5 млн.га. В результате уникальный пресноводный водоем уступил место огромному горько-соленому озеру в комбинации с колоссальной соленой пустыней на стыке трех песчаных пустынь.

Почвогрунты формирующейся пустыни засоленные - 5-20 кг/м³, слабо закрепленные растительностью, подвергаются интенсивной дефолиации. Содержащиеся в них соли выносятся на окружающие их районы. Осушающееся дно Аральского моря является

примером аридного соленакопления, где проявляется различный характер формирующихся солончаков и засоленных почв. Близкое залегание высокоминерализованных грунтовых вод на пляжных участках осушки дна, способствует сплошному и маршевому засолению дна моря. Обсохшая часть дна моря, особенно Восточная и Северная, стали основными источниками зарождения крупных пыльных бурь и очагами выноса пыли и соли на окружающую территорию.

Анализ данных по розе ветров и наблюдений при помощи искусственных спутников земли показывают, что направление выноса соли и пыли с осушенного дна моря и солончаков дельты Амударьи, совпадает с розой ветров построенной для Приаралья, и засоленная пыль направляется, главным образом, в Хорезмский оазис (Республика Каракалпакстан и Хорезмская область) (Гидрометеоиздат, 1990; Гелаева О.С., 1998; Попов В.А., 1998).

Факторы, которые определили развитие интенсивного опустынивания, в этой части, распределяются на 2 группы: первичные факторы опустынивания, вызвавшие наряду с опустыниванием снижение уровня Аральского моря и отступление его береговой линии, и вторичные, вызванные уже непосредственным уходом моря. Естественно, что и те и другие факторы тесно взаимосвязаны, они не только не действуют независимо, но и усиливают взаимное негативное влияние на окружающую среду.

Основные последствия деградации (на территории Республики Узбекистан) приводятся ниже (по результатам проекта SFP NATO 974357):

- сокращение площади озер в дельте р.Амударьи до 26 тыс.га, по сравнению с 400 тыс. га в 1960 году;
- снижение рыбопродуктивности в 20 раз по сравнению с 1960 годом;
- падение уровня грунтовых вод в зависимости от удаления от берега моря до 8 метров;
- развитие солепылепереноса в полосе до 500 км с интенсивностью от 0,1 до 2,0 т/га;
- изменение почвенного покрова - площадь гидроморфных почв в Южном Приаралье снизилась с 630 до 80 тыс. га;
- рост площади солончаков с 85 до 273 тыс.га;
- существенные изменения климата в прибрежной зоне;
- сокращение площади тростниковой растительности, тугайных лесов и др.

Все это сопровождалось экономическим ущербом в 115 млн. долл. США в год и социальным ущербом в 28,8 млн. долл. США в год.

Аналогично Южному Приаралью социально-экономические и экологические последствия были определены нами по Северному Приаралью, где величина потерь по той же методике составила 49,5 млн.долл. в год.

Следует отдать должное вниманию Правительства Казахстана, которое вслед за первым займом Всемирного банка на улучшение ситуации в северном Приаралье (61,2 млн.долл.США) приступило к обсуждению второго транша в сумме 350 млн.долларов США. В основу решений по улучшению озерных систем Северного Приаралья предлагается проект модельных и научных исследований, предложенный Казахским филиалом НИЦ МКВК, «Казгипроводхозом», предприятием CWSIR, Комитет по водным ресурсам Казахстана и другими по проекту NATO - 980986, которые пытаются увязать нестабильный режим подачи воды в дельту Сырдарьи с экологическими и социальными требованиями озерных систем.

Как уже указывалось выше, самому Аральскому морю уделялось и продолжает уделяться мало внимания. Хорошим исключением является внимание программы «Наука за мир» (НАТО), которая инициировала несколько проектов, связанных с исследованиями и возможностью выращивания актинии в акватории Аральского моря, исследованиями по изменению климата и колебания Аральского моря.

Из последних публикаций выгодно отличаются выпуск 36 научной серии НАТО «Dying and Dead Seas. Climate HC versus Antropomorphic Causes» Ja. Nichol, P.Zavialov, Ph.Micklin, Kluwer, Dordrecht, 2004 и работа Завьялова П.О. “Physical Oceanography of the Dying Aral Sea”, Springer/Proxis, 2005. К сожалению, обе работы опубликованы лишь на английском языке, что делает их недоступными широкому русскоязычному читателю.

Проблеме непосредственного будущего самого моря посвящено ограниченное количество работ и в частности проект ИНТАС 2001-0511 «Восстановление экосистемы и биопродуктивности Аральского моря в условиях дефицита воды» «REBASOWS», задачей которого является моделирование различных вариантов его существования. Практическое воплощение результатов этих программ и проектов столкнулось с отсутствием с 1993 г. систематических наблюдений и каких-либо достоверных данных по Аральскому морю и осушенной части дна. Информация о современном экологическом состоянии моря имеет крайне отрывочный характер, обусловленный как высокой динамикой изменения природных параметров, так и ограниченностью проводимых в этом регионе научно-исследовательских работ. В тоже время изменения, происходящие в экосистемах Большого и Малого морей и на осушенной части дна, имеют важное значение.

Несмотря на ограниченные наблюдения по самому морю, информационной системе CAREWIB удалось собрать большое количество данных по имеющимся водным ресурсам, их использованию и возможным сценариям развития обстановки, с использованием имеющегося модельного аппарата ASBMM. На основе этого исполнителям проекта REBASOW (Тучин А.И., Сорокин А.Г.) удалось смоделировать 18 вариантов возможного развития ситуаций с будущим Аральского моря. Крайние варианты - пессимистические и оптимистические сценарии - в увязке с различными вариантами использования воды в дельтах обоих рек, показывают, что площадь осушенного дна будет увеличиваться во всех вариантах в большей или меньшей степени (см. раздел «Будущее Аральского моря»).

Необходимо признать масштабность всей экологической катастрофы, связанной с исчезновением Аральского моря. Нам предоставляется уникальная возможность проводить наблюдения за кардинальными изменениями, происходящими в результате снижения уровня воды. Одновременно немаловажное значение имеют наблюдения за почвенным покровом на осушенной части дна, примыкающим к дельте реки Амударья, где под влиянием эоловых и термических процессов формируются совершенно новые почвенно-экологические формации. При этом необходимо отметить, что, если для зон опустынивания дельт рек Сырдарья и Амударья имеются почвенные оценки в увязке с дистанционными данными космических снимков, то для осушенной части дна моря таких данных нет.

Экологическая оценка динамических процессов, протекающих в водоёмах Аральского моря совместно с почвенно-ландшафтным изменением осушенной части дна моря являются научной и практической основой для подготовки предложений по их использованию в новых естественно-антропогенных условиях.

2.2. Общее описание территории

Существуют свидетельства того, что уровень Аральского моря изменяется вследствие климатических и других природных циклов. Представляется, что значительное увеличение забора воды из рек бассейна с 1913 до начала шестидесятых годов были сбалансированы положительными сдвигами в таких флуктуациях. Однако ясно, что с 1961 года забор воды для удовлетворения растущих потребностей расширяемых площадей в сельском хозяйстве, как для орошения посевов, так и для промывки засоленных земель, начал вызывать роковой дисбаланс в природном равновесии бассейна Аральского моря. Это дало толчок тому, что стало широко известно как одно из величайших экологических бедствий в мире: кризис Аральского моря.

Последствия усыхания Аральского моря, кроме уменьшения его объема и поверхности, роста и изменения характера минерализации, проявились также и в образовании на месте осушенного дна огромной пустыни площадью, к настоящему времени, более чем 4 млн.га. В результате чего, уникальный пресноводный водоем уступил место огромному горько-соленому озеру площадью в 3,5 раза меньше, объемом - в 6 раз меньше, а минерализацией воды более, чем в 10 раз больше уровня 1960 г. в комбинации с колоссальной соленой пустыней на стыке трех песчаных пустынь.

Деградация ресурсного потенциала Аральского моря приняла необратимую направленность, сохранение и восстановление которого в обозримом будущем практически не представляется возможным. Катастрофическое падение уровня моря, уменьшение объема водной массы, увеличение солености привели к потере его биологического разнообразия. Изменение основных химико-физических характеристик, среды обитания водных организмов уже к 1990 году привели к сокращению численности микроорганизмов в Малом море и на севере Большого моря в 3 раза.

В ближайшем будущем Аральский водоем будет существовать в виде нескольких обособленных замкнутых водоемов с самостоятельным уровненным режимом, в зависимости от того, какую линию поведения выберут 5 стран в отношении его. Тем не менее, жизнь на этой территории продолжается, подпитываемая попусками из Амударьи и Сырдарьи, осадками, подземными водами и деятельностью человека, с одной стороны, создающего новые посадки, новые водоемы, с другой стороны, уничтожающего плоды своих усилий. Необходимо отметить особо разрушительную деятельность изыскателей и добытчиков газа и нефти, которые не щадят хрупкую устойчивость вновь созданного природного комплекса.

2.3. Климат

Вопрос изменения основных климатических параметров в прибрежной зоне в научной литературе освещен достаточно широко (Житомирская О.М., 1964; V. Ivanov, V.Chub and other, 1996; Молоскова Т.И., Ильнък Е.П.,1991; Прохоров И.И., 1972; Разаков Р.М., Косназаров К.А., 1998). Авторы работ приводят количественные показатели изменения ветрового и температурно-влажностного режима в регионе.

Влияние Аральского моря на климатический фон Приаралья до падения уровня имело локальный характер и прослеживалось достаточно отчетливо. О.М.Житомирской (1964) и И.И.Прохоровым (1972) было выявлено заметное смягчение сухости климата на побережье Аральского моря на расстоянии 150-200 км; в зимний период температура побережья была на 1-2 °С выше, чем на сухопутных метеостанциях, а летом на 1-3 °С ниже.

В таблицах 3, 4 и на рисунке 3 приведены данные наблюдений по метеостанции Муйнак (по данным Гидрометцентра РУз) относительно температуры воздуха, величины осадков и эвапотранспирации за период 1881-1996 годы.

Таблица 3 Значения температуры воздуха (C^0) по метеостанции Муйнак

Годы	Месяцы												Средне годов.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1981-1960	-7,1	-6,2	0	8,5	17,3	23,2	25,9	24,7	19,3	11,1	3,7	-2,7	9,8
1961-1985	-6,5	-6,2	0,5	10,3	18,6	24	27,1	24,8	18,7	10,3	3,5	-1,9	10,3
1986-1996	-6,3	-5,3	1,2	11,9	20,1	26,8	26,4	25,3	19	12	1	-3,1	10,8
1996-2006	-5,7	-2,1	2,3	13,9	19,9	26,7	28,7	27,0	19,3	13,4	0,9	-4,1	10,6

Таблица 4 Величина осадков (мм) по метеостанции Муйнак

Годы	Месяцы												Средне годов.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1981-1960	7	11	12	14	7	7	4	5	4	11	8	8	98
1961-1985	9	10	13	18	8	7	5	4	5	13	12	9	113
1986-1996	9	7	13	14	17	3	3	2	3	8	8	9	96
1996-2006	10,1	12,6	22,7	20,7	15,3	6,6	7,1	2,8	0,5	8	10,3	9,4	131,8

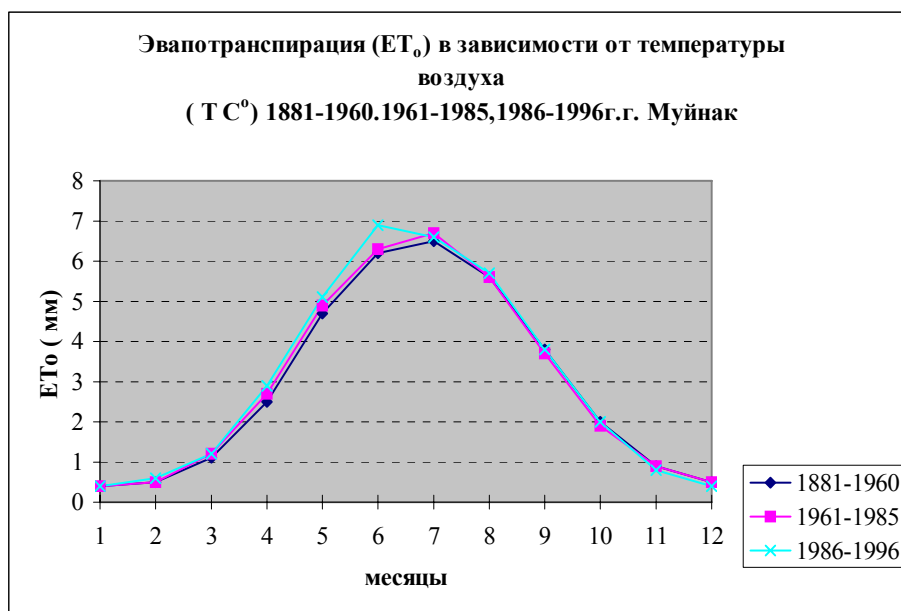


Рис. 3 Эвапотранспирация в зависимости от температуры воздуха по метеостанции Муйнак за период 1960-1996 гг.

Значительным изменением характеризуется микроклимат (Житомирская О.М., 1964; V. Ivanov, V. Chub and other, 1996; Молоскова Т.И., Ильнък Е.П., 1991; Прохоров И.И., 1972; Zolotokrylin A., 1999). Особенно сильно эти изменения происходили в процессе отхода береговой линии на 40-60 км. Затем их дальнейшее влияние трудно было установить. Общее изменение климата в непосредственной близости от бывшего уровня воды отразилось в увеличении температуры летних месяцев, особо март-август, снижение температуры ноябрь-декабрь.

Наблюдается увеличение числа пыльных бурь с максимумом в апреле - июле. Трансформация местного климата на осушенной территории сопровождалась увеличением частоты солнечных и очень жарких дней на 15 %, а частота солнечных влажных дней сократилась в 4 раза. В целом увеличилась частота неблагоприятной погоды для человеческой деятельности.

Режим ветра носит преимущественно материковый характер. В среднем за год господствуют ветры северо-восточной четверти со средней скоростью 5-6 м/с. Нередко возникают и сильные ветры, повторяемость которых в среднем за год на ст.Актумсук достигает 50 суток., а на ст. Барсакельмес - 44 дня (Молоскова Т.И. и др. 1987). Чаще всего сильные ветры отмечаются зимой. Летом ощутимое влияние на микроклимат побережья оказывает бризовая циркуляция, под воздействием которой в зоне шириной до 50 км меняется ход ряда метеорологических величин. На северном побережье дневной бриз имеет юго-западное направление, а ночной - северо-западное. Суточная смена направлений ветра на станциях южного побережья менее резкая - днем ветер дует с северо-востока, а ночью - с запада.

2.4. Геоморфология

2.4.1. Геоморфологические процессы на осушающемся дне Аральского моря

Геоморфологические процессы, развивающиеся на осушающемся дне моря, неоднозначны на разных берегах (рис.4), что определяется, прежде всего, типом осушившегося побережья, в тесной связи с которым находится его ширина полосы осушки, её уклон, литология, микрорельеф, засоленность и др. (Грязнова Т.П., 1979, 1982, 1986; Городецкая М.Е., 1978; Гельдыева Г.В., Будникова Т.И., 1985; Пинхасов Б.И., Отеев Р.Б. и др., 1999; Пинхасов Б.И., 1984; Рубанов И.В., 1994; Рафиков А.А., 1982).

Строение осушившегося дна определяется следующими основными моментами:

1. До понижения уровня моря побережье отличалось сложностью строения, включая сильную изрезанность береговой линии, что было обусловлено структурно-геоморфологическими особенностями Приаралья. Осушившиеся территории наследуют основные черты прилегающей суши.
2. Площади, вышедшие к настоящему времени из-под воды моря, длительное время находились под воздействием береговых процессов при колебании уровня около отметки +53м. Кроме того, за последние полтора столетия уровень моря дважды опускался до отметки +50м (в 1820-х и 1880-х гг.). В связи с этим на данной территории сформировалось большое разнообразие береговых форм (Грязнова Т.П., 1982).
3. Согласно существующим закономерностям прибрежно-морской седиментации, осушившаяся территория, развивавшаяся длительное время в прибрежных условиях, сложена на большей части побережья песками, сменяющимися на алевролиты и илы в мезо- и микропонижениях. На участках, формирующихся под

влиянием коренных берегов, литология определяется особенностями строения последних.

Обсохшая территория представляет наклонную береговую полосу молодой осушки моря, ограниченную со стороны суши на всех берегах, кроме живых дельт, морской террасой, названной террасой 60-х годов (Грязнова Т.П., 1986).

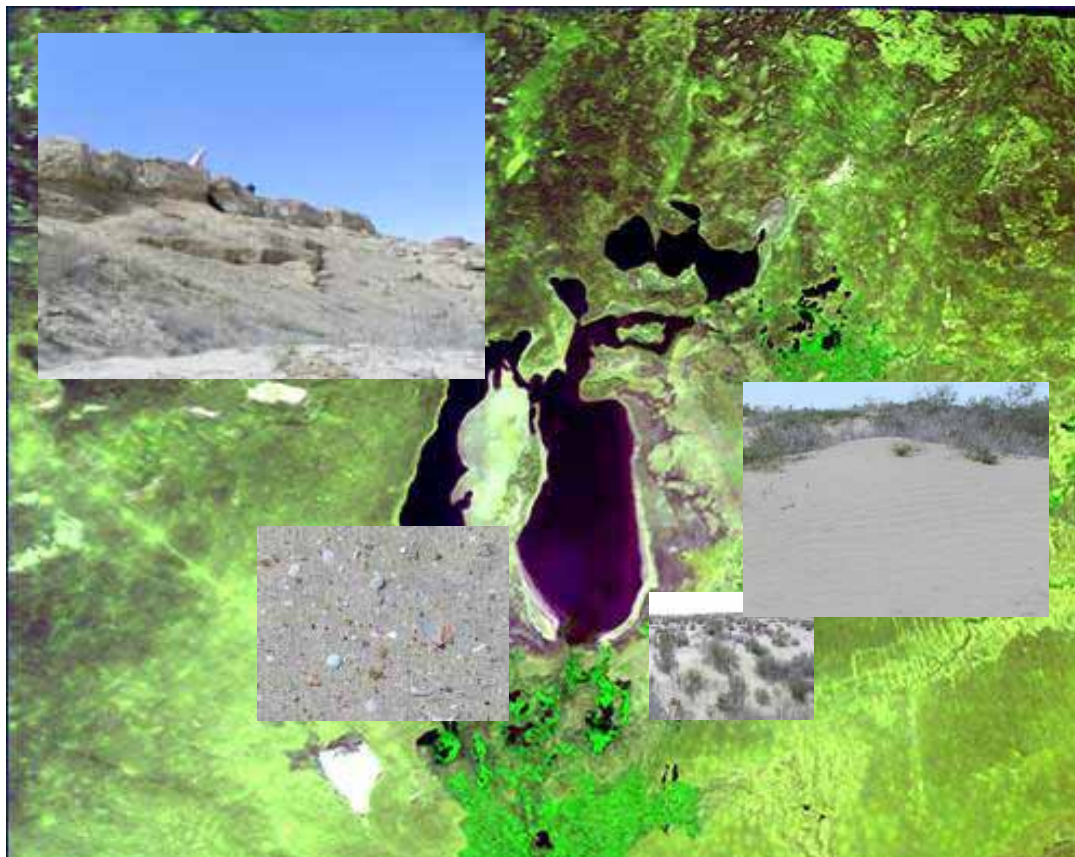


Рис. 4 Некоторые типы осушившегося побережья

2.4.2. Типы рельефа осушающегося побережья

В зависимости от структурно-геоморфологических условий, характера береговых процессов и особенностей литологии на осушившемся дне моря выделяются следующие основные типы рельефа (Епифанов М.И. 1961; Клейне Ю.М., Кравчук В.Н., 1966; Пинхасов Б.И., 2000; Пинхасов Б.И., Мавлянов Т.Э., 1997) (рис.5):

- I. Абразионная поверхность (отмерший бенч) развивается на бывших абразионных участках берегов и распространена вдоль западного и местами северного побережья под обрывами плато Устюрт и останцовыми возвышенностями. Осушившаяся поверхность представляет собой в основе абразионную террасу или платформу, выработанную на мергелях, песчаниках, глинах палеогена и неогена, сверху прикрытую маломощной (порядка нескольких десятков сантиметров) аккумулятивной толщей.
- II. Аккумулятивная поверхность широко развита на побережье Арала. Наиболее типичной является слабонаклонная, сложенная из песков береговая полоса. Одна из характерных особенностей этих берегов до понижения уровня моря - широкое развитие аккумулятивных песчаных береговых форм - кос, пересыпей, баров и отчленяемых ими лагун различных размеров и форм. В настоящее время бывшие

лагуны полностью отчленились от моря, высохли и превратились в солончаки, а ограничивающие их аккумулятивные береговые формы вошли в состав осушившейся полосы.

III. II а. Совершенно особый тип рельефа представляет осушившееся дно на юго-восточном побережье в пределах бывшего Акпеткинского архипелага, к которому ранее примыкал затопленный морем участок пустыни Кызылкум. Рельеф здесь наиболее расчлененный и разнообразный.

Среди вышедших на сушу территорий четко выделяются два типа: бывшие отмели и мелководья, занимающие обширные пространства в западной части архипелага, а также днища бывших протоков и заливов со сложным микрорельефом. Именно здесь после высыхания остаточных высокоминерализованных озер осуществляется основная осадка солей. Наибольшие пространства занимают аккумулятивные берега, сложенные супесчанно-суглинистыми и глинистыми отложениями. Дельтовая поверхность (голоценовая современная) рек Сырдарьи и Амударьи выходит к морю на берегах восточного и южного побережий. Особенно велика поверхность древней дельтовой равнины Сырдарьи (Казалинской), достигающей ширины 40-50км. Ровность ее рельефа нарушают примыкающие к суше бывшие острова-бары.



Рис. 5 Схема расположения основных типов рельефа

Авандельтовая поверхность охватывает самые молодые участки дельтовых равнин Амударьи и Сырдарьи.

В восточной части Акпеткинского архипелага, которая осушалась в первую очередь, днища всех протоков, лагун и пьезометрических озер представляют сформированные солончаки, в большей части лишенные растительности. Мощность солевых отложений местами достигает 1-2 м. Например, в прибрежной части высохшего пролива Тогузаркан обнаружены участки, сложенные в основном из солей.

Сравнение условий почвообразования и засоления растительностью различных частей обсохшего Акпеткинского архипелага показывает, что в его восточных окраинах происходит уменьшение засоленности протоков, лагун и озёр, находящихся под влиянием пьезометрического напора пятен подземных пресных горизонтов. Об этом, например, свидетельствуют факты поселения здесь наиболее солевыносливых галофитов (карабарак, сарсазан, карелиния), единичных стелющихся экземпляров тростника и редких кустов черного саксаула. Необходимо отметить, что здесь и вершины песчаных гряд менее засолены, чем центральные его части. Эти факты свидетельствуют о том, что интенсивность соленакопления на восточной окраине Акпеткинского архипелага начала отставать от темпов выноса солей.

Однако трудно допустить, что столь ничтожные атмосферные осадки, выпадающие здесь (80-100 мм), могли бы за короткий срок (7-15 лет) промывать огромные толщи солей. Поэтому естественно допустить, что в данном случае основным рельефообразующим фактором выступает ветер, достигающий здесь значительной интенсивности и обладающий огромной силой. Ветровому выносу солей способствует ряд обстоятельств: увеличивающаяся сухость и температура воздуха, снижение грунтовых вод. Благодаря высокому содержанию сульфатов, солевые горизонты постоянно разрыхляются и становятся доступными ветровой эрозии, чему способствуют и атмосферные осадки. Поэтому высохшие заливы, протоки, лагуны и пьезометрические озера рассматриваются в качестве основных источников ветрового выноса солей на окружающей территории.

2.4.3. Процессы соленакопления в акватории Аральского моря

Процессам соленакопления на обсохшем дне Арала посвящены работы Н.М.Богдановой, (1977, 1978, 1981); Т.Н. Будниковой (1987); Г.В. Гельдыевой (1996); Т.П. Грязновой (1982); Т.Э. Мавлянова и др. (1998); Б.И. Пинхасова (1997); А.А. Рафикова (1982, 1981); Т.Ф. Некрасовой (1979); В.Е. Сектименко и др. (1991); В.А. Попова (1998).

Современное засоление грунтов обсохшего дна Аральского моря является результатом взаимодействия нескольких природных факторов. Развитие процессов засоления в основном связано с его географическим положением - расположением в зоне пустынь с крайне засушливым климатом, сильными ветрами, высокими летними температурами и малым количеством осадков.

Однако развитие процессов засоления на осушке крайне неоднородно и связано в первую очередь с геоморфолого - литологическими особенностями. Формы рельефа определяют дренированность территории. Незначительные повышения в рельефе создают благоприятные условия для рассоления гипсометрически приподнятых участков и аккумуляции солей в западинах.

Неоднородность литологического строения пород зоны аэрации влияет на их фильтрационные свойства и высоту капиллярного подъема растворов, а, следовательно, и интенсивность процессов соленакопления.

Глубина залегания грунтовых вод, их минерализация и химический состав, показанные на одноименных картах, определяют характер и степень засоления грунтов. Чем ближе к дневной поверхности зеркало грунтовых вод и выше их минерализация, тем интенсивнее наблюдаются процессы соленакопления.

Таким образом, соленакопление - это многофакторный процесс и динамика его развития во многом зависит от параметров и условий взаимодействия выше перечисленных компонентов природной среды: уровня и минерализации грунтовых вод, формы рельефа, литологического строения, дренированности территории и т.д.

Ниже рассматриваются особенности процессов засоления грунтов в различных природных условиях.

1. Крайняя затрудненность подземного стока вследствие слабых уклонов поверхности обсохшего дна и низких фильтрационных свойств, слагающих пород определяют застойность грунтовых вод. В связи с этим разгрузка высокоминерализованных грунтовых вод осуществляется, в основном, за счет внутрigrунтового испарения. В процессе движения капиллярных растворов к дневной поверхности, расхождения их на испарение и рост общей концентрации растворенных в них солей достигая точки насыщения, начинается процесс соленакопления в грунтах. При залегании уровня грунтовых вод на глубинах 1-2 м капиллярная кайма достигает дневную поверхность. При глубинах 2 - 4 м влияние грунтовых вод в процессах соленакопления значительно меньше, т.к. скорость капиллярного притока на такую высоту сильно замедляется. При глубинах грунтовых вод свыше 5 м роль капиллярного притока в процессе засоления поверхностных горизонтов резко снижается или прекращается.
2. Литологический состав пород зоны аэрации обуславливает их водопроницаемость, дренированность территории и высоту капиллярного подъема влаги. В пределах обсохшего дна можно выделить несколько наиболее широко распространенных типов литологических разрезов пород зоны аэрации: однородная толща песков; тяжелые суглинки и глины; переслаивающаяся толща суглинков, супесей и песков; илы, пески и залежи солей. Пески, имеющие легкий механический состав в верхнем 0 - 0,04 м слое, содержат от 0,1 до 0,5 % солей при хлоре 0,03 - 0,10 %. Высота капиллярного поднятия не превышает 0,4 - 1,0 м. Запас легкорастворимых солей не более 10 - 60 т/га, а в двухметровой зоне аэрации - 35 - 350 т/га. Как только уровни ГВ опускаются ниже 1 - 2 м, процесс соленакопления прекращается. Тяжелые суглинки и глины, имеющие большую высоту капиллярного поднятия 4 - 6м, характеризуются высоким содержанием солей в верхнем слое 4 - 27 % при хлоре до 1,3 % - 3,1 %. Запас солей составляет 40 - 200 т/га, а в двухметровом слое - 280-1200 т/га.
3. Характер и степень засоления пород тесно связаны с химическим составом и минерализацией грунтовых вод. Сульфатно-хлоридный тип воды практически полностью определил смешанный хлоридно-сульфатный характер засоления грунтов, а при высоких концентрациях и близком залегании УГВ идет формирование мирабилит-галитовых залежей.
4. Расположенные севернее архипелага, многочисленные меридионально вытянутые на десятки километров, солончаковые понижения влияют на характер перераспределения солей. С относительно приподнятых на 1-3 м хорошо заросших песчаных массивов, занимающих гипсометрическое командное положение на местности, происходит вынос солей грунтовыми водами и их накопление в понижениях рельефа. В этом направлении на расстоянии 70-200 м изменяется минерализация грунтовых вод от 30 до 323 г/л при хлоридно-

сульфатном или чисто хлоридном их типе. Содержание солей на приподнятых участках рельефа редко превышает 0,2-1,0 %. В понижениях концентрация солей достигает 15-40 %. Если предположить, что в период исходного состояния моря, донные отложения имели одинаковую степень засоления, то с момента отступления моря в 1960 г., началась резкая дифференциация территории обсохшего дна по засоленности в связи с перераспределением солей, обусловленная различной степенью дренированности территории.

5. В зависимости от литологического состава покровных отложений, они подвержены различной степени ветровой дефляции. Наиболее интенсивно выдуваются пески 3-4 см в год. В процессе многократного перевеивания песка вместе с легкими пылевато-глинистыми фракциями выдуваются соли. Содержание солей в донных песках межбарханных понижений и полей площадной дефляции составляет 0,5-3,0 %. В эоловых песках их содержание уменьшается до 0,07-0,3 %. Таким образом, идет процесс эолового рассоления обширных барханных массивов. Тяжелые суглинки, соленые корки и гипсы практически не подвержены дефляции, содержание солей достигает 4 - 27 %.
6. В солончаковых понижениях обсохшего дна (шорах), бывших заливах и проливах Акпеткинского архипелага по мере высыхания озер и снижения уровня грунтовых вод, наиболее пониженные участки дна покрываются тенардитовым пухляком, пластовым мирабилитом и галитом мощностью 0,02 - 1,0 м. Обезвоженный мирабилит превращается в тенардитовую пушонку, которая легко уносится ветром. Пополнение легкорастворимых солей в пухлых соленосных горизонтах происходит за счет интенсивного испарения и притока капиллярных растворов сульфатов и хлоридов натрия снизу, формируя тем самым очаги солепылевыноса.

Таким образом, соленакопление есть функция непрерывных взаимосвязанных природных процессов: обнажение морского дна - снижение уровня грунтовых вод - интенсивного испарения и аккумуляции солей в грунтах зоны аэрации - ветровой вынос солей - отрыв капиллярной каймы от поверхности - прекращение процесса соленакопления.

2.4.4. Оценка изменения ландшафтов, формирующихся природных комплексов орошаемого дна моря

Работы по оценке изменяющихся земельных покрытий природных комплексов Приаралья с численным охватом осушенного дна моря проводились Рафиковым и Тетюхиным (1981 г.); Вейнсбергом И.Г., Ульст В.Г. (1972); Курбаниязовым А.К. (1999, 2000); Новиковой Н.М. (1997 г.); Новиковой и Птичниковым (2000-2001 г.г.). Детальная оценка природных комплексов зоны осушки была выполнена в 1993-96 годах Пинхасовым Б.М. (Гидроингео), Гельдыевой Г.В., Будниковой Т.И. и др.

В 1992 году карта ландшафтов Южного Приаралья и частично осушенного дна моря была создана в САНИИРИ (А.Чернышевым), которая в последующем, в 2000 году была оцифрована в НИЦ МКВК (Е.Рощенко и С.Жерельева) в рамках проекта NATO SFP 974357 (NATO SFP project "Integrated Water Resources Management for Wetland Restoration in the Aral Sea Basin"). Здесь автор выделил 11 основных типов ландшафтов, не считая водную поверхность моря и прибрежных озер, из которых 5 типов с наличием растительного покрова более 50 % площади.

Анализ этой карты использовался нами в рамках проекта NATO SFP # 974357 в оценке стабильных и нестабильных ландшафтов для определения площадей, необходимых для их защиты водоемами или посадками на основе определения основных подходов к

территории, представляющих опасность для населения и природных комплексов - экологически нестабильные ландшафты.

Под нестабильными ландшафтами понимаются территории, претерпевающие изменения отрицательного характера. В работе были использованы следующие источники информации:

- «Ландшафтная карта Южного Приаралья» - состояние местности 1990 год, созданная в 1991 году в САНИИРИ (рис. 6.);
- «Ландшафтная карта на 2000 год» - предоставлена проектом НАТО SFP # 974101 (Авторы: Птичников А., Новикова Н.М., Рейимов П.- рис. 7).

Результаты данных исследований послужили основой для разделения территории по степени экологической опасности.

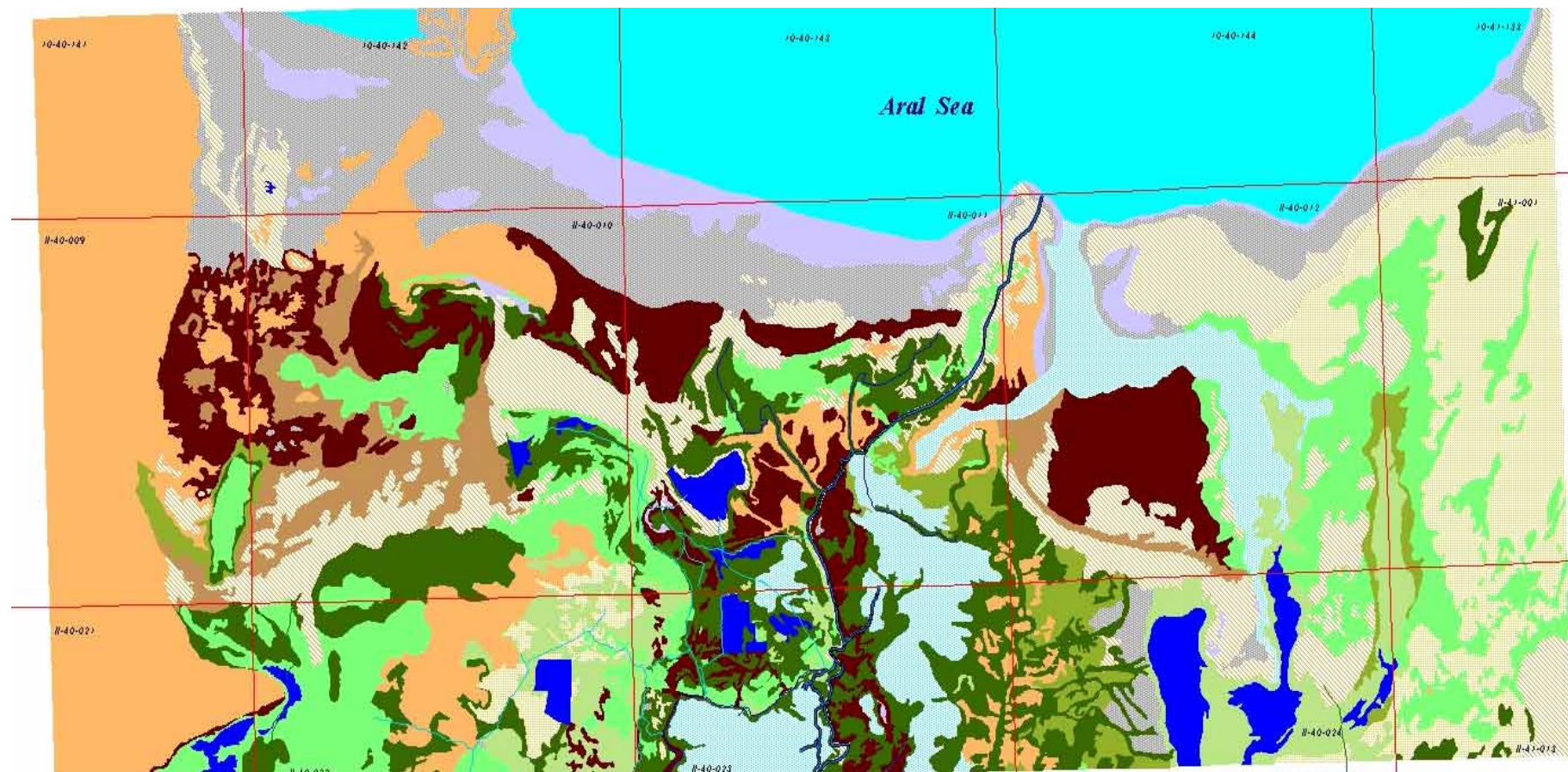


Рис. 6 Ландшафтная карта Южного Приаралья, состояние местности 1990 года

Легенда

	Прибрежная морская равнина. Область разгрузки грунтовых вод с гидроморфным режимом формирования приморских «маршевых» солончаков. Аккумулятивные морские отложения песчано илесто-суглинистые, слоистой структуры. В районе дельты преобладают супеси. Минерализация грунтовых вод высокая 25-50 г/л.
	Морская равнина с микрорельефом и сформировавшимися приморскими гидроморфными корковыми и непрочно корковыми, местами пухлыми солончаками. Минерализация грунтовых вод 25-5- г/л. Почвы: слоистые комплексы, преимущественно песчано – глинистые с прослойками супесей различных фракций. Рельеф находится в стадии формирования за счет водной и эоловой эрозии.
	Равнина сложенная аккумулятивными смешанными слоистыми алювиально - дельтовыми и морскими песчано - суглинистыми и илестыми фракциями. Представлена приморскими остаточными гидро, а южнее полугидроморфными корковыми, корково-пухлыми, местами пухлыми солончаками, припесчаненными сверху песками и супесями. Распространены заросли сведы на солончаках и песках.
	Отличается от 3 механическим составом и более легкими фракциями в поверхностном слое, повышенной способностью к миграции солей. Режим грунтовых вод преимущественно гидроморфный и полугидроморфный. Минерализация грунтовых вод в Центральной части около 40 г/л., в западной части – более 50 г/л. Растительный покров представлен разреженными сведовыми группами.
	Обширная морская равнина сложенная глинами, тяжелыми и средними суглинками с прослойками супесей и песков, по поверхности перекрытая в начальный период слоем суглинков, супесей и песков. Солончаки приморские остаточные автоморфные, местами полуавтоморфные в микропонижениях корковые. Формируются в период интенсивного испарения накопленной на поверхности влаги за счет осадков. Соли, песок и супеси легко смываются осадками в трещины полигональных структур.
	Морская равнина размещена на территории урочища Аджибай блоками различной величины. Механический состав аккумулятивных осадочных пород представлен комплексом супесей, суглиноков и глин с преобладанием легких фракций в верхних слоях. В зависимости от расположения контура грунтовые воды обеспечивают от гидроморфного режима на севере Аджибая до автоморфного в центре и ближе к плато Устюрт. На почвах развивается лебедово-сведовые группы и тамариски, освоение территории не превышает 0,5 %. Эрозия – водная и эоловая.
	Морская равнина расположена в центре бывшего залива Джылтырбас, отличается от бывшего залива Аджибай более высоким освоением однолетними и многолетними растениями. Режим питания грунтовых вод полуавтоморфный. Минерализация грунтовых вод колеблется в пределах от 30 до 60 г/л.
	Морская равнина рельеф сформирован под воздействием морских течений, поверхностных вод, эолового воздействия. Аккумулятивные фракции представлены песчаными и супесчаными прослойками с подстиланием суглиноков и глин, в целом плоско и мелко бугристые, полужакрепленные пески в сочетании с пустынными, песчаными примитивными почвами.
	Территориальные образования на тяжелых илесто-суглинистых отложениях с прослойками супесей слоистых комплексах. Такие т.о. представляют собой включения в виде микропонижений в центральной части урочища Аджибай, что способствовало вторичному засолению и формированию солончаков за счет поверхностного перераспределения солей. Солончаки в основном полуавтоморфные и автоморфные.
	Морская равнина на аккумулятивных морских песчано-суглинистых и песчано-илесто-суглинистых отложениях в центре Аджибая, на востоке примыкающая к полуострову Муйнак и полуострову Тигровый хвост и на юго-западе урочища Аджибай в целом мало, чем морфологически отличается от других примыкающих образований.
	Пески. Представлены в зоне осушки довольно обширными территориями, отличающимися лишь происхождением наносов. Подавляющая площадь песка не закреплена и находится в подвижном состоянии. Процесс закрепления проходит медленно и связан с формированием бугров, барханов и гряд. Подвижность песка способствует выносу иловатых частиц и солей.
	Естественные водоемы, периодически обводняемые.

Легенда к ландшафтной карте, проекта NATO SFP # 974101

Структурно-денудационные равнины	
Аридно-денудационные плато и останцовые возвышенности	
1	Наклонно-волнистые равнины, сложенные суглинисто-щебнистыми отложениями, подстилаемыми известняками с комплексом биоргуновых, сероземельнополюнных и кейреуковых сообществ с участием курчавки на серо-бурых заглипсованных почвах.
2	Круто- и пологонаклонные равнины, сложенные супесчано-суглинистыми отложениями с включением щебня, с повсеместными выходами известняка и мергеля, с группировками петрофитов и гидрофитов на выходах временных родничков.
3	Слабо наклонные равнины, плоские, реже волнистые, сложенные суглинисто-глинистыми отложениями, подстилаемые глинами с комплексом биоргуновых, белоземельнополюнных и кейреуковых сообществ на бурых заглипсованных почвах.
4	Бугристо-грядовые пески с такырами и солончаками, подстилаемые глинами, с сообществами черного и белого саксаулов, псаммофильных кустарников по буграм и тамариксов и полыней - по понижениям.
5	Бугристо-грядовые пески в комплексе с такырами и солончаками, подстилаемые песчаниками, с комплексом черносаксаульников и черкезников на вершинах бугров, боялыча и полынных на выровненных участках.
Аккумулятивные равнины	
Ландшафты морских равнин	
Ландшафты обсохшего морского дна	
6	Выровненная полого-наклонная равнина с маршевыми солончаками и пионерными группировками мезогалофитов, подверженная периодическому затоплению морскими нагонными водами.
	а) залито водой;
	б) маршевый солончак;
	в) зона заплеска, покрытая солевой коркой
7	Выровненная полого-наклонная супесчано-суглинистая приморская солончаковая равнина, пустошная, с единичными экземплярами однолетних мезогалофитов.
8	Мелкобугристая супесчано-суглинистая пустошная равнина на приморских солончаковых почвах, со слабо переработанным рельефом в процессе субэразального развития :
	а) с группировками галофитов на приморских солончаковых почвах;
	б) при участии однолетних псаммофитов в группировках галофитов на участках, перекрытых тонким плащом песка на корковых солончаках.
9	Бугристо-ячеистая песчано-супесчаная солончаковая равнина, с переработанным рельефом в процессе субэразального развития, с разреженным растительным покровом при участии галофильных кустарников на сорových солончаках:
	а) полого-волнистая с участием сарсазана и тамариксов;
	б) грядово-бугристая, с участием селитрянки, тамариксов и сарсазана;
	в) четковидной бугристая с локальными выходами грунтовых вод, маркируемых тростником, сарсазаном и карабарак в межбугровых пространствах.
10	Бугристая с грядами супесчано-песчаная равнина, перекрытая чехлом красновато-желтого среднезернистого песка на приморских солончаковых почвах с:
	а) фитогенными буграми, образованными селитрянкой и тамариксами;
	б) закрепленная неполночленными сообществами черного саксаула;
11	Мелкобугристая супесчано-песчаная равнина со слабо переработанным рельефом и слабо закрепленная растительностью на приморских песчаных почвах при участии единичных экземпляров:
	а) однолетних солянок и тамариксов ;
	б) жузгунов на участках наваяного чехла красновато - желтых среднезернистых песков.
12	Бугристо-ячеистая супесчано-песчаная равнина с приморскими почвами и чехлом желтых среднезернистых песков, местами с переработанным рельефом:
	а) лишенная растительности на участках остаточных солончаков;
	б) с группами черного саксаула и тамариксов на маломощных наваянных песках;
	в) с разреженными экземплярами жузгуна, тамариксов и черного саксаула на мелкобугристых песках;
	г) с жузгуном, тамариксами и псаммофильным разнотравьем на среднебугристых песках.
13	Мелкобугристая песчаная равнина, слабо закреплённая гало-псаммофитами с приморскими песчаными засоленными почвами и :
	а) однолетними травами;
	б) при участии единичных экземпляров черкеза и черного саксаула.
14	Массивы не закрепленных растительностью подвижных крупно--бугристых и барханно-грядовых переветренных песков.

15	Бугристо-ячеистая песчаная равнина, приуроченная к региональному поднятию, сложенная красновато-желтыми песками со слабо развитыми пустынными песчаными почвами и:
	а) слабо закрепленная растительностью с единичными кустиками солянок и лебеды;
	б) с сочетанием хорошо закрепленных участков с псаммофильными кустарниками и солончаковых обширных пустошей;
16	Мелкобугристая супесчано-песчаная равнина с приморскими почвами при участии корковых солончаков:
	а) пустошная с медальонами тростников на выходах грунтовых вод;
	б) закрепленная псаммофитными и гало-псаммофитными кустарниками;
	в) с песчаной акацией.
17	Приморские равнины с укороченными поясными ландшафтными звеньями участков разных лет обсыхания от пионерных группировок с однолетними солянками до парковых черно и белосаксаульников на формирующихся пустынно-песчаных почвах под восточным чинком Устюрта.
18	Реликтовые ландшафты морского побережья с фрагментами песчаного берегового вала и фитогенными буграми тамариксов на слабо развитых пустынных песчаных почвах при участии:
	а) дерезы;
	б) жузгунов;
	в) с мелкобугристым рельефом и хорошо развитой растительностью на пустынно-песчаных почвах под белосаксаульниками с большим обилием эфедры Кузмичева и чёрносаксаульниками на пустынно-песчаных остаточо-солончаковых почвах;
	г) пустошная солончаковая равнина, завоеваемая песком.
19	Сочетание высоких песчаных бугров бывших островов с деградирующей пустынной растительностью и зарастающих глубоких солончаковых впадин обсохших морских проливов
	а) мелкобугристые пески с псаммофитами - однолетниками;
	б) крупнобугристые пески с барханами и многолетними травяными псаммофитами;
	в) с долинообразными остаточными солончаковыми понижениями, завоеваемыми песком и зарастающими единичными кустарниками - псаммофитами;
	г) подтопленные или заливаемые сбросными водами с разреженными тамарисчатниками и карабарак.
20	Ландшафты формирующихся проточных озер с длительным нахождением осветленных вод и массивами высокого тростника
	а) участки с разреженным тростником;
	в) мелководные участки с крепями тростника.
21	Полого-наклонная мелкобугристая супесчано-суглинистая озерная равнина с
	а) регулярным и длительным обводнением, высокими крепями тростников, русловыми протоками, участками отмерших тростников, тамариксами;
	б) кратковременным регулярным обводнением и застаиванием соленых вод, занятая тамариксами, сарсазаном, сочными солянками в комплексе с пухлыми солончаками;
	в) с растеканием соленых вод по поверхности в виде плоских потоков (на 60%) поверхности, сопровождаемых разреженными тростниковыми зарослями;
	г) с растеканием на 40% поверхности, более редкими участками с тростниками;
	д) периодически редко поверхностно обводняемые участки с низкорослыми тростниками и солянками на пухлых солончаках;
	е) суффозионные просадки в сочетании с пухлыми солончаками с карабарак при участии единичных экземпляров тамариксов;
	ж) опесчаненные участки солончаковых равнин с единичными тамариксами.
22	Супесчано-суглинистая мелкобугристая солончаковая равнина с навейным песчаным чехлом, обводняемая речной водой
	а) участки относительно регулярно обводняемые с плотным стоянием тамариксов и сомкнутым травяным покровом из ажрека с участием разреженных тростников;
	б) карабарак-поташиковые с участием селитрянки и климакоптеры на опесчаненных и засоленных торфяно-болотных почвах бывшего морского залива;
	в) тамариковые заросли с отмершим тростником, опесчаненные;
	г) пустошные солончаковые выровненные участки с отмершим тростником.
23	Суглинистая равнина, периодически обводняемая сбросными водами
	а) покрытая мощным чехлом суглинистых аллювиальных отложений с крепями тростника вдоль русел и однолетними солянками между ними;
	б) суглинистая равнина без растительности на месте длительного стояния воды с отмирающими прибрежно-водными растениями - рогоза и клубнекамышя;
	в) изрезанная многочисленными слившимися концевыми потоками с усыхающим тростником.
Ландшафты озерно-аллювиальных равнин	
24	Ландшафты озерных равнин, сформированные преимущественно речными водами в мелких озерных котловинах
	а) крепи тростника на мелководье;
	б) регулярно заливаемые тростниковые заросли с участием тамариксов;

	в) тамариксы с участием тростников, периодически заливаемые;
	д+С106) участки разреженных тамарисчатников и тростников, периодически заливаемых;
	е) пустошные участки обсохших днищ;
	ж) тростниковые крепи по окраинам обсохших озер.
25	Ландшафты озерных систем, сформированные водами коллекторно-дренажного стока
	а) крепи тростника на мелководье;
	б) крепи низкорослого тростника с обилием старника прошлых лет;
	в) заросли тамарисков с участием галофитов и единичными экземплярами тростника;
	г) пухлые и корково-пухлые солончаки по окраинам озерных котловин;
	д) карабараковые заросли с участием тамарисков, редко обводняемые, но с близким залеганием грунтовых вод.
26	Ландшафты обсохших озерных систем, периодически заполняемых речными водами с
	а) тростниковыми крепями по краю обсохших озерных котловины;
	б) днищами, заросшими тугайными кустарниками и травами с подростом деревьев;
	в) древесно-кустарниковыми тугаями.
Ландшафты аллювиально-дельтовых равнин	
Формирующиеся дельтовые ландшафты на обсохшем дне моря	
27	Полого-наклонные супесчано-суглинистые равнины, изрезанные руслами длительно действующих водотоков
	а) с подростом древесно-кустарниковых тугайных видов вдоль многочисленных водотоков;
	б) с возобновлением древесно-кустарниковых тугайных видов и тростниковых зарослей;
	в) тростниковыми крепями;
	г) комплекс русловых протоков, окаймленных тростниками и междуречьями суглинистых пространств без растительности;
	д) слабо обводняемые участки с тугайным разнотравьем;
	е) комплекс фрагментов супесчаных и суглинистых участков с тугайным разнотравьем.
28	Полого-наклонные супесчано-суглинистые равнины, слабо изрезанные руслами водотоков
	а) тамарисково-разнотравными сообществами на солончаковых почвах;
	б) с руслами, окаймленными тугайными древесными видами и тростниками, и прирусловыми гривами с посадками черного саксаула и черкеза;
	в) междуречья пространства с разреженными тамарисчатниками пустошными такыровидными и солончаковыми пространствами.
	г) солончаковые пустошные равнины междуречьями пространств;
	д) устьевые области водотоков с тростниковыми крепями и галофильным разнотравьем;
	е) периодически заливаемые со стороны дельты луговые солончаки с тамарисками и галофильным разнотравьем.
Авандельты (дельты выдвигания) 70-80-х годов	
29	Плоские, реже слабо волнистые, сложенные суглинисто-супесчаными отложениями:
	а) пустошные;
	б) с черносаксаулово-тамарисковыми сообществами и фрагментами турангового тугая по руслам обсохших протоков.
30	Полого-волнистые равнины, сложенные супесчано-суглинистыми отложениями
	а) пустошные;
	б) с посадками черного саксаула и черкеза.
	в) с фрагментами усохших тугайных и кустарниковых сообществ и живых чингилевых куртин с солянкой Паульсена;
	г) с куртинами тамарисков на подтопленных участках.
Современная обсыхающая аллювиально-дельтовая равнина	
31	Полого-волнистые равнины прирусловых валов и дельты прорыва, периодически обводняемые и участки обсохших русел с возобновляющимися молодыми тугаями
	а) с сохранившимися фрагментами древесных тугаев вдоль главного русла и кустарниковыми сообществами по краю;
	б) занятые фрагментами усыхающих древесно-кустарниковых тугаев на необводняемых отапливаемых участках;
31	в) с сорнотравьем по длительно обводненным окраинам дельт прорыва;
	г) пустошные участки на обсохших глинистых ранее переувлажненных участках дельт прорыва;
	д) фрагменты тростниковых массивов по краю длительно увлажненных участков.
32	Повышенные плоские равнины прирусловых валов, сложенные супесчано-суглинистыми отложениями, не обводняемые с начала 90-х годов, вступившие в автоморфный этап развития
	а) практически без растительности с коркующимися аллювиально-лугово-тугайными почвами;
	б) с опесчаненными засоленными понижениями при участии чингиля и кендыря.
33	Возвышенные плоские наклонные супесчано-суглинистые равнины прирусловых валов, не обводняемые с 80-х годов
	а) остаточные солончаки, отапливаемые с древовидной солянкой;
	б) фрагменты кустарниковых тугаев на засоленных почвах;

	в) с моноценозами терескенников.
34	Возвышенные плоские наклонные супесчано-суглинистые равнины прирусловых валов, не обводняемые с 70-х годов, прошедшие солончаковую стадию с
	а) тамариксами и с участием карабарака на остаточных солончковых почвах, появлением итцегека;
	б) с карабараковыми сообществами и суффозионными просадками;
	в) с карабараком, сильно засоленные;
	г) с участием тростников, на подтопленных участках.
35	Полого-волнистые возвышенные суглинистые равнины внутренних дельт, с комплексом разреженных тамарисчатников с караганой и фрагментами лохово-турангового тугая по руслам обсохших проток и берегам каналов.
36	Слабо наклонные пологоволнистые супесчано-суглинистые междурусловые понижения, периодически обводняемые или подтопленные,
	а) с тростниками и тамариксами в гидроморфных условиях;
	б) с мокрыми солончаками и с тамариксами ;
	в) корковыми солончаками с тамариксами и карабараком;
	г) с тамариксами, карабараком и солянкой древовидной на отакырывающихся солончаках;
	д) настоящие солончаки с сарсазаном.
37	Плоская супесчано-суглинистая приморская равнина :
	а) с остаточными торфяно-болотными почвами, завяанными песчаным плащом;
	б) вторично гидроморфные с тамариксами и тростником;
	в) с отмершим тростником на периодически обводняемых участках.
Аллювиально-дельтовая равнина, обсохшая к 60-м годам XX века	
38	Полого-волнистые поверхности склонов междурусловых понижений, сложенные суглинистыми и глинистыми отложениями, обводняемые в годы высокой водности
38	а) с крепями тростника на суше;
	б) однолетними сорными видами на влажной поверхности длительно обводненных участков;
	в) без растительности;
	г) с тамариксами, тугайным разнотравьем и тростником.
39	Полого-волнистые супесчано-суглинистые возвышенные водораздельные равнины
	а) с отдельными экземплярами тамариксов;
	б) с турангой и внедряющимися экземплярами черного саксаула и карганы.
40	Плоские внутренние дельты, сложенные супесчано-суглинистыми отложениями с комплексом тамарисчатников однолетнесолянковых с фрагментами туранговых опустыненных тугаев.
	а) с тростником на близких грунтовых водах;
	б) с единичными тамариксами;
	в) голые такырные поверхности;
	г) комплексе рассоляющихся остаточных солончаков с карабараком и черносаксаульником.
Равнины голоценовой дельты	
41	Полого-волнистые, реже плоские внутренние дельты, сложенные супесчано-суглинистыми отложениями с :
	а) черносаксаульниками с участием карабарака в комплексе с песчаными массивами с жузгуном в автоморфных условиях ;
	б) разреженными тамарисчатниками и лугово-солончаковым разнотравьем в условиях дополнительного увлажнения;
	в) тростниками и тамариксами на окраине оазисов.
42	Комплексная суглинистая солончаково - такыровидная мелкобугристая равнина с
	а) черным саксаулом и однолетними солянками;
	б) солончаками в понижениях.
Слабо трансформированные фрагменты природных ландшафтов, сохранившиеся в оазисах	
43	Одиночные закрепленные барханы с фильтрационными озерами у подветренного склона.
44	Внутримассивная зона разгрузки подземных вод в междурусловом понижении с солончаковой растительностью.
45	Фрагменты тугайных лесных массивов.

С помощью пространственного анализа всех имеющихся в НИЦ МКВК материалов, были выделены две наиболее опасные зоны (рис.8), по состоянию местности на 2000 год:

1 зона - экологически критические территории Южного Приаралья, характеризующиеся динамично неустойчивыми ландшафтами (движущимися песками в форме бархан и дюн), сохранившиеся без изменения в течение последних 10 лет;

2 зона - «экологически нестабильные зоны», характеризующиеся потенциально неустойчивыми ландшафтами (песчаные почвы, с глубиной залегания грунтовых вод более 5 метров, растительность слабо развита), сохранившие опасность в течение последних 8-20 лет.

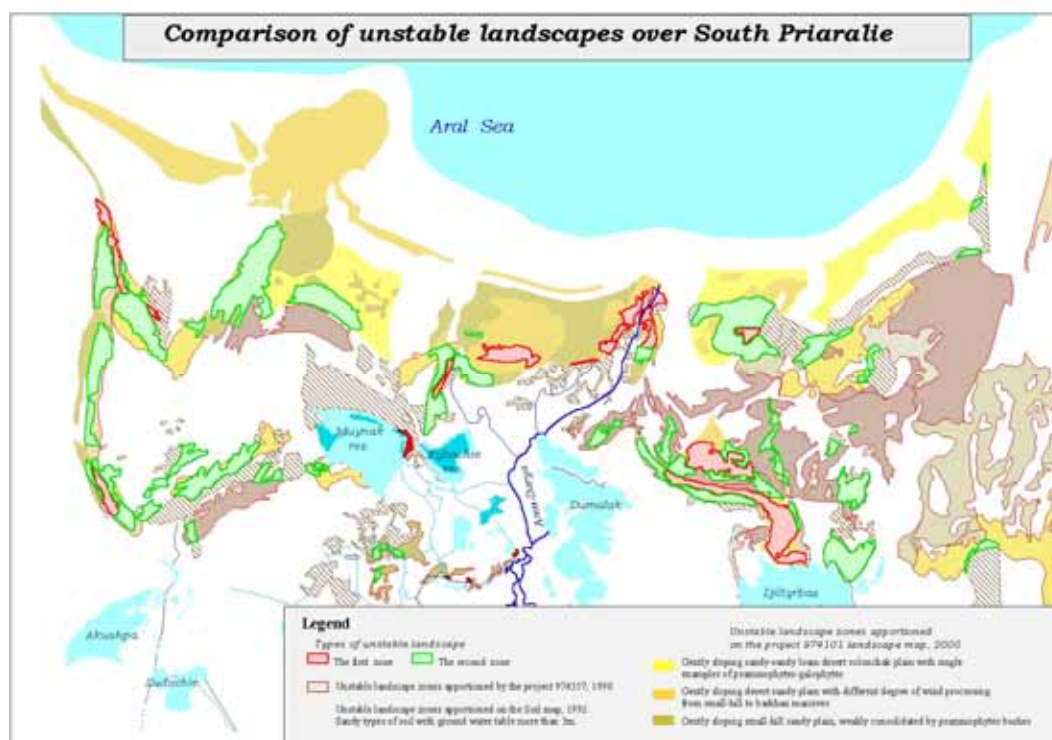


Рис. 8 Распределение нестабильных ландшафтов на территории Южного Приаралья -дельта реки Амударья (зона 1 - зеленый цвет; зона 2 - красный цвет)

Впоследствии Н.М.Новикова (2005)¹ развила деление на стабильные и нестабильные ландшафты, исходя из генетических и гидрогеологических прогнозов, а также их направленность на стабилизацию и дестабилизацию. Более полное выделение таксонов для карты «Литологического состава покровных (четвертичных отложений природных комплексов обсохшего дна Аральского моря», состояние местности 1993-1996 гг. (рис.9), выполненному Пинхасовым Б.М. по нашему заказу, определило ряд природных комплексов (ПК), под которыми понимаются генетически однородные территории, близкие по строению рельефа, сложенного одновозрастными четвертичными отложениями едиными по своему происхождению и вещественному составу, с одними и теми же господствующими экзогенными геологическими процессами и сходной растительностью.

¹ Н.М.Новикова. Оценка изменения режима вод суши на наземные экосистемы, М, Наука, 2005

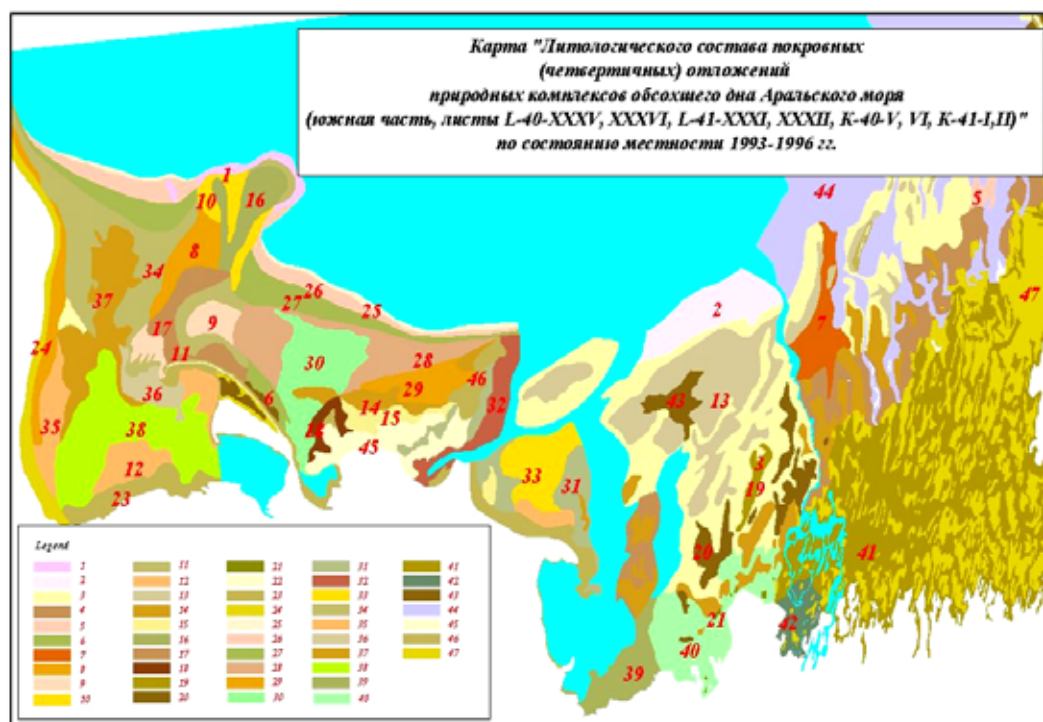


Рис. 9 Карта «Литологического состава покровных (четвертичных) отложений

При типологическом районировании и построении карты авторы исходили из главной цели проекта, заключающейся в выявлении площадей подверженных ветровой эрозии и подлежащих облесению. На обохшем дне, выделено 48 природных комплексов, из которых 21 представлены поверхностями с различной степенью обрастания - естественного и искусственного; один - водной поверхностью и более десяти - нестабильные и подвержены углубленному опустыниванию (Пинхасов Б.И., Отеев Р.Б. и др., 1999).

Учитывая большие различия в классификационных подходах у отдельных исследователей, мы, тем не менее, попытаемся в результате исследований дать динамику этих состояний почвенных покровов к настоящему времени.

2.5 Почвы

В настоящее время полоса осушки Аральского моря достигает более ста пятидесяти километров. Обнаженные донные осадки представляют собой отложения морского, речного и смешанного генезиса. Можно ли классифицировать эти грунты как почвы?

По мнению местных почвоведов, обнажившиеся грунты можно рассматривать как почвы, которые отличаются от зональных своими специфическими особенностями. Эти особенности заключаются в динамичности развития почвообразовательного процесса, как в пространстве, так и во времени, в малоразвитости и слабой дифференциации почвенного профиля, низкой биогенности, преобладании процессов разрушения органики и почти полное отсутствие их аккумуляции, а в связи с этим - специфике водно-солевого режима молодых почвогрунтов. И именно эти особенности позволяют почвенному покрову осушенной части дна Аральского моря за короткий отрезок времени проходить вековой цикл развития (Сектименко, 1991; Stulina, Sektimenko 2004).

В первый период изучения обсохшего дна, освободившаяся из под воды территория характеризовалась только по степени засоления.

Изучив условия соленакопления на открытом побережье и в лагунах, Н.М.Богданова и В.П.Костюченко (1977) отмечают основные различия между ними. На открытом побережье при отходе моря основная масса солей уносится с морской водой, а обнажившиеся грунты начинают засоляться позднее, главным образом за счет капиллярного поднятия верховодки. При этом существенное значение имеет литология отложений. При усыхании же замкнутых лагун и заливов все содержащиеся в морской воде соли остаются в грунте. В этом случае соленакопление происходит как за счет поднятия верховодки по капиллярам, так и выпадения солей непосредственно из раствора. Литология отложений в связи с этим имеет здесь меньшее значение.

В 1978 году Богдановой Н.М. и Костюченко В.П. была составлена карта засоленности осушившегося к тому времени дна Аральского моря в пределах абсолютных высот 49-53 м. На карте выделено четыре категории почвогрунтов, различающихся по характеру и степени засоления: незасоленные (менее 0,3 % солей), поверхностно-засоленные (в корке 3 %, ниже 0,2-0,6 %), засоленные до верховодки (в слое 0-5 см до 10 %) и солончаки высыхающих заливов, лагун, фильтрационных озер.

Причиной значительного засоления являются отложения солей на дне Аральского моря под маломощным (0,5-1,5 м) слоем ила (В.В.Рубанов, 1977). Первые сведения о наличии соли на дне Арала получены П.И.Чаловым (1968), затем И.Г. Вейнсбергом (1972). Образование слоя солей под донными отложениями связано с выпадением солей из морской воды по мере увеличения ее минерализации. Сами донные отложения, залегающие под водой моря на глубину 1 м и являющиеся материнской породой почвообразования (Н.Г.Бродская, 1952), представлены в центральных и западных частях мергелями, в периферических - песками и алевролитами.

Плоский характер рельефа обсохшего дна, создающий фактически бессточность территории и близкое залегание грунтовых вод, способствовали интенсивному засолению почв. Поэтому основная часть осушки занята солончаками.

При дальнейших исследованиях обсохшего дна Арала представление о почвах было дополнено и детализировано.

В начальную стадию обсыхания морского дна, когда ширина осушки достигала лишь 10-12 км и приходилась в основном на авандельты, здесь выделялись три группы почв: солончаки, пустынно-песчаные, пески (Рафиков, 1982; Костюченко, 1984).

Освобождающиеся из-под уровня моря участки авандельты рассматриваются как подводные почвы. Они состоят из частиц, ранее подвергавшихся дельтовым процессам почвообразования, обогащены гумусом, питательными элементами, имеют высокую емкость поглощения. Вся остальная территория по мере осушки находится в процессе первичного почвообразования.

В результате образования первичных почв и их эволюционных преобразований на обсохшем дне Арала сформировались следующие разновидности приморских почв: солончаки гидроморфные, солончаки полугидроморфные, солончаки полуавтоморфные, солончаки автоморфные, пустынные песчаные почвы и разнообразные пески. Кроме того, здесь часто встречаются сочетания и комплексы этих почв, отражающие пестроту почвенного покрова обсохшего дна моря (Сектименко и др., 1991).

Специфические условия почвообразования, сложившиеся на обсохшем дне, предопределили выделение здесь особого подтипа солончаков - приморских.

Последнее исследование почв обсохшего дна моря было проведено Институтом Почвоведения в 1990 году, на основании чего была составлена почвенная карта (рис.10).

К 90-м годам на ранее обследованной территории грунтовые воды опустились до 4-7 и более метров и обладали очень высокой минерализацией до 50 г/л. Гидроморфные и полугидроморфные солончаки здесь трансформировались в полуавтоморфные и автоморфные. Вновь образовавшиеся гидроморфные почвы переместились вслед за отступающим урезом морской воды.

Начальный этап формирования почвенного покрова на всех типах побережья Аральского моря одинаков. Он связан с интенсивным засолением вышедших из-под уровня воды грунтов и образованием в зоне активного пляжа маршевых и приморских солончаков с хлоридным, сульфатно-хлоридным и хлоридно-сульфатным типом засоления. Равномерное распределение солей по всему профилю к концу первого года развития молодой суши в континентальных условиях сменяется интенсивным накоплением в верхних горизонтах.

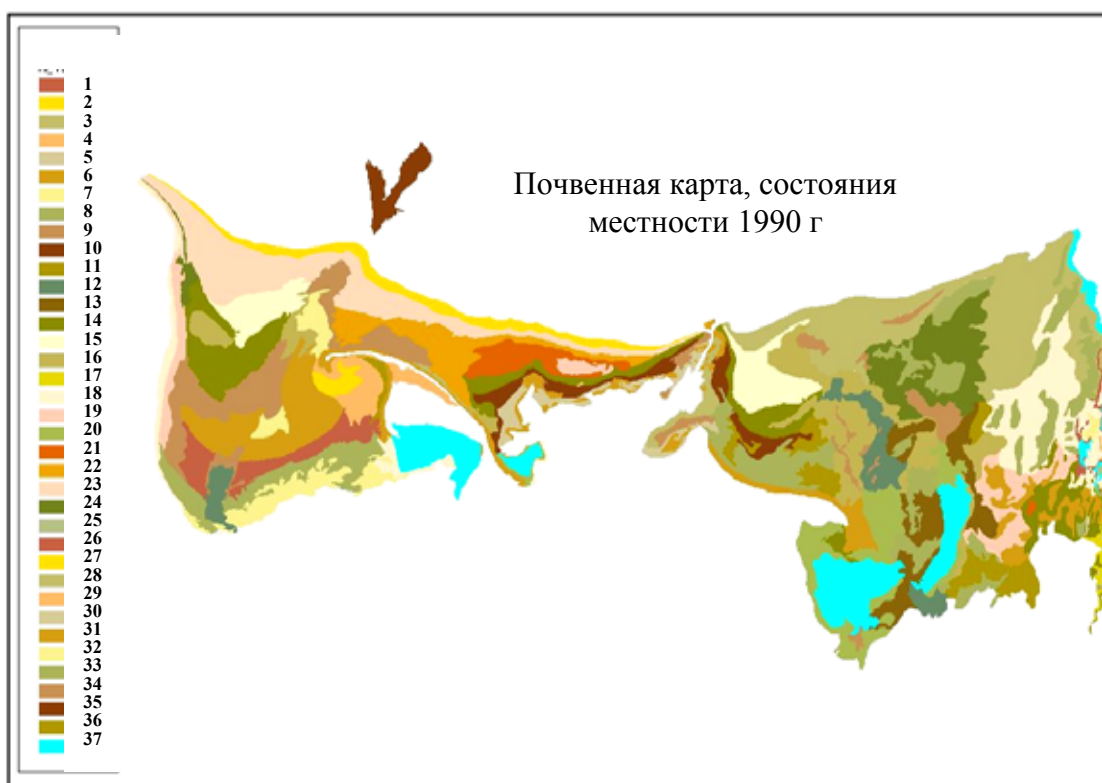


Рис. 10 Почвы обсохшего дна Аральского моря (1990 г.)

Легенда к Почвенной карте, состояние местности 1990 год

№№	Наименование почв	Засоление почв	Механический состав почв	Уровень грунтовых вод, м
1	Солончаки приморские автоморфные корковые. Очень сильносолончаковые, очень сильно – и сильносолончаковато-глубокозасоленные. Глинистые и тяжелосуглинистые (сверху припесчаненные)	Очень сильносолончаковые, очень сильно – и сильносолончаковато-глубокозасоленные	Глинистые и тяжелосуглинистые (сверху припесчаненные)	5

2	Солончаки приморские автоморфные корковые	Очень сильносолончаковые, очень сильно – и сильносолончаковато-глубокозасоленные	Тяжело- и среднесуглинистые (местами слабо припесчаненные) на слоистых суглинках с прослойками супесей и песков	>5
3	Солончаки приморские автоморфные корково-пухлые, местами отакырненные (под зарослями тamarисков)	Очень сильносолончаковатые, очень сильно - и сильносолончаковатые, глубоко средне- и сильнозасоленные	Тяжело- и среднесуглинистые на слоистых отложениях глин и суглинков с редкими прослойками песков	4 – 5
4	Солончаки приморские автоморфные корково-пухлые и корковые	Очень сильносолончаково-солончаковатые, глубоко средне - очень сильнозасоленные	Тяжело- и среднесуглинистые (часто сильно припесчаненные) на слоистых отложениях глин и суглинков с прослойками супесей и песков	4 – 5
5	Солончаки приморские автоморфные корковые и корково-пухлые (зарастающие тamarисками)	Очень сильносолончаковые, очень сильно - и реже средне-солончаковатые, глубоко сильно-, средне - и реже очень сильнозасоленные	Глинистые и тяжело- и средне - суглинистые (припесчаненные) на слабослоистых отложениях различного механического состава	4 – 5
6	Солончаки приморские автоморфные корково-пухлые и пухлые	Очень сильносолончаково-солончаковатые, глубоко сильно - и очень сильнозасоленные	Глинистые и тяжело - и средне-суглинистые (поверхностно облегченные) с редкими прослойками супесей в нижних горизонтах	4 – 5
7	Солончаки приморские автоморфные, полигонально-кочковатые	Очень сильносолончаково-солончаковатые, глубоко сильно -, редко очень сильнозасоленные	Глинистые и тяжело - и средне-суглинистые, местами с прослойками легких суглинков и супесей в нижней части профиля	4 – 5
8	Сочетание песчаных автоморфных почв с полужакрепленными мелко-бугристыми песками (подвержены ветровой эрозии)	Сильно - и очень сильносолончаковые (реже незасоленные и слабозасоленные), средне - очень сильносолончаковато - глубокозасоленные	Супесчано-песчаные с мощными прослойками глин и тяжелых суглинков в нижней части профиля	3-5
9	Солончаки приморские полуавтоморфные корково-пухлые и пухлые (местами зарастающие тamarисками)	Очень сильносолончаковые, сильно - среднесолончаковатые, глубоко среднесильнозасоленные (реже очень сильнозасоленные и незасоленные)	Глинистые и тяжело - и средне-суглинистые (поверхностно-облегченные) местами с прослойками супесей и песков в нижней части профиля	3-4
10	Солончаки приморские полуавтоморфные корково-пухлые и пухлые, дефлируемые, с мелкими прикустовыми бугорками	Очень сильно - и сильносолончаково-солончаковатые, глубоко сильно -, реже очень сильнозасоленные	Глинистые и тяжелосуглинистые местами с прослойками супесей и песков в нижней части профиля	3-4
11	Солончаки приморские полуавтоморфные корковые и корково-пухлые (подвержены ветровой эрозии) с мелкими песчаными бугорками	Очень сильно - и сильносолончаково-солончаковатые, глубоко различнозасоленные	Песчано-супесчаные на слоистых отложениях различного механического состава (от глин до песков)	3-4
12	Солончаки приморские полугидроморфные корковые, местами отакыривающиеся (временами заливаемые водой)	Очень сильно - и сильносолончаково – солончаковато - глубокозасоленные	Тяжело-, средне- и легкосуглинистые на тяжелых суглинках и глинах с редкими прослойками супесей и песков в нижней части профиля	2-3
13	Солончаки приморские полугидроморфные корковые	Очень сильносолончаково-солончаковатые, глубоко сильно - и очень сильнозасоленные	Глинистые, местами с прослойками супесей в нижней части профиля	2-3
14	Солончаки приморские полугидроморфные корковые и корково-пухлые	Очень сильносолончаковые, очень сильно - и сильносолончаковато-глубокозасоленные	Средне- и тяжелосуглинистые и глинистые (припесчаненные), с поверхности облегченные	2-3
15	Солончаки приморские полугидроморфные гипсово-окоркованные с пятнами пухлых солончаков	Очень сильносолончаковые, очень сильно - и сильносолончаковато-глубокозасоленные	Слоистый комплекс глин, суглинков, супесей и песков (местами припесчаненные)	2-3
16	Солончаки приморские полугидроморфные корково-пухлые с мелкими песчаными бугорками (подвержены ветровой эрозии)	Очень сильносолончаково-солончаковатые, глубоко очень сильно- и сильнозасоленные	Супесчано-песчаные с прослойками суглинков и глин	2-3

16а	Солончаки приморские полугидроморфные корково-пухлые и пухлые (часто сильно «закупаченные»)	Очень сильно - и сильносолончаково-солончаковатые, глубоко очень сильно-, сильно- и средnezасоленные	Преимущественно супесчано-песчаные с прослойками суглинков и глин (иногда мощных)	2-3
17	Приморские песчаные полугидроморфные и гидроморфные почвы с мелким эрозивно-аккумулятивным рельефом и солончаками в западинах	Преимущественно среднесолончаковые, среднесильносолончаковатые, глубоко средnezасоленные	Песчаные с прослойками супесей и очень редко суглинков нижней части профиля	1-3
18	Приморские песчаные полугидроморфные и гидроморфные почвы и с мелким эрозивно-аккумулятивным рельефом	Слабо - сильносолончаковые, средне - очень сильносолончаковато-глубокозасоленные	Песчаные с прослойками глин и суглинков в нижней части профиля	1-3
19	Солончаки приморские гидроморфные корково-пухлые с пятнами промытых почв под камышово - тамарисковыми зарослями (временами заливаемые водой)	Очень сильно - (редко слабо-) солончаковые, сильносолончаковатые, средне - сильноглубокозасоленные	Супесчано-песчаные, местами с прослойками глин и суглинков	1-2
20	Солончаки приморские гидроморфные корковые	Очень сильносолончаковые, сильно - и очень сильносолончаковатые, глубокосильнозасоленные	Глинистые и суглинистые (сильно припесчаненные) с прослойками супесей и песков	1-2
21	Солончаки приморские гидроморфные непрочно-корковые с мелкими песчаными бугорками	Очень сильносолончаковые, очень сильно-, сильно - и среднесолончаковато-глубокозасоленные	Слоистый комплекс с преобладанием супесей и песков над суглинками и глинами	1-2
22	Солончаки приморские гидроморфные корковые	Очень сильносолончаковые, очень сильно - и сильносолончаковатые, глубоко очень сильно-средnezасоленные	Глинисто-суглинистые с прослойками супесей и песков в нижней части профиля	1-2
23	Солончаки приморские гидроморфные непрочно-корковые	Очень сильносолончаково-солончаковато-глубокозасоленные	Песчаные с мощными прослойками глин преимущественно в средней части профиля	1-2
24	Сочетание солончаков приморских гидроморфных и избыточно-гидроморфных (приозерно - раповых) и остаточно - болотных почв бывших мелководий	Очень сильно - и сильносолончаково-солончаковато-глубокозасоленные	Песчаные, в западинах заиленные и с органогенными горизонтами	0,5-2(3)
25	Сочетание солончаков приморских гидроморфных и избыточно-гидроморфных (приозерно - раповых), местами запесоченных	Очень сильносолончаковые, очень сильно - и сильносолончаковато-глубокозасоленные	Песчано-супесчаные на слоистых отложениях, местами с наличием глин и суглинков (часто с органогенными горизонтами)	0,2-2
26	Сочетание солончаков приморских гидроморфных и избыточно-гидроморфных (приозерно-раповых) гипсоносных и равнинно - мелко бугристых песков	Очень сильносолончаково - солончаковато – глубокозасоленные	Пески с примесью кристаллического гипса	0,1-2
27	Комплекс солончаков приморских гидроморфных и избыточно-гидроморфных (в т.ч. маршевых)	Очень сильносолончаковые, очень сильно- и сильно солончаковатые, глубоко очень сильнозасоленные	Слоистый комплекс различных суглинков, супесей и песков	0,5-2
28	Комплекс солончаков приморских гидроморфных и избыточно-гидроморфных (в т.ч. маршевых)	Очень сильносолончаково – солончаковато - глубокозасоленные	Супесчано-песчаные	0,1-2
29	Сочетание солончаков приморских гидроморфных и избыточно-гидроморфных (приозерно-раповых) и равнинно - мелкобугристых песков	Очень сильносолончаковые и незасоленные, от очень сильно - до слабо – солончаковато - глубокозасоленных	Песчаные, в озеровидных западинах легкосуглинистые и супесчаные	0,3-3
30	Пески грядово-ячеистые и бугристые закрепленные и полужакрепленные с пустынными песчаными почвами на склонах	Незасоленные и слабосолончаково - солончаковатые, глубоко слабо-, средне – и сильнозасоленные	Песчаные	>5
31	Пески барханно-бугристо-равнинные незакрепленные и полужакрепленные, дефлируемые	Преимущественно незасоленные и слабосолончаково - солончаковатые, глубоко слабо- сильнозасоленные	Песчаные (рыхлые) с прослойками в нижней части профиля и подстиланием глин и суглинков	3-5 и >5

32	Пески среднебарханно - бугристые незакрепленные, дефлируемые	Среднесолончаковые, слабо - и среднесолончаковые, глубоко очень сильно- и сильнозасоленные	Песчаные (рыхлые) с прослойками супесей и суглинков в нижней части профиля	3-5 и >5
33	Пески мелкобарханно - бугристые слабозакрепленные и незакрепленные, дефлируемые, местами с запесчаненными солончаками в понижениях	Незасоленные, а также слабо - и среднесолончаковые, средне - и сильносолончаковые, глубоко сильно - и очень сильнозасоленные	Песчаные (рыхлые) местами с прослойками супесей	3-5
34	Пески равнинно-мелкобугристые незакрепленные, дефлируемые, с запесоченными солончаками в западинах	Преимущественно сильносолончаковые, сильно - и среднесолончаковые, глубоко сильнозасоленные	Песчаные (рыхлые), местами окоркованные, иногда с прослойками супесей	1-3
35	Пески равнинно-мелкобугристые незакрепленные, дефлируемые	Сильносолончаковые, сильно - и очень сильносолончаково - глубокозасоленные	Крупнозернистые скелетные пески, перекрытые наваянными песками	1-3
36	Солончаки русловые, дефлируемые	Очень сильносолончаковые, сильно - и очень сильносолончаково-глубокозасоленные	Пески рыхлые с прослойками в нижней части профиля и подстиланием глин и суглинков	0,3-2
37	Водная поверхность внутренних водоемов			

Периодически промывной режим сменяется на выпотной, а первоначально хлоридный тип засоления - на хлоридно-сульфатный и сульфатно-хлоридный, с плотным остатком в максимуме до 15 %. Процесс преобразования маршевых солончаков в приморские протекает приблизительно в течение трех-четырёх лет и связан с изменением характера распределения солей в почвенном профиле и накоплением их в первой метровой толще. Уровень грунтовых вод при этом снижается с 0,5 м до 1,5 м.

В дальнейшем почвообразовательный процесс дифференцируется в зависимости от литологического и морфологического строения бывшего подводного склона

Развитие почв во времени под влиянием изменяющихся гидрогеологических условий и аридного климата происходит поступательно от гидроморфных к автоморфным. При легком литологическом составе развитие почв заканчивается обычно образованием эолового эрозивно-аккумулятивного рельефа. При тяжелом механическом составе образуются более сформировавшиеся пустынные почвы солончакового типа, которые со временем могут трансформироваться в такырные почвы, в замкнутых котловинах и лагунах образуются обычно соровые солончаки.

В этих условиях эволюция почв во времени будет происходить, как и сейчас, по следующей схеме: избыточно гидроморфные почвы (марши) → умеренно гидроморфные солончаки → полугидроморфные солончаки → полуавтоморфные солончаки → автоморфные солончаки.

На последних стадиях развития почв солончаковые процессы, вызванные гидроморфными условиями, затухают, во много раз возрастает роль аридно-зонального фактора, под влиянием которого дальнейшее развитие почв идет типично по пустынному типу.

Автоморфные и полуавтоморфные почвы, особенно их корково-пухлые разновидности становятся источником пыли и соли.

В условия недостаточной обводненности происходит процесс деградации гидроморфных дельтовых почв, переход их в опустынивающиеся разности, происходит полная трансформация плавнево-болотных почв и преобладание обсыхающих вариантов лугово-болотных и аллювиально-луговых почв очень сильной степени засоления, увеличение площадей такыровидных почв, песков и солончаков.

До зарегулирования стока, в условиях периодического затопления гидроморфные почвы имели наименьшую степень засоления. С прекращением паводковых разливов и развитием процессов опустынивания, изменились условия водного и солевого режимов почв. Смена промывного типа водного режима на выпотной привела к значительному засолению всех гидроморфных почв. Интенсивность этого процесса определяется особенностями мезо- и макрорельефа и региональных экологических условий. В период зарегулирования стока практически все гидроморфные почвы характеризуются высокой степенью засоления. Особенно этот процесс характерен для начальных стадий опустынивания почв.

Сульфатный и хлоридно-сульфатный типы засоления сменились на сульфатно-хлоридный и хлоридный, а содержание солей в метровом слое болотных почв увеличилось от 0,23-0,45 до 0,31-1,25 %, луговых - с 0,23-0,53 до 0,57-0,82 %. Данная тенденция создает угрозу развития вторичного засоления гидроморфных почв.

Деградикация гидроморфных почв проявляется в снижении продуктивности кормовых угодий. Вся территория характеризуется сильной степенью опустынивания, охватывающей более 50% площади, потерей биологического разнообразия, практически необратимыми нарушениями морфологической структуры ландшафтов.

К сожалению, в настоящее время не изучается процесс глубокого генетического изменения и развития почв. Не проводятся микробиологические исследования, особенно важные для изучения первичного почвообразовательного процесса, которые бы позволили бы установить и особенность, и направленность его.

2.6. Гидрогеология Южного Приаралья

В геолого-структурном отношении территории исследований представляют собой часть Туранской плиты и приурочены к западной половине Сырдарьинского артезианского бассейна первого порядка, осложненному складчатыми деформациями. Вследствие этого, бассейн характеризуется сложным и разнотипным строением, различием в гидрогеологическом разрезе и химическом составе приуроченных к нему грунтовых и напорных вод (Пинхасов Б.И., 1984, 1997, 1999, 2000; Рубанов И.В. и др. 1987).

Район работ ограничен на западе чинком плато Устюрт, на юге дельтой р.Амударьи и орошаемой зоной, в условиях опустынивания и динамики развития, вредных экзогенно-геологических процессов в Южно-Приаральском регионе, имеет дальнейшее изучение подземных вод, приуроченных к верхнему гидрогеологическому этажу. Он залегает выше регионального сенон-палеогенового водоупора и характеризуется свободным водообменом с поверхностными и атмосферными водами, и особенностью распространения его водоносных горизонтов и комплексов являются прямые связи с природными факторами, интенсивно развитыми на территории исследования.

Исходя из условий залегания и питания, распространения и разгрузки, геолого-литологического состава водовмещающих пород «Гидроингео» выделил 2 водоносных горизонта.

Верхний водоносный комплекс представлен, в основном, серыми, красно-бурыми и красно-кирпичными супесями, песками, суглинками и глинами, переслаивающимися пачками и линзами русловых серых, слюдисто-глинистых и тонкозернистых песков мощностью 7,0-10,0 м. Мощность суглинков и глин достигает до 10-12,0 м. Перекрывающие их современные образования амударьинского комплекса мощностью до 12-15 м характеризуются серыми супесями, суглинками и песками.

Водоносный комплекс четвертичных современных аллювиально-озерных отложений залегает на глубине от 2,4-2,5 до 2,6-2,65 м, минерализация изменяется от 8,0-12 г/л до 35,8-38,5 г/л в дельтовой зоне, от 40-42 г/л до 63,0-71,5 г/л в обсохшей зоне моря.

В районе сочленения бывшей дельты р. Амударьи с Аральским морем (53,0 м. Абс.). Современные аллювиально-озерные образования амударьинского комплекса замещаются с современными аллювиально-морскими и подводно-дельтовыми отложениями Аральского комплекса. В отличие от них подстилающие водовмещающие толщи аллювиально-озерных образований прослеживаются дальше в море или на север от береговой линии 53,0 м. абсолютных отметок.

Эти отложения рассматриваемого водоносного комплекса имеет площадное распространение в пределах морских заливов, далее в море, в обсохшей и равнинной частях моря до береговых линий 39,0-38,0 м. (1989-90 гг.).

Верхняя часть этого комплекса, т.е. та часть, которая соответствует в целом аллювиально-морскому разрезу Аральского комплекса пород, сложена неравномерно переслаивающимися морскими супесями, илистыми песками и легкими или средними суглинками, серовато-коричневыми аллювиальными и подводно-дельтовыми супесями, суглинками и глинами с очень низкими фильтрационными параметрами, содержащими высокоминерализованные грунтовые воды.

Систематических наблюдений за уровнями и минерализацией грунтовых вод на дне Аральского моря не проводится. Последние наблюдения обобщены Гидроингео по данным 1993-96 годов. Они показывают, что понижающийся уровень моря влечет за собой снижение депрессионной кривой грунтовых вод, сохраняя их значения в пределах 5 м от поверхности. Более высокие уровни грунтовых вод приурочены к руслам прежних водотоков и местам нынешних попусков из озерного комплекса в сторону осушенного дна моря. Минерализация менее 10 г/л подземных вод имеет место лишь по трассам древних русел и потоков. На большей части осушенного дна моря минерализация превышает 30 г/л.

Резкое преобладание капиллярного подъема влаги обуславливает концентрацию ионов хлора и натрия в составе грунтовых вод, поэтому они имеют сульфатно-хлоридный тип с повышенным содержанием натрия. Химический состав грунтовых вод в целом идентичен составу морской воды, несмотря на большое содержание отдельных ионов.

Начавшаяся врезка в дно русла рек привела к отмиранию ранее действовавших проток и также к снижению уровня грунтовых вод (протоки Кипчакдарья, Талдык, Эркиндарья, а также нижние рукава Инженерузяк, Аккай). В последние годы Амударья протекает по спрямленному рукаву Урдабай. Влияние врезки прослеживается на длине 100 – 20 км от моря. По гидропосту Темирбай дно реки понизилось до 3,8 – 4,5 м. Теперь питание рукавов производится с помощью насосных станций. Одновременно с врезкой происходит повсеместное понижение уровня грунтовых вод, напора и дебита артезианских скважин в Приаралье. Уровень напорных вод по прогнозу, выполненному в 1990 г. уменьшится на 20 – 22 м в 60 – 100 км от берега моря (сейчас 4 – 20 м), а уровни грунтовых вод понизятся до 3-5 м. Подземный приток в бассейн моря составляет 0,2 км³, но из-за высокой концентрации выносятся 6,2 млн. т солей.

Мощность водовмещающей толщи в целом колеблется от 1,0-3,0 м до 3,0-7,0 м. Грунтовые воды в нем залегают на глубинах от 3,0-4,0 м до 4,0-6,0 м. Они высокоминерализованы с величиной сухого остатка от 17,0-34,0 г/л до 200 и более г/л. м. Коэффициент фильтрации изменяется от 0,3-0,6 м/сутки до 0,8-3,0 м/сутки.

Наименее минерализованные воды с минерализацией 17,0-34,0 г/л развиты в Судочье - Аджибайской, Муинакской и Рыбачинской частях обсохшего дна моря.

2.7. Облесение для борьбы с эрозией - история, современное состояние

Первые фундаментальные работы по изучению подвижных песков Средней Азии проведены выдающимся ученым В.А. Обручевым при оказании им помощи строителям закаспийской железной дороги в разработке методов борьбы с песчаными заносами. В течение 1886-1888 гг. было проведено экспедиционное обследование пустынь Средней Азии и разработаны первые рекомендации по методам закрепления подвижных песков вдоль железнодорожного полотна.

Дальнейшие работы по методам защиты железных дорог от песчаных заносов принадлежат видному ученому-лесоводу В.А. Палецкому. Развивая идеи В.А. Обручева за 40 лет исследований, он разработал и применил на практике ряд рекомендаций по методам защиты дорог от песчаных заносов. Под руководством В.А. Палецкого и его методике были закреплены все подвижные пески с обеих сторон закаспийской железной дороги (Палецкий В.А., 1956; Петров М.П., 1963).

Большой вклад в разработку приемов борьбы с подвижными песками на территории Узбекистана внес руководитель лесомелиоративных работ республики С.Г.Заозерский. По ходатайству В.А. Палецкого и С.Г.Заозерского в Узбекистане и Туркмении были созданы специальные научные и производственные организации: Амударьинская, Бухарская, Хорезмская, Чарджоуская и Сырдарьинская пескоукрепительные партии. В последующие годы большой вклад в развитие науки и практики лесомелиоративных работ в Средней Азии внесли М.П.Петров (1950), Кокшарова Н.Е. (1985); Коровин Е.П. (1961); Никитин П.Д. (1969); Новицкий З.Б. (1984, 1986).

В процессе исторического развития многими народами накоплен большой опыт по борьбе с подвижными песками. Пескоукрепительные работы на территории пустынь в государствах нынешнего СНГ насчитывают вековую историю. Первые сведения по борьбе с подвижными песками, появившиеся в официальных источниках, относятся к 80 м годам позапрошлого столетия. Накопленный отечественный опыт лесомелиоративных работ успешно используется в других странах мира, таких как, Иран, Афганистан, Индия, Африка и многих др. (Niknam, Ahraniani, 1977).

Лесные насаждения аридной зоны выполняют огромную противоэрозионную роль. Они защищают легкие пустынные почвы от ветровой эрозии, предохраняют народнохозяйственные объекты от песчаных заносов и дефляции, улучшают микроклимат, создают благоприятные условия для лучшего роста и развития трав и полукустарников, повышая тем самым продуктивность пустынных и полупустынных пастбищ.

В конце 40-х годов прошлого века перед лесоводами Средней Азии были поставлена задача создания топливных баз для удовлетворения нужд местного населения из пустынных пород на тыловых песках Гослесфонда. Для решения такой задачи в 1949 г. был составлен проект освоения Шафиркудукского массива песков площадью 47 тыс. га расположенного на территории Шафирканского лесхоза Бухарской области.

Значительную часть этого массива занимали барханы высотой 2,0-2,5 м. На юге барханы смыкались в барханные цепи высотой до 10-15 м и занимали 80-90 % выбранной территории. Эти пески сформировались на такыровидных почвах земель древнего орошения (Никитин, 1969).

Предстояло осваивать барханы и барханно-бугристые пески, занимавшие площадь около 20 тыс.га. Было принято решение закрепить массив путем посева семян саксаула черного в межбарханных понижениях. Первую попытку блокирования барханов

осуществили осенью 1954 г. Семена саксаула сеяли вручную по межбарханам понижениям без какой-либо обработки почвы и заделывали их в почву с помощью прогона овец вслед за посевами. Весной удалось получить дружные всходы на площади 5 тыс.га. В течение двух последующих лет засеяли саксаулом остальные межбарханные понижения песчаного массива. В первые два года жизни большое количество растений оказалось засыпано песком, но значительная часть их на площади 15 тыс.га сумели выстоять и сохраниться (Петров, 1950). В дальнейшем начали сеять с применением метода механической защиты закрепления песков.

Осенью вдоль механической защиты высевали смесь семян черкеза и джугуна, а ранней весной сажали черенки этих же пород. Через 2-3 года после закрепления песков по межбарханам понижениям подсеяли саксаул черный. Таким образом, была облесена южная часть Ширинкудукского массива. На площадях, занятых слабо заросшими мелкобугристыми песками, опесчаненными такырами, проводили свободный разбросной посев семян черного саксаула. В результате в течение пяти лет была облесена вся территория Ширинкудукского массива. Через 25-30 лет на ней сформировались высокоплотные, преимущественно черно-саксауловые насаждения с запасом древесины от 15 до 30 м³/га. СредазНИИЛХ совместно с Каракалпакскими специалистами на территории Нукуского и Муйнакского лесхозов с 1980 г. проводили опытные работы по борьбе с подвижными песками. Для того чтобы приостановить движение песков, в первую очередь производилось устройство стоячей, клеточной и устилочной механической защиты из камыша и высокостебельных трав с расходом от 150 до 500 м³/га со стороны наветренных склонов барханов. Облесение песков проводили по предварительно устроенной механической защите с последующей посадкой черенков или сеянцев кандыма и черкеза.

Первые удачные работы по лесомелиорации пустынных пастбищ в Средней Азии были проведены в 1948-1949 гг. на территории госплемзавода «Карнаб» в Узбекистане под руководством Г.А.Сергеевой. В последующие годы научные организации Центральной Азии разработали и внедрили узкополосный, широкополосный, кулисный и ряд других приемов лесомелиорации пустынных пастбищ (Г.А.Сергеева, 1954).

Узкополосный прием лесомелиорации пустынных пастбищ был разработан в КазНИИЛХ. В дальнейшем он был усовершенствован СредазНИИЛХ с прицелом на создание кормовых угодий из саксаула черного в типичных условиях песчаных пустынь с недоступными грунтовыми водами и среднегодовым количеством осадков в пределах 80-120 мм.

В 1985 году в Каракалпакстане был создан опорный пункт СредазНИИЛХ (Новицкий, 1984). Первоочередной задачей было разработать и внедрить методы фитомелиорации обсохшего дна Аральского моря. Цель - предотвращение отрицательных экологических последствий проблемы Арала и формирование пустынных искусственных пастбищ путем фитомелиорации (Кокшарова, 1985).

В ходе проведенных экспериментов удалось выяснить, что одним из путей снижения отрицательных последствий осушения моря является создание на освободившейся от воды части дна защитных насаждений из крупных кустарников. Они будут тормозить вынос песка, пыли и частично солей, а в дальнейшем смогут в определенной мере компенсировать потерю пастбищ в Приаралье.

В связи с сокращениями по государственному бюджету институтом УзНИИЛХ совместно с Каракалпакским опорным пунктом и со специалистами АН Каракалпакстана в небольших объемах продолжают эксперименты по лесомелиорации осушенного морского дна моря.

За последние 15-20 лет на основе разработанной рекомендации института СредазНИИЛХ (Новицкий, 1986), лесоводами Каракалпакстана проведены лесомелиоративные работы на осушенной части Аральского моря. По данным Управления лесного хозяйства республики порядка 225478 гектаров. Кроме лесоводов Каракалпакстана принимают активное участие по проведению лесомелиоративных мероприятий и международные организации: МФСА - около 10 тыс. га и ГТЦ - около 30 тыс. га.

3. Данные и методы

3.1. Полевые исследования

3.1.1. Цели и состав

На основе требований, установленных GTZ, были определены задачи для первого этапа исследований. Первая задача включала сбор наземных данных для классификации спутниковых снимков путем проведения полевых исследований на осушенном дне моря. Располагая этими данными, следовало оценить потенциал использования спутниковых изображений для мониторинга ландшафта на данной территории. Кроме того, результаты дистанционного зондирования должны были быть сопоставлены с ранее проведенными на осушенном дне оценками, включая ландшафт, гидрогеологию, почвы и растительный покров.

Таким образом, были организованы две экспедиции со следующим составом: руководитель-эколог, почвовед, геоботаник и гидрогеолог, а также рабочие, техники и проводники.

Периодичность экспедиций была установлена заказчиком GTZ. Поэтому, начальные работы были проведены осенью 2005 года в юго-восточной части осушенного дна в районе бывшего Акпеткинского архипелага и вдоль берега до границы с Казахстаном. Вторая экспедиция (весной 2006 г.) завершила сбор наземных данных в центральной части южного осушенного дна моря.

Осенью 2006г. и весной 2007г. были проведены три дополнительные экспедиции с геоботаническим уклоном для уточнения степени приживаемости посадок: третья экспедиция - в районе Муйнака с площадью обследования 30,4 тыс.га; четвертая экспедиция - в районе Джилтырбарса на площади 58 тыс.га (рис. 13); и пятая экспедиция - в западной части осушенного дна моря в районе озера Судочье, к северу от Тигрового хвоста и вдоль чинка Устюрт.

Одновременно, проект GTZ проводил детальные оценки воздействия мероприятий по искусственному облесению на скорость ветра и эоловую эрозию. Эти эксперименты были организованы на протяжении всего сезона 2006 года. Измерения скорости и направления ветра с высоким разрешением проводились на 5 метеостанциях в районе Джилтырбарса. Они дополнялись ежемесячными оценками переноса песка в 23 точках на этой же территории.

С целью заключения будущего контракта, основные участники проекта изучили возможность привлечения местного персонала, наличие почвенных (Институт почвоведения) и гидрогеологических (Гидроингео) отчетов и карт в организациях-партнерах. Материалы обсуждались с заказчиками из проекта GTZ и Министерством сельского и водного хозяйства (Новицкий З.В., Обидов К., Ганиев М.).

После подготовки вышеперечисленных материалов и их анализа НИЦ МКВК приступил к организации и подготовке полевых исследований.

3.1.2. Методы полевых исследований

Основными методами изучения поверхности осушенной части Аральского моря явились полевые маршрутные (пешеходные, автомобильные и визуальные) и

полустационарные исследования на ключевых полигонах, сопровождающиеся крупномасштабным профилированием и схематическими описаниями.

Участки для детального полевого исследования были определены при участии эколога, почвоведа, геоботаника, гидрогеолога и специалиста по ГИС технологии по результатам проведения не контролируемой и контролируемой классификации различного периода спутниковых снимков IRS, представленных GTZ.

Задачи полевых исследований 1 и 2-ой экспедиции:

1. Описание экологического состояния территории обсохшего дна Аральского моря на момент исследования: рельеф местности, основные типы ландшафтов (с определением координат по GPS).
2. Описание растительных ассоциаций обсохшего дна Аральского моря на момент обследования территории.
3. Комплексная оценка современного состояния почвенного покрова обсохшего дна Аральского моря.
4. Оценка современного гидрогеологического состояния на исследуемой территории: измерение уровня грунтовых вод и определение их качества.

Задачи 3, 4, 5-ой экспедиций - обследование участков для проведения фитомелиоративных работ (проведение облесения): посадки, посевы саксаула и других растительных сообществ в районе Муйнака и Джилтырбаса на обсохшем дне Аральского моря. Обследование состояло из оценки экологических, почвенных условий изучаемой территории и состояния посадок и посевов древесно-кустарниковых растений.

3.1.2.1. Методика почвенных исследований

Почвенные исследования состоят из:

1. полевого изучения почвенного покрытия по маршрутам пяти экспедиций
2. лабораторных анализов отобранных образцов
3. анализа полученных данных, составления почвенных карт.

Полевое исследование включает в себя описание местности, выбор ключевых участков, закладку почвенных разрезов, морфологическое описание профиля почвы по генетическим горизонтам, отбор почвенных образцов. Описание почвы выполнено по стандартному образцу. Почвенные образцы передавались в лабораторию САНИИРИ для определения химического и физического состояния почв, содержания солей по полному составу водной вытяжки, ее анионному и катионному составу, содержания органического вещества, содержания гипса и карбонатов, механического (гранулометрического) состава почв. Почвенные исследования проведены во время пяти экспедиций.

Почвенное исследование преследовало несколько целей:

1. Изучить почвенный покров обсохшего дна моря, построить почвенную карту по состоянию на 2006 год.
2. Проанализировать почвенный покров в связи с анализом вегетативного покрытия, выделить зоны возможных посадок растительности.

Каждый ключевой участок имеет географические координаты, информация по нему включена в сводную таблицу полевых наблюдений.

Всего было заложено за период экспедиций 133 почвенных разрезов и прикопок. Так как при проведении экспедиций нумерация разрезов начиналась всегда с единицы, с целью исключения повторов номеров, при описании дается трехзначный номер, перед номером почвенного разреза добавлен порядковый номер экспедиции.

3.1.2.2. Методика изучения растительного покрова

Характеристика естественного растительного покрова на фоне происходящих изменений, дается в геоботаническом описании территории с учётом особенностей растительности и почвенно-грунтовых условий, определяющих площади, подверженных засолению и опустыниванию и прогнозирование их очагов.

Описание растительного покрова начинается с предварительного осмотра исследуемого района для общей ориентировки на местности, а также установления экологических связей растительных сообществ с местными условиями: рельефом, почвами, особенностями увлажнения, засоления почв и т.д. После тщательного осмотра выбирается наиболее типичный участок фитоценоза с определенной представительностью, однородным флористическим составом и условиями места обитания.

Значительное место отводится фитомелиоративному обследованию суши и, в частности, созданных на ней посадок и посевов саксаула, а также кустарников и полукустарников для создания пастбищ. На основе маршрутов объезда и осмотра местности, состояния саксаула и других видов растительности выбираются несколько участков для геоботанического описания почвенных разрезов. Геоботаническое описание делается одновременно на трёх участках в трёх повторностях: а) самая хорошая приживаемость ; б) средняя приживаемость ; в) плохая приживаемость. (Форма 1)

Форма №1

**Научно-информационный центр Межгосударственной координационной
вдохозяйственной комиссии (НИЦ МКВК)**

“ 27 ” октябрь 2006 г.

Бланки для описания растительности

1. Исследователь Сапарниязов Ж., Косназаров К. А.
 2. № 1 участка (координаты _____).
 3. Размер участка 100x100
 4. Растительная группировка - **Черкезово-разнотравные ассоциации**
-
5. Географический пункт - на расстоянии 3,5 км от **Буровой вышки к северо-востоку на осушенном дне моря** _____
 6. Топография описываемой местности **неравномерные бугристые** песчаные барханы, высота барханов до 2-3 м _____
 7. Экспозиция и склон _____
 8. Глубина водоемов и прозрачность воды _____
 9. Краткая характеристика почвы (мощность горизонтов, цвет, влажность, мехсостав, структура, корневая система растений, деятельность животных, новообразования, включения, характер перехода в следующий горизонт).
 10. Ландшафтные растения:
 - I. Ярус - **разнотравье**
 - II. Ярус - **черкез высотой до 1,5 м., возраст 3-4 года** _____
 11. Выражение ландшафта в данной местности (однородная комплексная площадь) **разнотравье на солончаковой поверхности**
 12. Аспект - **буровато-угнетенное состояние**
 13. Общая степень покрытия почвы в % 60-65
 14. Участие каждого ландшафтного растения в покрытии почвы - **разнотравье покрывает почву на 50 % с редким 10 -15 % покрытием черкезом**
 15. Список растений

Название растений или № листов гербарий	Высота в м.	Обилие по Друде	Распределение	Жизненное состояние	Фаза фенологическая
Черкез	1,5	Sol	Неравномерное.	Нормально	Начало плодоношения
Джузгун	2,0	Sol	То же	Нормально	Вегетация
Колючий канбак	0,3	Сор ₁	Равномерное	Нормально	Вегетация
Лебеда	0,45	Sp ²	То же	Угнетенное	
Солянка	0,25	Sp ¹	То же	Нормальное	Вегетация
Рыбий глаз	0,3	Sp	Неравномерное	Нормальное	Вегетация

3.1.2.3. Методика гидрогеологических исследований

Виды, объемы, последовательность и методика проведения входящих в состав гидрогеологической съемки исследований должны обосновываться и выполняться с учетом геолого-гидрогеологических условий изучаемого района и успешного решения основных и дополнительно поставленных перед съемкой задач (Климентов П.П. и др. «Методика гидрогеологических исследований», Высшая школа, Москва 1978, 408 с). Они включают сбор ранее приводимых геологических, геоморфологических, гидрологических, гидрогеологических, наблюдений. Различного рода наземные визуальные наблюдения проводятся в процессе маршрутных исследований картируемой территории, являющихся одним из основных неотъемлемых видов работ при гидрогеологической съемке.

Получаемый в результате маршрутных исследований материал является важным для изучения и оценки верхних водоносных горизонтов (вскрываемых эрозионной сетью, шахтными колодцами и неглубокими скважинами) и составления соответствующей гидрогеологической карты. По принятому маршруту на отдельных участках проводили бурение шурфов для определения уровня и минерализации грунтовых вод.

3.1.2.4. Методика ландшафтного исследования

Основные природные ландшафтообразующие факторы подразделяются на зональные (климат, воды, почвы, растительность, животный мир) и азональные (геологическое строение и рельеф) (В.М.Чупахин, М.В.Андрюшин, 1989). Все они - основные части ландшафта, принимающие участие в формировании его общего характера как природно-территориального комплекса (ПТК). Внутреннюю структуру и развитие ландшафта в основном определяют рельефообразующие (геоморфологические), климатические, почвенные и другие процессы.

Самой простой, низшей морфологической единицей ландшафта, на пространстве которой характер взаимосвязи между природными компонентами остается неизменным, является фация. Это часть природного комплекса (ПК), на протяжении которого сохраняются одинаковая литология поверхностных пород, характер рельефа и увлажнения, микроклимат, почвенные разности и биоценоз. Фация занимает обычно микроформу рельефа или ее часть, сохраняя свое основное качество - комплексность.

Поскольку фаций на земной поверхности наблюдается чрезвычайное множество, то изучать каждую в отдельности практически невозможно. Поэтому принято изучать их всесторонне на типичных участках ландшафта. Это позволяет обоснованно их объединять по сходству происхождения и биоценозу в группы или типы, т.е. классифицировать.

Сочетания двух или нескольких фаций образуют более сложные ПК - урочища, формирующиеся в пределах одной мезоформы рельефа. Фации и урочища всесторонне характеризуют природные свойства конкретного участка земли.

Различные классификационные сочетания морфологических частей ландшафта образуют средние и высшие типологические комплексы наземного варианта ландшафтной сферы Земли: вид, подтип, тип, подкласс и класс.

Наши полевые методы исследований ландшафтных наблюдений исходили из следующих соображений:

- описание рельефа местности;
- климатические условия местности;
- почвенный покров местности;
- растительный покров местности;
- геологическое строение местности;
- животный мир;
- водная поверхность местности.

На основании вышеприведенных данных нами были выполнены описания геоморфологических условий и растительности, т.е. ландшафтное описание юго-восточной части обсохшего дна Аральского моря.

3.1.2.5 Измерение ветра и эрозии

Другим компонентом данного исследования была оценка ветровых условий (скорости и направления) и количественный анализ процессов эрозии почв, происходящих на осушенном дне моря.

В связи с этим, на территории проекта GTZ была установлена система метеорологических станций, оборудованных регистрирующими устройствами вместе с набором пробоотборников типа BNSE.

На рис. 11 показано территориальное распределение точек замеров. Всего 5 метеостанций было установлено на различных типах земельного покрова, которые были оборудованы анемометрами (Thies Clima Windgeschwindigkeitsmesser Compact) на трех высотах измерения (0,5м, 2м и 10м) и одним флюгером (Vector Instruments W200P).

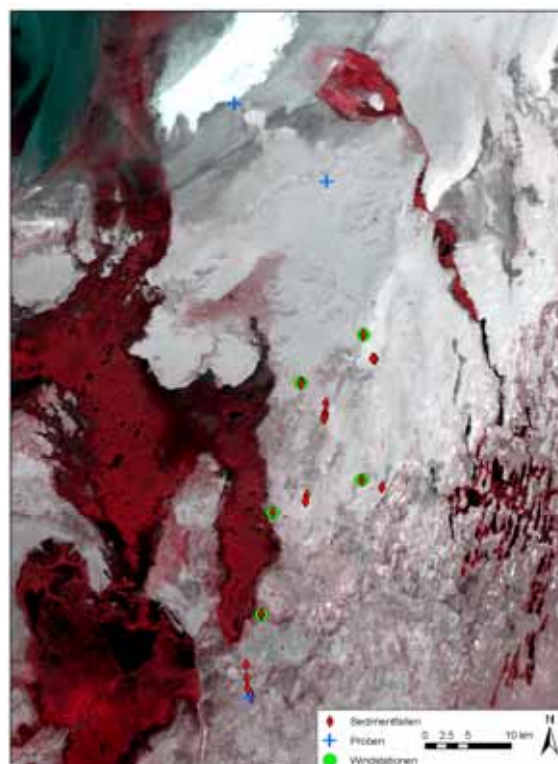


Рис. 11 Расположение метеостанций и батометров для отбора проб наносов

Станции были оборудованы региструющими устройствами типа Delta-T GP1, которые были запрограммированы на регистрацию измерений с интервалом в 10 секунд. Источником питания были 12В свинцово-кислотные батареи, которые обеспечивали 6-ти недельный измерительный цикл пока не потребуется считывание данных и замена батареи. Для обеспечения буфера безопасности, фактический интервал считывания данных составлял 4 недели.

23 сальтирующих пробоотборника было разработано по типу BSNE (Big Spring Number Eight) как описано в FRYREAR (1986), ZOBECK et al. (2003) and ZOBECK&VAN PELT (2006) (Рис.12). Эти пробоотборники были установлены на мачтах в блоках на высоте 0,1, 0,4, 0,65 и 1,5м. Их расположение на территории проекта было выбрано с учетом охвата всех типов поверхности и растительного покрова.



Рис. 12 Станции измерения ветра и эрозии

Пробоотборники опорожнялись на месячной основе и собранные наносы описывались по весу (количество) и, по возможности, текстуре (если было собрано достаточное количество наносов).

Помимо снятия характеристик переноса материалов на различных типах поверхности, одной из главных задач данного исследования была оценка влияния мероприятий по искусственному облесению на эрозию почв. Поэтому около 23 пробоотборников было установлено в северо-южных трансектах, охватывающих отдельные плантации *Haloxylon aphyllum* или *Aristida karelinii*). Сопоставление количества захваченных наносов позволило оценить влияние посадок на перенос материалов.

Аналогичная стратегия была выбрана для оценки влияния посадок *Haloxylon aphyllum* на скорость ветра. Поэтому, измерения для одного месяца (июль 2006) на свободной от растительности поверхности сравнивались с измерениями со станции, расположенной на территории 5-ти летних лесопосадок.

Результаты представлены в главе 4.1.5.

3.1.3. ГИС и дистанционные измерения как основа подготовки полевых исследований.

При исследовании территории обсохшего дна Аральского моря использовались два типа спутниковых снимков - IRS LISS, сентябрь 2005 и Landsat, август 2006, снимки были приобретены GTZ. Пространственное (геометрическое) разрешение данных, которое характеризуется минимальным размером объектов, различимых на снимках, для IRS составляет 23,5 м, а для спутника Landsat- соответственно 28 м. Для работы с космическими снимками в НИЦ МКВК используется программный продукт «ERDAS 8.4». (ERDAS Imagine занимает в области систем обработки спутниковых снимков примерно такое же ведущее положение, что и Arc/Info в области ГИС.).

Поскольку все снимки имели уровень обработки 1G, они уже были переведены в проекцию UTM на эллипсоиде WGS84 по данным орбитальной привязки. Остаточная погрешность привязки для снимков Landsat уровня 1G представляет собой систематический сдвиг не более 90 м по каждой из осей координат. Геометрическая коррекция снимков свелась к полевому определению координат проверочных точек (перекрестков дорог, мостов и т.п.) с помощью навигационных приемников GPS. Кроме того, основным исходным материалом для дешифрирования снимков послужили данные полевых исследований, а также картографический материал.

Для задач экологического мониторинга в НИЦ МКВК применили следующие основные этапы исходных дистанционных исследований, изложенные у Востоковой Е.А., Сущеня В.А., Шевченко Л.А. («Экологическое картирование на основе космической информации», М. Недра, 1988 г.).

Предполевая подготовка:

- Подбор исходной картографической информации для изучения территории
- Предварительная обработка спутниковых снимков
- Выбор участков для контроля и детального изучения
- Определение маршрутов для полевых исследований

Предполевая подготовка. На первом этапе работ в 2005 в НИЦ МКВК совместно со специалистами GTZ были определены основные маршруты полевых исследований по всей территории, то есть определена общая схема для полевых исследований на территории обсохшего дна Аральского моря. При определении маршрутов полевых экспедиций использовался накопленный в НИЦ МКВК картографический материал.

Главной целью полевых исследований был сбор данных подспутниковых наблюдений для классификации снимков. Кроме того, была собрана информация по текстуре почвы и уровням грунтовых вод в районах с высоким и низким проективным покрытием. Это было необходимо для оценки изменений почвенного покрова и определения участков для будущих фитомелиоративных мероприятий.

На рисунке 13 представлено сопоставление маршрута, разработанного в ГИС, и фактических полевых маршрутов. Изменения были необходимы в связи с труднодоступностью территории. Поскольку практически вся территория была охвачена полевыми исследованиями, это позволило достаточно точно определить эталонные участки на снимках.

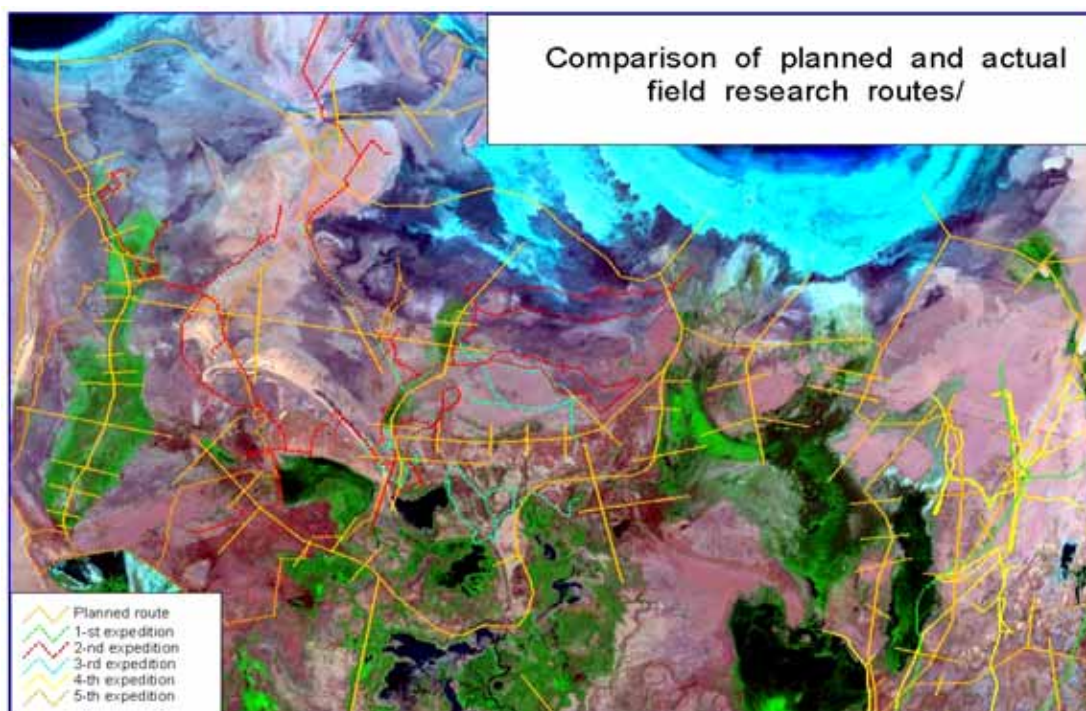


Рис. 13 Сопоставление планируемого и фактических маршрутов полевых исследований

Предьдущие исследования территории Южного Приаралья с помощью ДЗ и ГИС. Дистанционное зондирование (ДЗ) можно представить как процесс, посредством которого собирается информация об объекте, территории или явлении без непосредственного контакта с ним, особенно, это актуально для труднодоступных территорий. Идентификация и последующая классификация данных дистанционного зондирования земли практически невозможна без полевых исследований. Исключения составляют достаточно хорошо изученные территории, по которым накоплено большое количество картографических и полевых данных, например, при оценке изменения площадей вэтуландов в Приаралье.

Использование данных дистанционного зондирования земли для задач экологического мониторинга обусловлено тем, что космические снимки обладают некоторыми преимуществами по сравнению с топографическими материалами. С точки зрения получения информации о состоянии земной поверхности это - равномерная генерализованность изображения, комплексное отображение всех компонентов геосферы, регулярная повторяемость через определенные интервалы времени, то есть возможность регулярного обновления данных. В НИЦ МКВК данные дистанционного зондирования использовались для целого ряда задач:

- целевого ландшафтного картирования;
- оценки изменения площадей водно-болотных угодий (вэтуландов);
- оценки динамики изменения открытой водной поверхности;
- выделения территорий подверженных эрозионной опасности и др.

В НИЦ МКВК более десяти лет ведутся исследования территории дельты реки Амударья и обсохшего дна Аральского моря, а с 2005 года совместно с GTZ ведется систематический мониторинг обсохшего дна Аральского моря. Процесс опустынивания на территории дельты рек Амударья и Сырдарья начался в шестидесятых годах прошлого столетия, в связи с чем, возникла необходимость мониторинга для оценки возможности снижения негативных последствий экологического кризиса, вызванного снижением уровня Аральского моря. Исследования данной территории показали, что возможность снижения негативных последствий существует, например, путем создания искусственных водоемов на территории обнажившегося дна, кроме того, необходимо выявление площадей для проведения фитомелиоративных работ (облесение).

3.1.4. Маршруты экспедиций

Экспедиции были проведены в период осень 2005-весна 2007 гг. Общая протяженность пути составила более 7 тыс. км., выбрано и описано 430 тестовых репрезентативных участков, заложено 133 почвенных разрезов. Экспедициями охвачена часть обсохшего дна Аральского моря, находящаяся на территории Узбекистана.

Маршруты экспедиции обозначены створами или отдельными отрезками общего пути, для описания характерных образцов. Так как две экспедиции сфокусированы на описании вегетативного покрытия, дополнительно к створам проведено площадное описание массивов. Ниже приводится краткая характеристика маршрутов.



Рис. 14 Маршрут экспедиции (1-я экспедиция)

Первая экспедиция

Первый створ - со стороны Тахтакупырского района через Бельтау в сторону Акпеткинского Архипелага до границы с Казахстаном. с максимальным приближением к урезу воды Аральского моря (ост 1- ост 22).

Второй створ - со стороны озера Каратерен вдоль правого берега Кокдарьи с максимальным приближением к урезу воды Аральского моря (ост 22- ост 26)

Третий маршрут - со стороны Караузекского района между заливом Жылтырбаса и руслом Кокдарьи., через объекты. GTZ. с максимальным приближением к урезу воды Аральского моря (ост 26- ост 44)

Обследование должно было покрыть полигоны в юго-восточной части обсохшего дна. Аральского моря, выделенные при обработки космических снимков. Экспедиция проведена в период октябрь- ноябрь 2005 года.

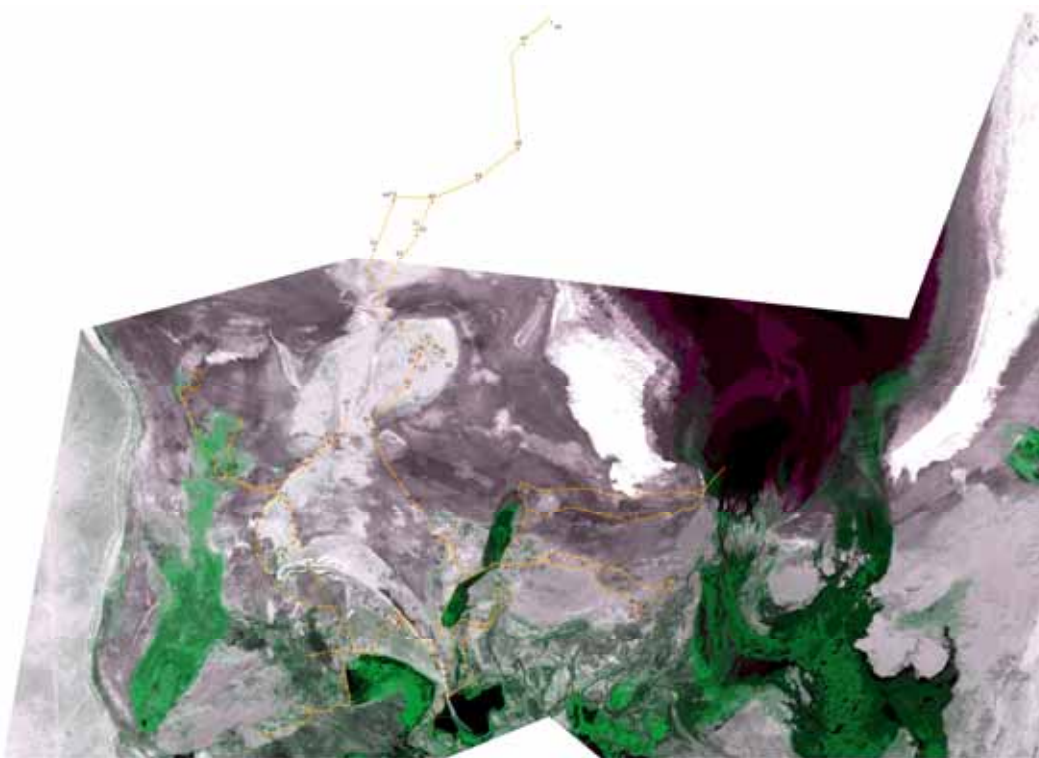


Рис. 15 Маршрут второй экспедиции

Вторая экспедиция

Маршрут весенней полевой экспедиции на территории Юго-западной части осушенного дна Аральского моря. Срок проведения полевых исследований с 14 мая по 4 июля.

Полевые исследования территории проводились по заранее намеченному и утвержденному маршруту (рис.15).

Первый маршрут - от г. Муйнак через газоконденсатную станцию до Уч-сая. (ост.1 -25)

Второй маршрут - от Уч-сая до остр. Лазарево буровой вышки Кабанбай-2 и от буровой вышки Кабанбай (1- до ост 43).

Третий маршрут - от остр. Лазарево до буровой Бакыт (ост 44-ост 52)

Четвертый маршрут - от буровой Бакыт до водотока (ост 53 - ост 59)

Пятый маршрут - от водотока на восток ,круговой маршрут в сторону дельты (ост 59-ост 70)

Шестой маршрут - от водотока на север и северо-восток до дельты Амударьи (ост 70-ост82)

Седьмой маршрут - от Рыбачьего через Тигровый хвост, Муйнакскую дамбу до залива Аджибай (ост 83- ост 104)

Восьмой маршрут маршрут - от от г. Муйнак до последнего кладбища кораблей (ост 105- ост 126)

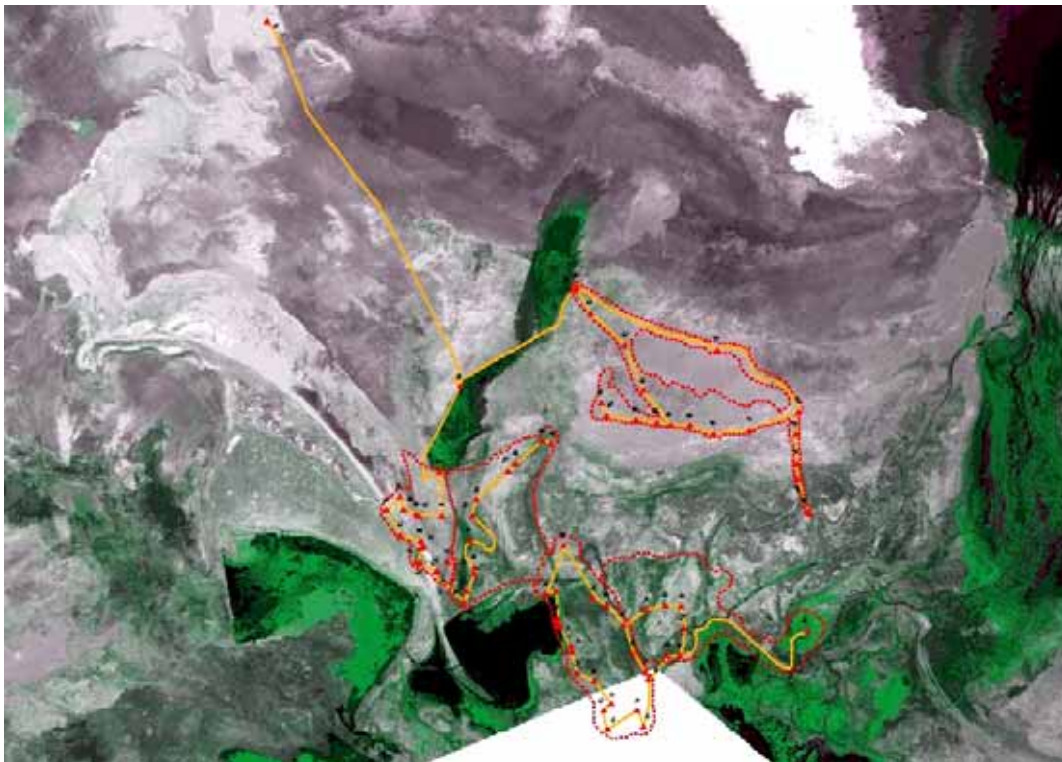


Рис. 16 Маршрут третьей экспедиции

Третья экспедиция

Так как обследованная территория большая по площади и достаточно неоднородная, ее описание удобно провести отдельными массивами, приуроченными к маршрутам.

Обследуемая территория условно разделена на 6 массивов:

- 1 массив- территория между Рыбацким заливом и каналом Инженерузяк (ост 1-ост22)
- 2 массив- территория между каналом Инженерузяк и основным руслом Амударьи (ост 23-ост31)
- 3 массив- территория между каналом Инженерузяк и Моторной тропой (ост 32-ост40)
- 4 массив- территория Аральского взморья (ост 41-ост56)
- 5 массив- территория посадок в районе буровой Бахыт (ост 57-ост61)
- 6 массив- территория между водотоком и дельтой (северная часть обследуемой территории).(ост 62-ост 78)

Экспедиция проведена в период сентябрь-октябрь 2006 год

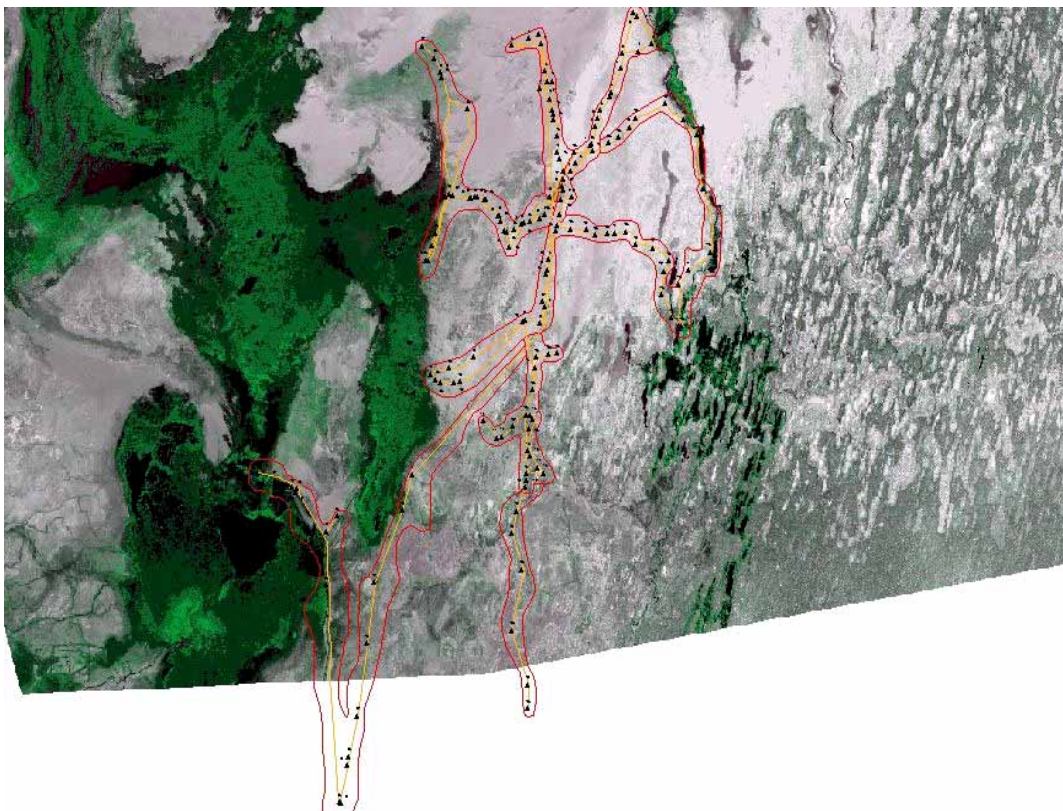


Рис. 17 Маршрут 4-ой экспедиции

Четвертая экспедиция

Так как обследованная территория большая по площади и достаточно неоднородная, ее описание удобно провести отдельными массивами, приуроченными к маршрутам.

Массив 1. (ост. 4 - ост. 18) от скважины №2 (нового лагеря GTZ до уреза воды).

Массив 2. Северо-восточном направлении от нового лагеря GTZ в сторону Кокдарьи (от 40 до 50 точки)

Массив 3.(ост.20-38) (ост. 55-68) от нового лагеря в юго-западном направлении до залива Джилтырбас.

Массив 4. (ост.103-111) от нового лагеря GTZ до Кокдарьи

Массив 5. (118 -130 точки) от лагеря Рыбаков (Кокдарья) до участка Тахтакупырского лесхоза.

Массив 6. От скважины нового лагеря до старого лагеря GTZ (ост.69-84, 130-131).

Массив 7. От участка Тахтакупырского лесхоза (ост. 130 до 158 в сторону культурной зоны Караузьякского района) совхоза Караузьяк.

Массив 8. от участка Чимбайского лесхоза до моста Арал на КС-3 и от моста до Казахдарьинского участка лесхоза.

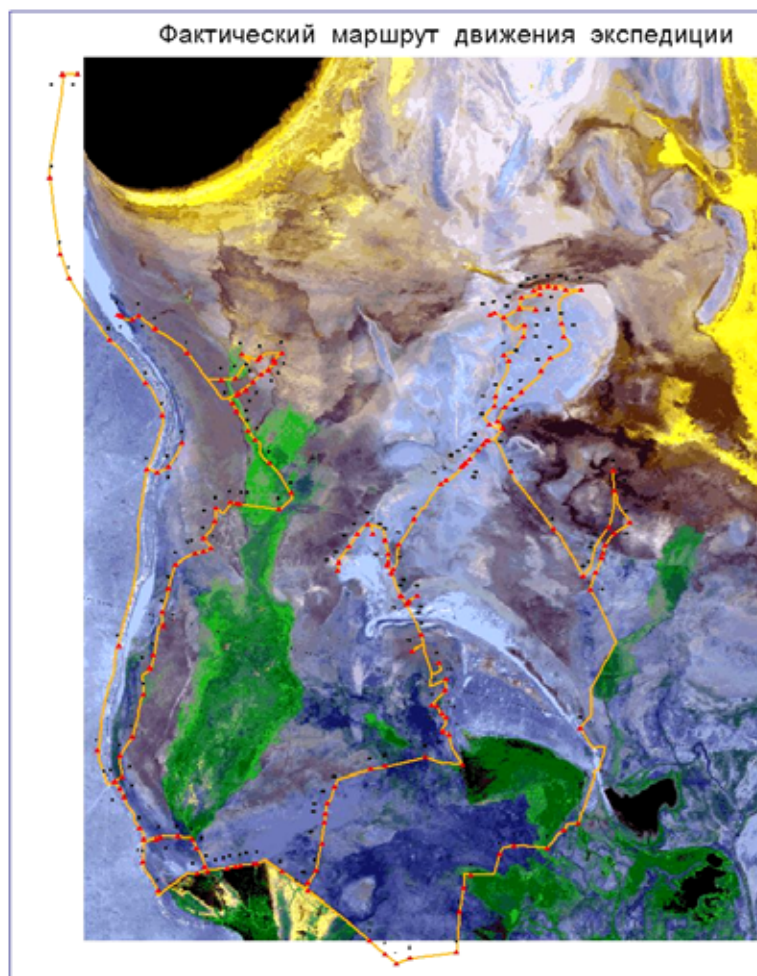


Рис. 18 Маршрут 5-ой экспедиции

Пятая экспедиция

Маршрут весенней полевой экспедиции (5-я) на территории Юго-западной части осушенного дна Аральского моря. Срок проведения полевых исследований с 4 мая по 25 июля 2007 года. Полевые исследования территории проводились по заранее намеченному и утвержденному маршруту, с учетом условий местности.

Первый маршрут - от г. Муйнак вдоль чинка Устюрта до Западного моря. (ост.1-29)

Второй маршрут - от чинка Устюрта до буровой вышки Кабанбай-2 и от буровой вышки Кабанбай 1- до ост 49.

Третий маршрут - от буровой вышки Кабанбай 1 до озера Судочье (ост 50-ост 100)

Четвертый маршрут - от озера Судочье до Муйнакского залива (ост 101 - ост 118)

Пятый маршрут - от Муйнакского залива через скважину Сауле до буровой Бакыт (ост 119-ост 132)

Шестой маршрут - от буровой Бакыт до острова Лазарево (ост 132- ост152)

Седьмой маршрут - от острова Лазарево до г. Муйнак через Тигровый хвост, озеро Сургуль (ост 153- ост 194)

3.2. Подготовка карты почвенно-растительного покрова на основе дистанционного зондирования

3.2.1. Предварительная обработка спутниковых данных

Наборы данных дистанционного зондирования, использованные в данном исследовании, описаны в таблице 1.

Таблица 5 Характеристики спутниковых изображений, использованных в данном исследовании

Спутник	Датчик	Дата получения	Простанств. разрешение	Спектральные свойства	Уровень обработки
IRS-1D	LISS-III	23.09.2005	23,5м	4 спектра	
Landsat-5	TM		30м	7 спектров	1G
SPOT-5	PAN	21.07.2005	2,5м	1 спектр	2A
SPOT-5	XS	21.07.2005	10м	4 спектра	2A
SPOT-5	PAN	05.08.2006	2,5м	1 спектр	1A
SPOT-5	XS	05.08.2006	10м	4 спектра	1A

Эти наборы данных использовались для разных приложений в исследовании. Данные IRS преимущественно использовались для подготовки и планирования первых двух полевых экспедиций осенью 2005 года и весной 2006 года. Из-за проблем с датчиком LISS-III на борту спутника IRS-1D, имелись данные только красного спектра и ближней ИК-области спектра. Зеленый спектр и дальняя ИК-область спектра отсутствовали в наборе данных, что существенно ограничивало качество данных и тем самым ценность данных для надежной классификации почвенно-растительного покрова. Вот почему данные IRS не использовались в дальнейшем для составления карты почвенного покрова, а использовались данные Landsat-5 TM как только они были получены летом/осенью 2006 года. Этот набор данных оказался очень подходящим для составления точной карты осушенного дна Аральского моря за счет повышенного спектрального разрешения по сравнению с IRS.

Данные SPOT-5 с очень высоким разрешением использовались для составления детальной карты районов облесения в восточной части обследуемой территории. Задача заключалась в оценке успеха роста и некоторых других характеристик больших плантаций черного саксаула *Haloxylon aphyllum*.

Из-за различий в уровне предварительной обработки наборов данных необходимо было выполнять разные шаги в обработке данных. Данные LISS-III и TM предоставлялись уже в формате уровня обработки 1G, это означает, что поставщиком уже были внесены радиометрические и геометрические поправки. Поэтому только последующая предварительная обработка соединяла отдельные кадры в единый набор данных, охватывая всю область обследования. Эта работа была выполнена фирмой TERRA (Алматы).

Наборы данных SPOT-5 прошли разные этапы предварительной обработки. Наборы данных за 2005 год уже были в наличии в GTZ. Уровень начальной предварительной обработки составлял 2A, что подразумевает радиометрическую и базовую геометрическую коррекцию. Чтобы повысить точность в пространстве, данные были геометрически откорректированы с помощью замеренных системой GPS координат проверочных точек, а для генерирования мультиспектрального изображения с высоким

пространственным разрешением на основе входных снимков PAN и XS применялась процедура повышения резкости изображения. Кроме того, наборы данных прошли атмосферную коррекцию (Навратил, 2007).

Данные SPOT-5 2006 года были отправлены в разном формате предварительной обработки, на уровне 1A. Это означает, что поставщиком была проведена только радиометрическая калибровка. С помощью цифровой модели рельефа DEM данные были ортогонально исправлены. Эта задача была выполнена Германским аэрокосмическим центром (DLR) с помощью специальной программы коррективки (xDibias). Помимо этого, были применены атмосферная коррективка и была повышена резкость данных для согласования с данными SPOT за 2005 год.

3.2.2 Техника неконтролируемой классификации

Земная поверхность представляет собой совокупность элементов, поглощающих и отражающих электромагнитную энергию солнца в различной степени, т.е. каждый тип почвенно-растительного покрова имеет уникальную отражающую способность. Спектральная характеристика представляет собой степень отражения электромагнитной энергии поверхностью в различных спектральных диапазонах. Оптические свойства элементов пустынных и полупустынных ландшафтов определяются совместным влиянием почв и растительности. Из-за разреженности растительного покрова в этих зонах, зачастую сложно получить чистые сигналы растительности или чистые сигналы почвы. На обнаружении и отделении спектральных откликов различных типов почвенно-растительного покрова основываются методы классификации снимков. Они могут быть приблизительно поделены на неконтролируемую и контролируемую классификацию.

Неконтролируемая классификация реализована с применением алгоритма ISODATA для анализа спутниковых снимков и подготовки полевых исследований. Алгоритм ISODATA является инструментом статистической классификации изображения на предварительно определенное число классов на основе спектральных характеристик входных полос. (ERDAS IMAGINE 8.4. Tour GUIDES Inc., 1999). Целью данной предварительной классификации было определение границ спектрально однородных зон, представляющих однородные ландшафтные типы в реальности.

Для классификации снимков IRS было протестировано различное число выходных классов. Полученные результаты согласовывались с участниками полевых экспедиций – почвоведом и экологом, чтобы определить оптимальное число классов. Количество классов колебалось от 12 до 200.

Для подготовки карт маршрута весенней (2005) и осенней (2006) полевой экспедиции специалистом почвоведом было определено количество классов равное 200 как наиболее подходящее (рис 19). Большое количество классов должно было обеспечить точное определение границ однородных условий местности.

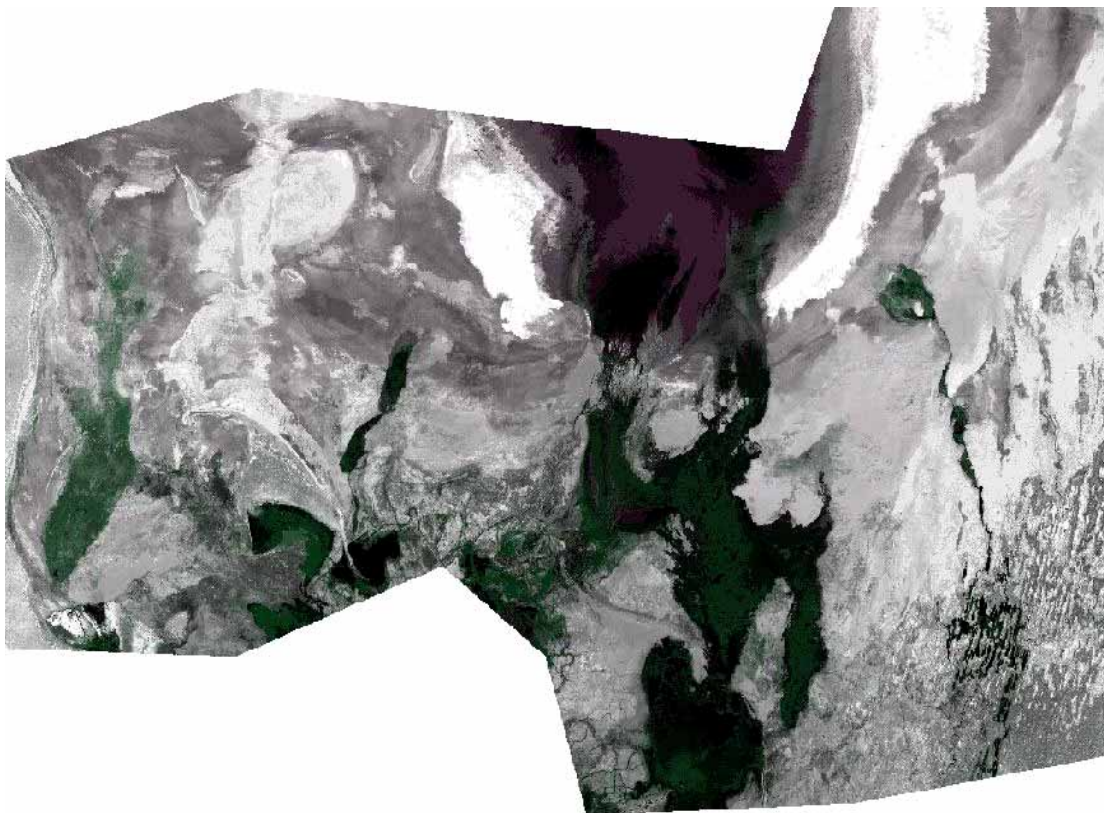


Рис. 19 Результаты неконтролируемой классификации (200 классов, подготовлено для проведения полевой экспедиции)

Для подготовки карты второй экспедиции использовались также и результаты контролируемой классификации 40 классов (метод классификации по минимальному расстоянию) (Рис. 20). Эта карта использовалась для детального описания растительных сообществ на обследуемой территории. В качестве исходной информации для проведения контролируемой информации были использованы:

- Материалы осенней полевой экспедиции, проведенной специалистами НИЦ МКВК;
- Картографический материал;
- Результаты неконтролируемой классификации.

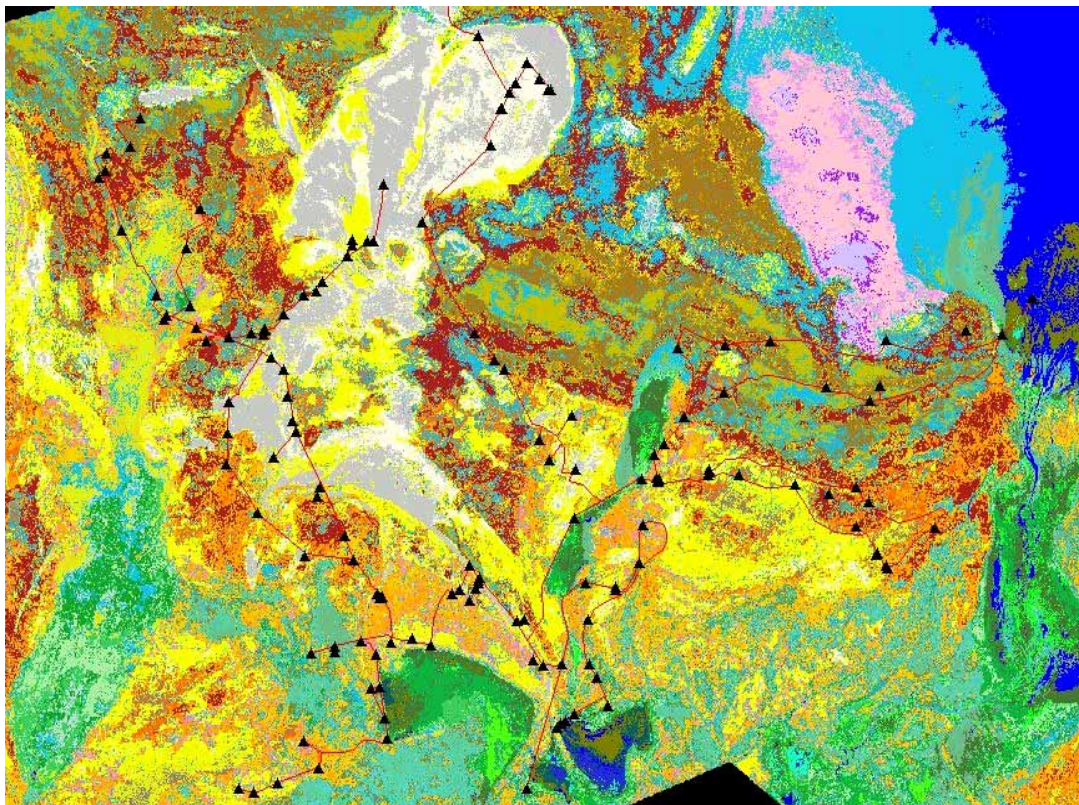


Рис. 20 Результаты контролируемой классификации данных программы IRS и фактический маршрут весенней полевой экспедиции

Для подготовки последующих полевых исследований (трех полевых экспедиций с геоботаническим уклоном) использовались данные программы Landsat. Так как перед последующими экспедициями стояла задача обследования растительности на территории Южного Приаралья, количество классов при проведении неконтролируемого метода классификации должно быть достаточно большим, поскольку состав растительности больших участков обследуемой местности был неизвестен. На рис 21 показаны результаты ISODATA-классификации данных Landsat и рекомендуемый маршрут движения экспедиции в западной части южного Приаралья (70 классов).

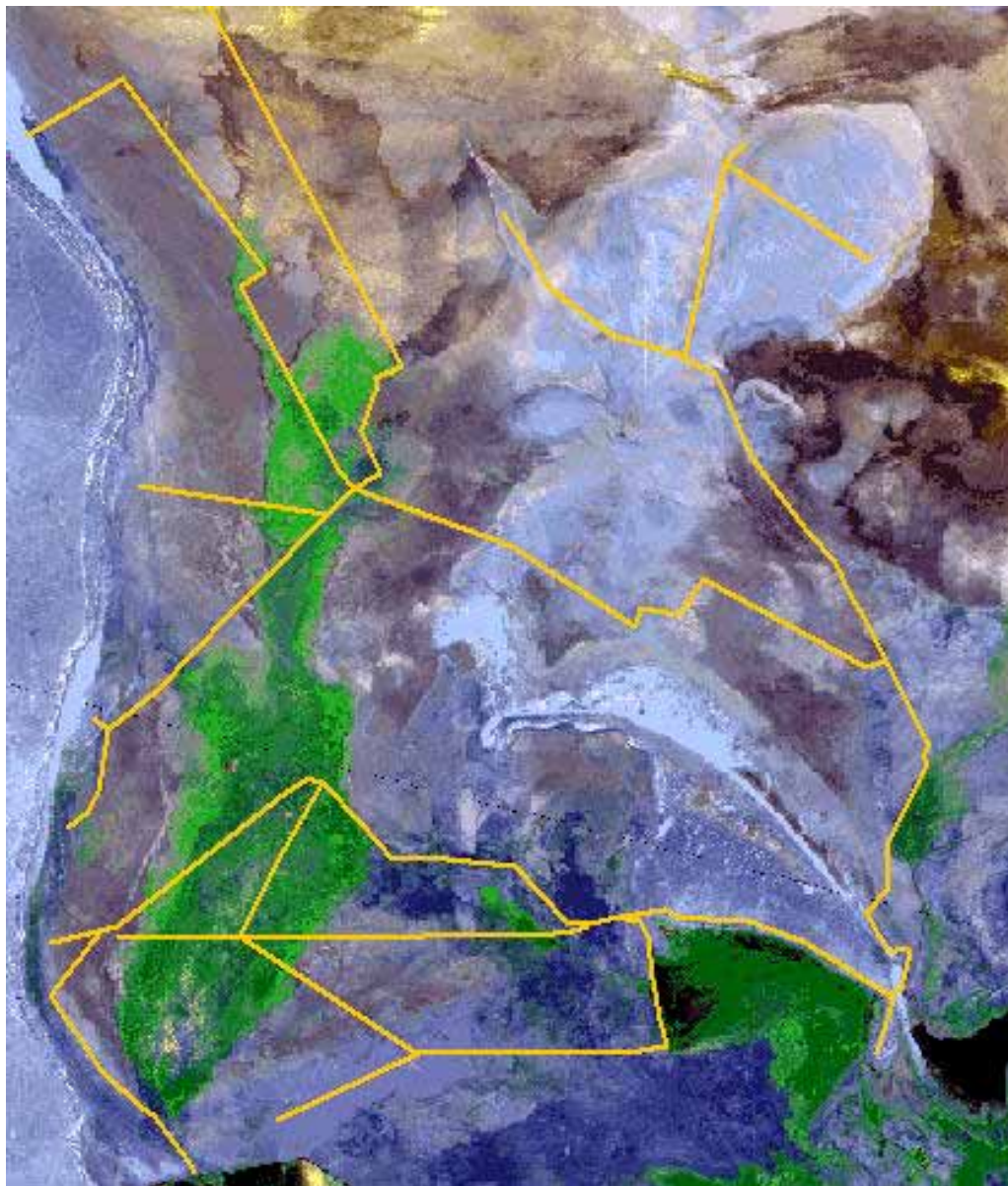


Рис. 21 Рекомендуемый маршрут движения экспедиции

По результатам проведения предыдущих экспедиций был сделан вывод, что данное количество классов является оптимальным при проведении полевых работ на территории обсохшего дна Аральского моря, так как позволяет на местности отслеживать изменения почвенного покрова, растительных сообществ и рельефа местности.

3.2.3. Разработка классификации земельного покрытия

Последним этапом подготовки перед фактической классификацией изображения было составление надлежащей схемы классификации. Сюда входило изучение имеющегося картографического материала обследуемой местности. В качестве входной информации для идентификации тематических классов использовались следующие карты:

- Ландшафтная карта на 2000 год, созданная в рамках проекта NATO SFP # 974101 (авторы: Птичников А., Новикова Н.М., Рейимов П.).
- Ландшафтная карта Южного Приаралья, состояние местности 1990 год (САНИИРИ, автор: Чернышев А.К.)

- Карта литологического состава покровных (четвертичных) отложений природных комплексов обсохшего дна Аральского моря, по состоянию местности 1993-1996 гг. (источник: Институт ГИДРОИНГЕО) и т.д.

В результате анализа тематических карт и полевых наблюдений, а также с учетом взаимосвязей основных природных компонентов - рельефа, почвы, растительности - на изучаемой территории были выделены следующие основные типы ландшафтов природно-территориальных систем (принятых «Ландшафтной картой» Новиковой Н.М. и др.):

1. Аридно-денудационные плато и останцевые возвышенности
2. Аккумулятивные равнины
 - 2.1. Ландшафты морских равнин
 - 2.1.1. Ландшафты обсохшего морского дна
 - 2.1.2. Ландшафты озерно-аллювиальных равнин
 - 2.2. Ландшафты аллювиально-дельтовых равнин
 - 2.2.1. Формирующиеся дельтовые ландшафты на обсохшем дне моря
 - 2.2.2. Авандельты (дельты выдвигания) 70-80 годов
 - 2.2.3. Современная обсыхающая аллювиально-дельтовая равнина
3. Голоценовая дельта (бывшие острова, проливы и заливы Акпеткинского архипелага).

Кроме того, по результатам полевых исследований составлены таблицы с описанием изучаемой территории, где также дано описание ландшафта по наблюдаемым признакам.

Анализ всех этих материалов, легенд карт и классификаций показал, что в них встречается более 40 видов, относящихся к различным типам, ландшафтов.

1. *Аридно-денудационные плато и останцевые возвышенности:*
 - Бугристые пески;
 - Бугристые и бугристо-грядовые пески с растительностью;
 - Бугристо-грядовые пески в комплексе с солончаками
2. *Аккумулятивные равнины:*
 - 2.1. *Ландшафты морских равнин:*
 - Водная поверхность;
 - Мелководья, иногда с тростником.
 - 2.1.1. *Ландшафты обсохшего морского дна:*
 - Маршевые солончаки;
 - Мокрые приморские;
 - Корковые и корково-пухлые солончаки, в начальной стадии эоловой переработки;
 - Песчаная равнина со слабо переработанным рельефом (солончаки с навешанным песчаным чехлом);
 - Мелкобугристая супесчано-песчаная равнина (дюны);
 - Бугристо-ячеистая равнина;
 - Бугристые и бугристо-грядовые пески;
 - Реликтовые ландшафты морского побережья (бугристые и бугристо-грядовые с растительностью);
 - Мелкобугристая супесчано-суглинистая равнина, с длительным или периодическим обводнением (опустынивающиеся гидроморфные);
 - Ландшафты озерных равнин (луга на аллювиальных равнинах).

2.1.2. Ландшафты озерно-аллювиальных равнин

- Луга на аллювиальных равнинах;
- Опустынивающиеся гидроморфные злаково-галофитно разнотравные с кустарниками;
- Полого-наклонная равнина с кустарниковыми зарослями (галофитные: тамарикс, карабарак).

2.2. Ландшафты аллювиально-дельтовых равнин:

2.2.1. Формирующиеся дельтовые ландшафты на обсохшем дне моря:

- Полого наклонные равнины с длительно действующими водотоками (луга на аллювиальных равнинах);
- Опустынивающиеся гидроморфные злаково-галофитно разнотравные с кустарниками;
- Бугристые пески с кустарниковыми зарослями (галофитные: тамарикс, карабарак).
- Бугристо и бугристо-грядовые с кустарниковыми зарослями;

2.2.2. Авандельты (дельты выдвигения) 70-80 годов:

- Полого наклонные супесчано-суглинистые равнины;
- Полого наклонные супесчано-суглинистые равнины, в комплексе с солончаками;
- Бугристые и бугристо-грядовые пески;
- Реликтовые ландшафты морского побережья (бугристые и бугристо-грядовые с растительностью);
- Солончаки с навейным песчаным чехлом.

2.2.3. Современная обсыхающая аллювиально-дельтовая равнина:

- Полого наклонные равнины с длительно действующими водотоками (луга на аллювиальных равнинах);
- Опустынивающиеся гидроморфные злаково-галофитно разнотравные с кустарниками;
- Корковые и корково-пухлые солончаки;
- Пески равнинные;
- Дюны;
- Бугристые пески с кустарниково-разнотравной растительностью;
- Бугристо и бугристо-грядовые с единичной растительностью;
- Кустарниковые заросли - искусственные посадки;
- Бугристые и бугристо-грядовые пески;
- Реликтовые ландшафты морского побережья.

3. Голоценовая дельта (бывшие острова, проливы и заливы Акпеткинского архипелага):

- Бугристые пески с кустарниково-разнотравной растительностью;
- Бугристо и бугристо-грядовые пески с единичной растительностью;
- Кустарниковые заросли -искусственные посадки;
- Соровые солончаки замкнутых понижений;
- Солончаки с навейным песчаным чехлом.

Чтобы увязать это большое число ландшафтных классов с потенциалом используемых данных ДЗ, эксперты GTZ, фирмы TERRA и НИЦ МКВК согласовали перечень классов почвенно-растительного покрова, приведенных ниже. Этот урезанный состав позволяет оценить степень эрозионной опасности и проследить динамику процессов

опустынивания, при этом обеспечивая удовлетворительную выделяемость классов на спутниковом снимке. Данная схема классификации была применена для данных Landsat-TM 2006 года.

1. ВОДА

- 1.1. Водная поверхность
- 1.2. Мелководья, иногда с тростником

2. СОЛОНЧАКИ

- 2.1. Маршевые без растительности или с сообществами солероса
- 2.2. Мокрые-приморские с ракушкой, иногда с единичными экземплярами солероса и сарсана
- 2.3. Корково-пухлые и корковые без растительности, иногда с единичными экземплярами кустарников (карабарак, гребенщик)
- 2.4. Солончаки с навейным песчаным чехлом с разреженными сообществами лебеды и селена
- 2.5. Соровые солончаки замкнутых понижений без растительности, иногда в обрамлении сарсанников

3. ПЕСКИ

- 3.1. Равнинные (с ракушей) без растительности или с разреженными кустарниками (саксаул, гребенщик)
- 3.2. Дюнные без растительности
- 3.3. Мелко-бугристые (слабо закрепленные) с разреженными сообществами полыни, кустарников и посевами селена.
- 3.4. Бугристые и бугристо-грядовые без растительности и слабо закрепленные.
- 3.5. Бугристые, бугристо-грядовые закрепленные эфемерово-полынно-кустарниковыми сообществами.

4. РАВНИНЫ ДЕЛЬТОВЫЕ И АККУМУЛЯТИВНЫЕ

- 4.1. Луга на аллювиальных равнинах (тростниковые, разнотравно- злаковые) на аллювиально-луговых, болотно-луговых и лугово-болотных почвах.
- 4.2. Опустынивающиеся гидроморфные злаково-галофитноразнотравные с кустарниками.
- 4.3. Кустарниковые заросли (галофитные: тамарикс, карабарак.
- 4.4. Опустынивающиеся кустарниковые.
- 4.5. Кустарниково-саксауловые (пустынные леса/искусственные насаждения).

Сокращение до 17 классов было проведено на основе группировки одинаковых по спектральным характеристикам видов. Так, например, бугристые и бугристо-грядовые пески, встречающиеся практически во всех типах ландшафтов обсохшего дна Аральского моря, выделены в отдельный класс на основе анализа характеристик 7 различных признаков, которые оказались идентичными (рис. 22). Спектральные характеристики были определены на основе полевых наблюдений.

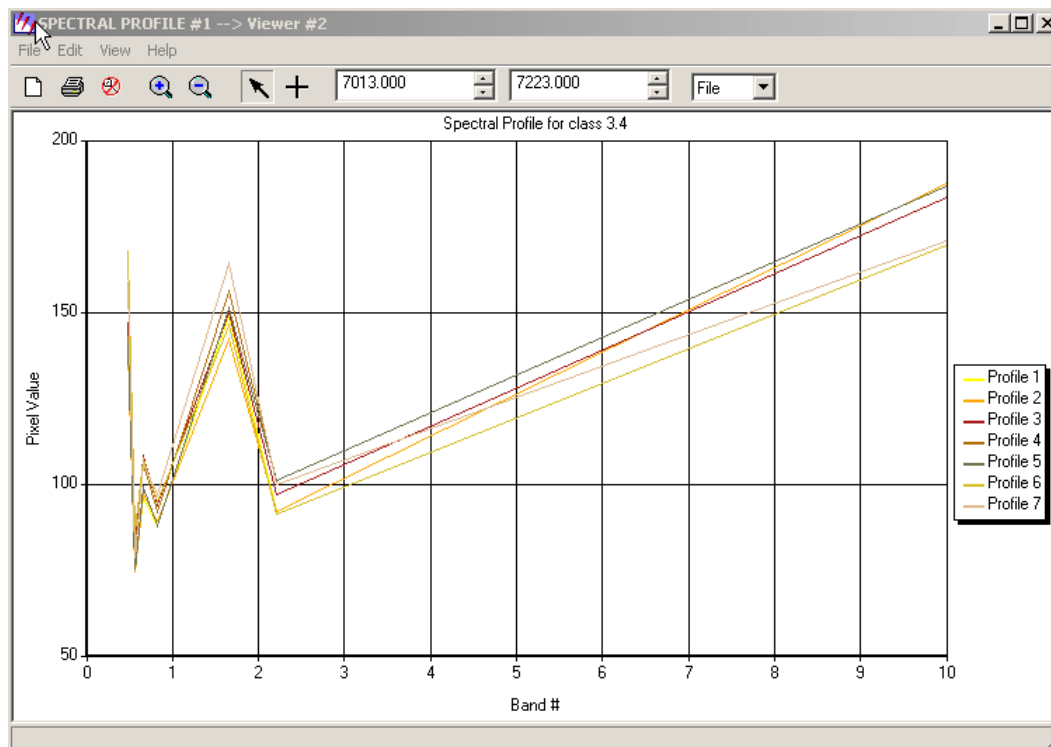


Рис. 22 Спектральные характеристики для класса 3.4. по всей территории работ

Условные обозначения:

- Profile 1. - Бугристые и бугристо-грядовые пески на территории аридно-денудационного плато;
- Profile 2. - Бугристые и бугристо-грядовые пески на территории ландшафтов обсохшего морского дна;
- Profile 3. - Бугристые и бугристо-грядовые пески на территории ландшафтов озерно-аллювиальных равнин;
- Profile 4. - Бугристые и бугристо-грядовые пески на территории авандельты - дельты выдвижения 70-80 годов;
- Profile 5. - Бугристые и бугристо-грядовые пески на территории современной обсыхающей аллювиально-дельтовой равнины;
- Profile 6,7. - Бугристые и бугристо-грядовые пески на территории голоценовой - дельты бывшие острова, проливы и заливы Акпеткинского архипелага.

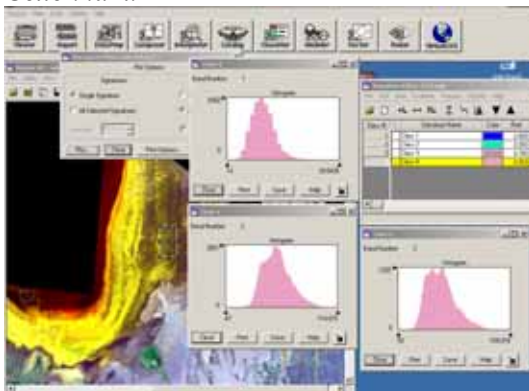
Описанная методика была аналогично применена ко всем другим классам, в результате была получена семантически достоверная классификация со спектрально однородными разделимыми классами.

3.2.4. Техника контролируемой классификации

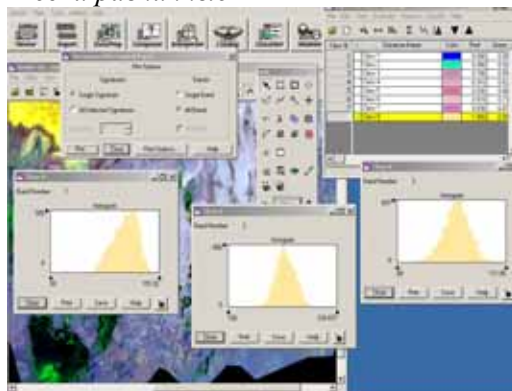
Тогда как неконтролируемая классификация подразделяет входные данные на определенное пользователем число групп, которые затем относятся (или маркируются) интерпретатором к соответствующему классу, контролируемая классификация напрямую делит изображение на целевые классы с помощью заранее определенных эталонных данных. На основе спектральных характеристик эталонов, каждый пиксель изображения относится к классу наиболее похожего эталона. Для выполнения этой задачи имеется множество алгоритмов, например Minimum Distance to means, Mahalanobis Distance or Maximum Likelihood. Механизм отнесения пикселей к классам можно найти в стандартной литературе по дистанционному зондированию (Lillesand and Kiefer 1994, Richards 1998).

Для проведения контролируемой классификации были собраны и оценены эталоны (на снимке Landsat), характеризующие выше перечисленные классы. Для каждого класса проводился анализ гистограмм эталонов, чтобы достичь нормально распределенного набора эталонов. Чем ближе распределение к нормальному, тем лучше эталон описывает целевой класс. При выделении эталонов (сигнатур) на спутниковом снимке все эталоны были проверены на предмет пригодности для проведения классификации. На рисунке 23 представлены примеры гистограмм эталонов для выборочных классов.

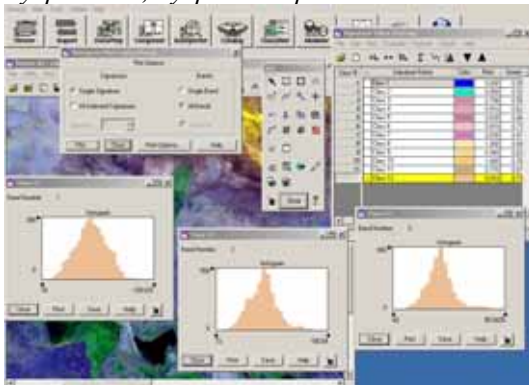
Солончаки



Пески равнинные



Бугристые, бугристо-грядовые пески



Луга на аллювиальных равнинах

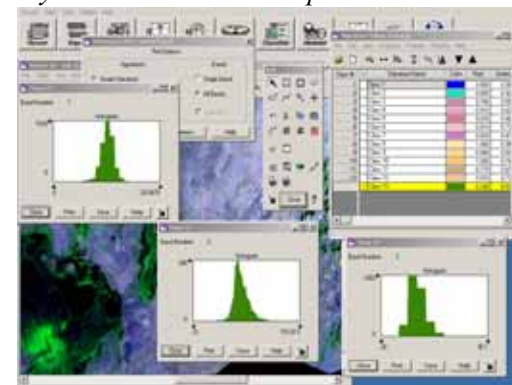


Рис. 23 Гистограммы эталонов для классов „Солончаки”, “Пески равнинные”, “Бугристые, бугристо-грядовые пески” и “Луга на аллювиальных равнинах”

Анализ спектральных кривых отдельных классов обнаружил их уникальные отражательные свойства. При выделении эталонов на снимке использовались данные полевых исследований, а по спектральным кривым осуществлялась оценка пригодности выделенных эталонов. Далее показаны спектральные сигнатуры выбранных типов почвенно-растительного покрытия и приводится краткое описание.

Вода, характеризуется наиболее высокими значениями яркости в видимой области спектра, которые снижаются до нуля в инфракрасной области спектра (Рис. 4). Наиболее высокие значения в видимом диапазоне спектра, наблюдаются на поверхности Аральского моря. Так как классы заливы обсыхающие и Аральское море имеют практически одинаковые спектральные кривые, при проведении контролируемой классификации эти классы были объединены. Разделение двух этих классов целесообразно при оценке динамики изменения площадей водно-болотных угодий.

Условные обозначения для данных, представленных на рис. 24:

- 1.1. Заливы обсыхающие
- 1.2. Аральское море
- 1.3. Водохранилища и реки с пресной водой

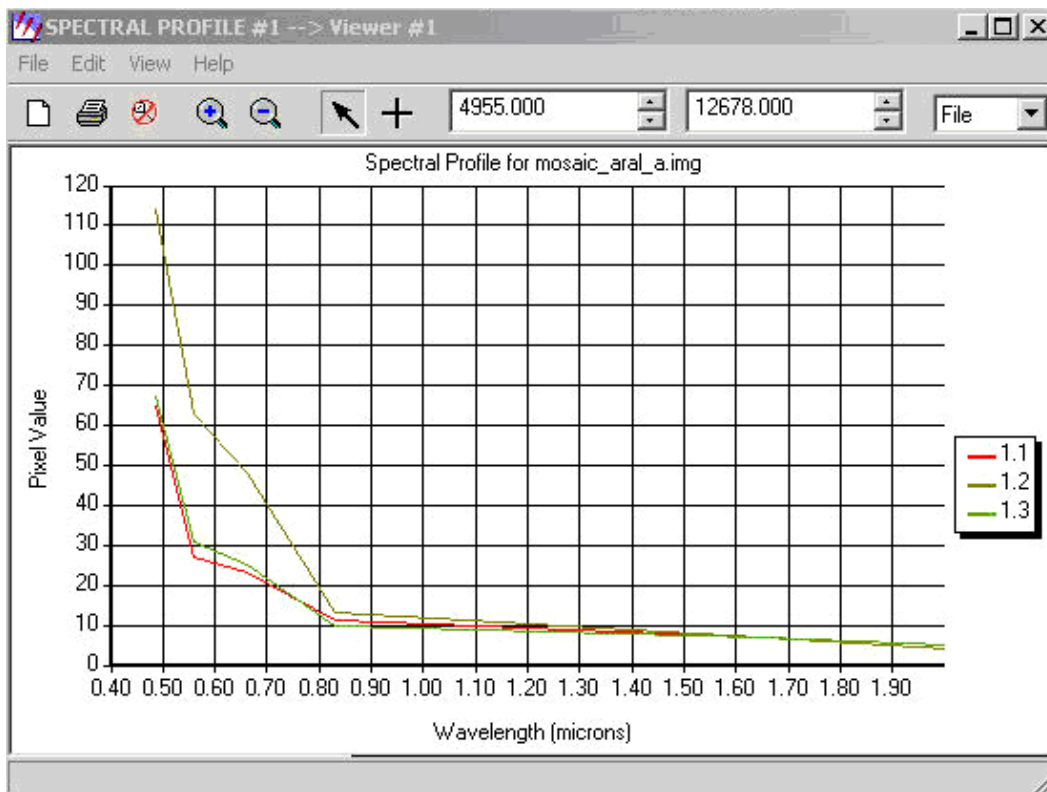


Рис. 24 Спектральные профили водной поверхности по данным Landsat

После сопоставления сигнатур, осталось лишь 2 класса, ибо классы 1.1 (Обсыхающие заливы) и 1.3 (Водохранилища и реки) почти совпадают.

Солончаки имеют различные значения яркости, но характеризуются следующими общими чертами: высокими значениями яркости в видимой области спектра и сравнительно низкими значениями яркости в инфракрасной зоне (рис.25).

- 2.1. Маршевые
- 2.2. Мокрые –приморские
- 2.3. Корково-пухлые и корковые
- 2.4. Солончаки с навейным песчаным чехлом
- 2.5. Соровые солончаки замкнутых понижений

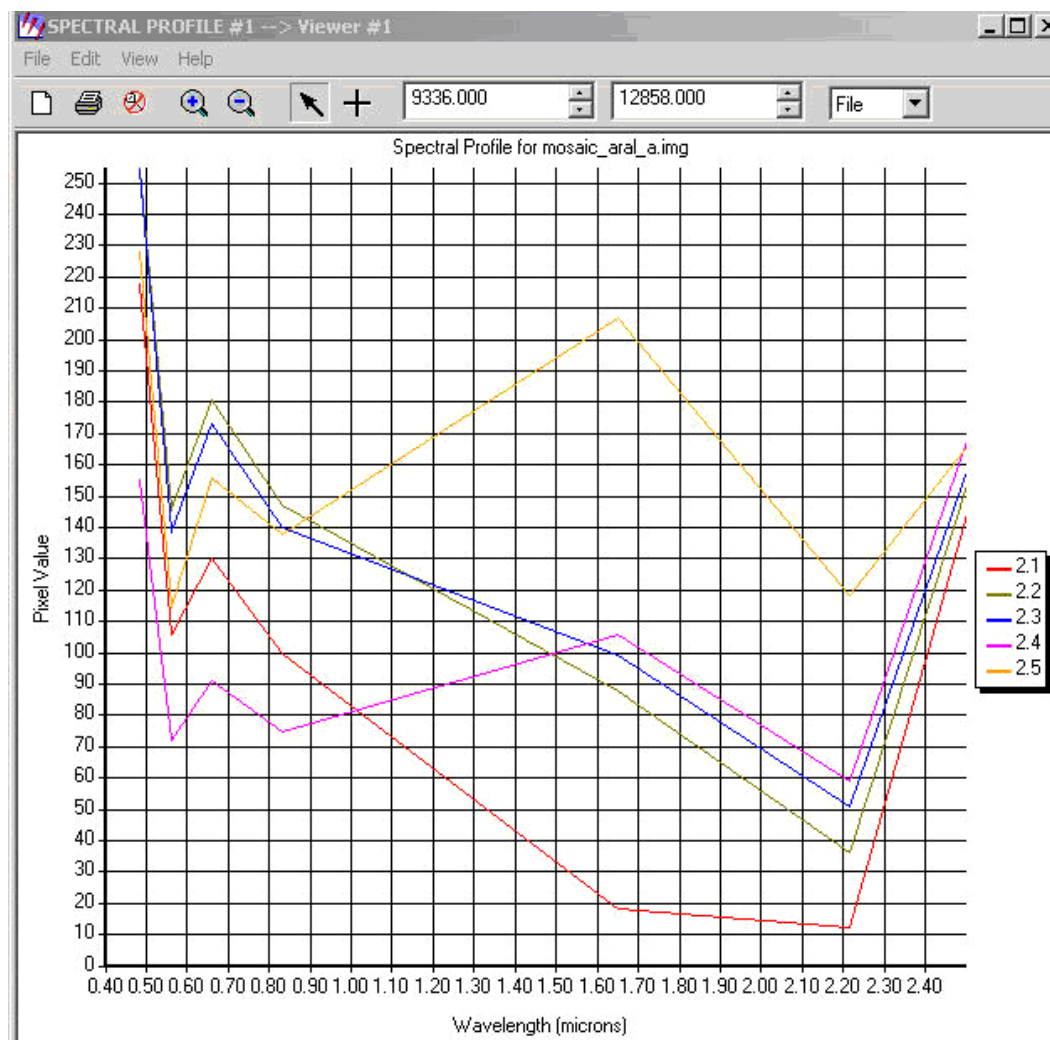


Рис. 25 Спектральные профили солончаков по данным Landsat

Пески, характеризуются довольно большими различиями в отражательной способности, которая определяется их минералогическим составом и физическими свойствами, имеют наиболее низкие значения яркости в видимой области спектра и высокие значения яркости в инфракрасной.

На рисунке 26 представлены спектральные профили различных типов песков. Условные обозначения для данных:

- 3.1. Равнинные (с ракушей)
- 3.2. Дюнные без растительности
- 3.3. Мелко-бугристые (слабо закрепленные)
- 3.4. Бугристые и бугристо-грядовые без растительности и слабо закрепленные.
- 3.5. Бугристые, бугристо-грядовые закрепленные

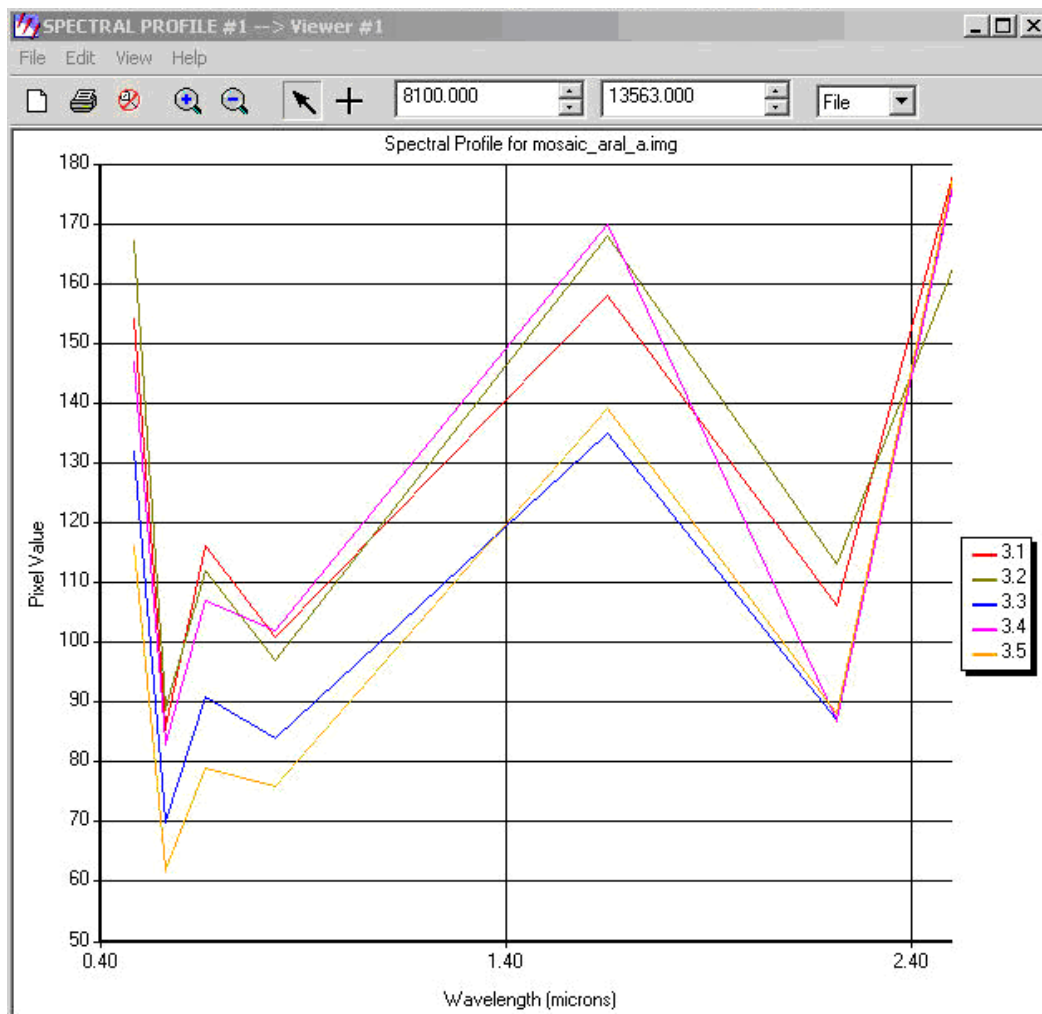


Рис. 26 Спектральные профили песков по данным Landsat

Равнины дельтовые и аккумулятивные. Тростниковая растительность (*Phragmites australis*) имеет наиболее высокие значения яркости в видимой области спектра (зеленой) и инфракрасной, и невысокие значения в красной. Кустарниково-саксауловые сообщества, обладают более высокой отражательной способностью в видимой и инфракрасной областях спектра, так как они характеризуются смешанным сигналом почвы и растительности вследствие относительно низкого верхнего покрытия. Поэтому, интенсивность красной области спектра снижается.

На рисунке 27 представлены спектральные профили дельтовых равнин.
Условные обозначения для данных:

- 4.1. Луга на аллювиальных равнинах (тростник, разнотравные, злаковые на аллювиально-луговых, болотно-луговых и лугово-болотных почвах)
- 4.2. Опустынивающиеся гидроморфные
- 4.3. Кустарниковые заросли (галофитные: тамарикс, карабарак)
- 4.4. Опустынивающиеся кустарники
- 4.5. Кустарниково-саксауловые

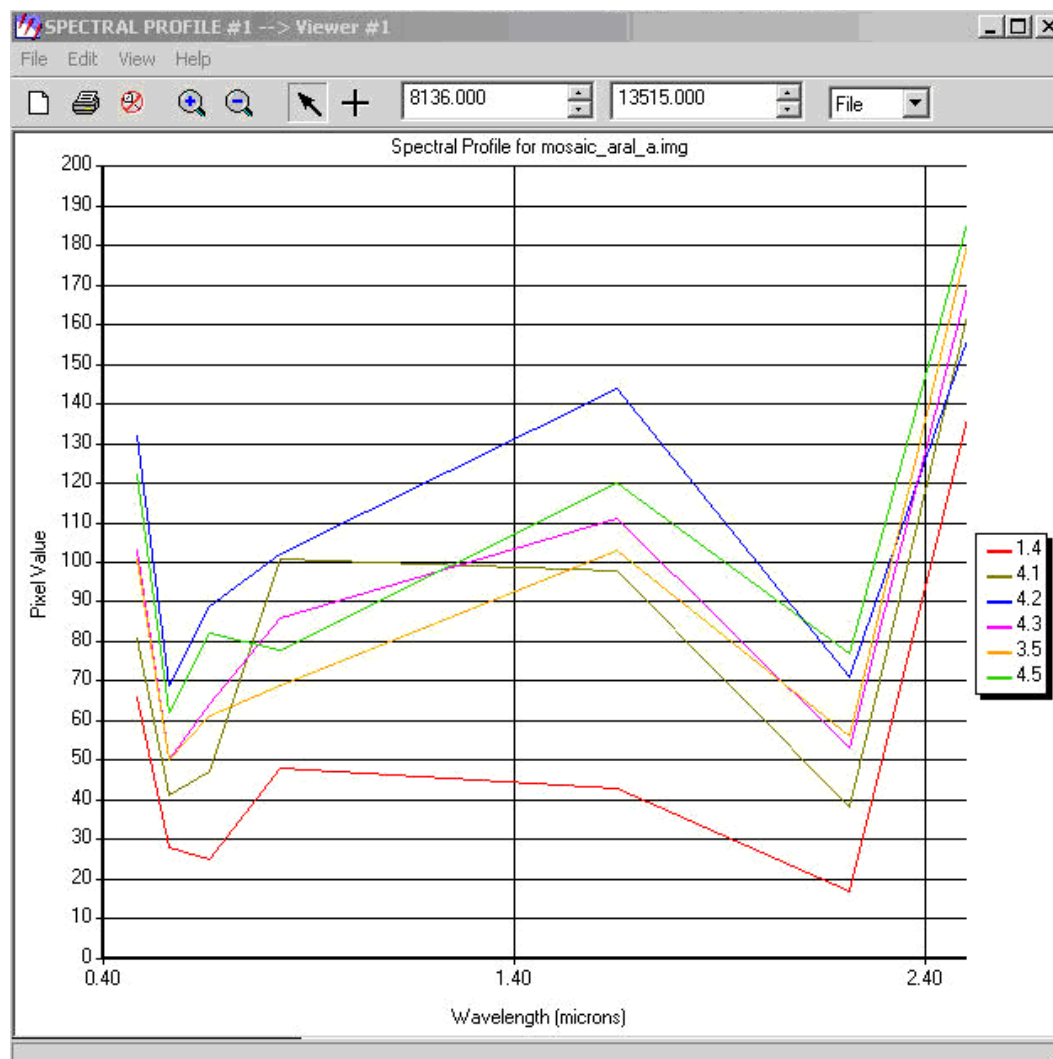


Рис. 27 Спектральные профили дельтовых равнин по данным Landsat

На созданном наборе данных тестировалось несколько методов классификации изображения. Окончательно, наиболее достоверным для данных исследований признан метод *Minimum Distance to means* (Lillesand and Kiefer 1995, p.590f), так как он дает наибольшую точную классификацию в данных условиях исследования. Результаты приведены в главе 4.2.

3.2.5. Оценка риска эрозии классов почвенно-растительного покрова

Другой задачей данного исследования была оценка степени экологической опасности типов ландшафтов на обсохшем дне Аральского моря по риску опустынивания и эрозии почвы. На семинаре в Ташкенте в 2006 году местными и международными специалистами было проведено распределение классов на четыре группы по степени их экологической опасности. Эти «ступени опасности» совпадают обратно пропорционально со степенью стабильности ландшафтов, т.е. ступень 1 - безопасная/стабильная, а ступень 4 указывает на максимальную нестабильность территории и высокую степень экологической опасности. Каждый класс почвенно-растительного покрова был соотнесен с одной из четырех групп экологической опасности, приведенных в таблице 6, объяснение приводится ниже. Во время распределения классов по степени экологической опасности также учитывалось будущее развитие классов за счет экзогенных процессов.

Таблица 6. Шкала оценки экологической опасности для результатов классификации

Степень (ступень) экологической опасности Degrees of ecological risk	Индекс на карте Scale of ecological risk	Распределение классов по степени нестабильности территории
Нет (практически отсутствует) No (practical absence)	1	1.3 1.4 2.1 2.2 2.5 4.1 4.3 4.5
Слабая Light	2	1.1 1.2 3.5 4.2
Средняя Middle	3	2.3 3.4 4.4
Сильная High	4	2.4 3.1 3.2 3.3

1. Нет (практически отсутствует), присвоена классам:

- 2.1 Солончаки маршевые без растительности или с сообществами солероса;
- 2.2 Мокрые приморские солончаки без растительности, иногда с единичными экземплярами солероса и сарзана;
- 2.5 Соровые солончаки замкнутых понижений;

Приморские и соровые солончаки в первые годы отступления моря (3-6 лет) не представляют опасности, так как глубина залегания грунтовых вод колеблется от 0,1 до 1,5 метров, на поверхности формируется тонкая соленая корка 1-3 см, которая разрушается на протяжении порядка десяти лет. В течение периода времени приблизительно в 10 лет, эта защита может считаться стабильной. Соровые солончаки не представляют опасности, так как большую часть года находятся в гидроморфном режиме.

- 4.1 Луга на аллювиальных равнинах (тростниковые, разнотравно-злаковые) на аллювиально-луговых, болотно-луговых и лугово-болотных почвах;
- 4.3 Кустарниковые заросли (галофитные: тамарикс, карабарак);
- 4.5 Кустарниково-саксауловые (пустынные леса/искусственные насаждения);

В ландшафтах озерных равнин периодически или постоянно обводняемых речными и коллекторно-дренажными водами отсутствует опасность, так как они относятся к гидроморфному режиму. Кроме того, растительность является одним из основных стабилизирующих факторов динамических ландшафтов. Луга на аллювиальных равнинах имеют достаточно высокое проективное покрытие, а кустарниковые заросли способствуют закреплению подвижных песков и почв.

2. Слабая экологическая опасность:

- 1.1 Водная поверхность в дельте;
- 1.2 Мелководья, иногда с тростником;

Данные классы отнесены к группе 2, слабой экологической опасности, так как их существование зависит от поступления в дельту воды, то есть от водности года. Так, например, в маловодные годы площадь водной поверхности, значительно уменьшается, озера обсыхают и высыхает тростниковая растительность (*Phragmites*

australis), что, в свою очередь, может повлечь за собой пожары. Это относит два класса к классам потенциального риска в периоды засухи.

- 3.5 Бугристые, бугристо-рядовые закрепленные с эфемерово-полынно-кустарниковыми сообществами;
- 4.2 Опустынивающиеся гидроморфные злаково-галофитноразнотравные с кустарниками.

3. Средняя экологическая опасность.

- 2.3 Корково-пухлые и корковые без растительности, иногда с единичными экземплярами кустарников (карабарак, гребенщик);
- 3.4 Бугристые и бугристо-рядовые без растительности и слабо закрепленные;
- 4.4 Опустынивающиеся кустарниковые.

Корково-пухлые солончаки являются одним из основных поставщиков соли и пыли в атмосферу в пустынной среде. Опустынивающиеся кустарниковые представляют опасность с точки зрения деградации растительного покрова, что в свою очередь может повлечь за собой интенсивное развитие эоловых процессов. Бугристо-рядовые и бугристые пески слабо закрепленные и без растительности занимают значительные территории обсохшего дна Аральского моря и ежегодно переуглубляются на 3-5 см. Низкое проективное покрытие (от 20 до 40 %) не может защитить эти поверхности от эрозии, что опять повышает потенциал развития эоловых процессов и переноса соли и пыли в атмосферу.

4. Сильная экологическая опасность.

- 2.4 Солончаки с навейным песчаным чехлом с разреженными сообществами лебеды и селена;
- 3.1 Равнинные (с ракушей) без растительности или с разреженными кустарниками (саксаул, гребенщик);
- 3.2 Дюнные без растительности;
- 3.3 Мелко-бугристые (слабо закрепленные) с разреженными сообществами полыни, кустарников и посевами селена.

Данные классы представляют собой территории с интенсивным развитием экзогенных процессов и представляют собой наивысшую степень экологической опасности - формирование очагов солепылепереноса. Значительная часть территории развивается в автоморфном режиме.

После распределения классов по степени экологической опасности, наборы данных почвенно-растительного покрова были перекодированы с помощью программы обработки изображения *Erdas Imagine* в величины экологической опасности. Это позволяет вычислить пространственную протяженность различных классов экологической опасности. Результаты будут приведены в главе 4.3.

3.3 Дистанционная оценка состояния облесения

Проект GTZ “Стабилизация обсохшего дна Аральского моря” был создан в 2000 году. Целью проекта является усовершенствование существующих методов лесопосадок в Узбекистане и Казахстане путем крупномасштабного использования техники и новых методов посадки. Таким образом, следует продемонстрировать, что облесение обсохшего дна Аральского моря осуществима в большом масштабе. Так как информация об облесенных площадях отсутствовала в течение длительного периода времени, в 2006-2007 гг. мы использовали технику дистанционного зондирования, чтобы получить некоторую необходимую информацию по облесенным площадям и общим характеристикам этих лесонасаждений.

Использование спутниковых данных с очень высоким разрешением дает потенциал очень точного составления карты земной поверхности в течение короткого времени и при относительно небольших затратах по сравнению с аналогичной съемкой с использованием наземных методов.

Территория для проекта GTZ была определена в 2000 году, она находится на северо-востоке ветланда Джилтырбас между коллекторами КС-3 и Кок-Дарья (см. рис.28).

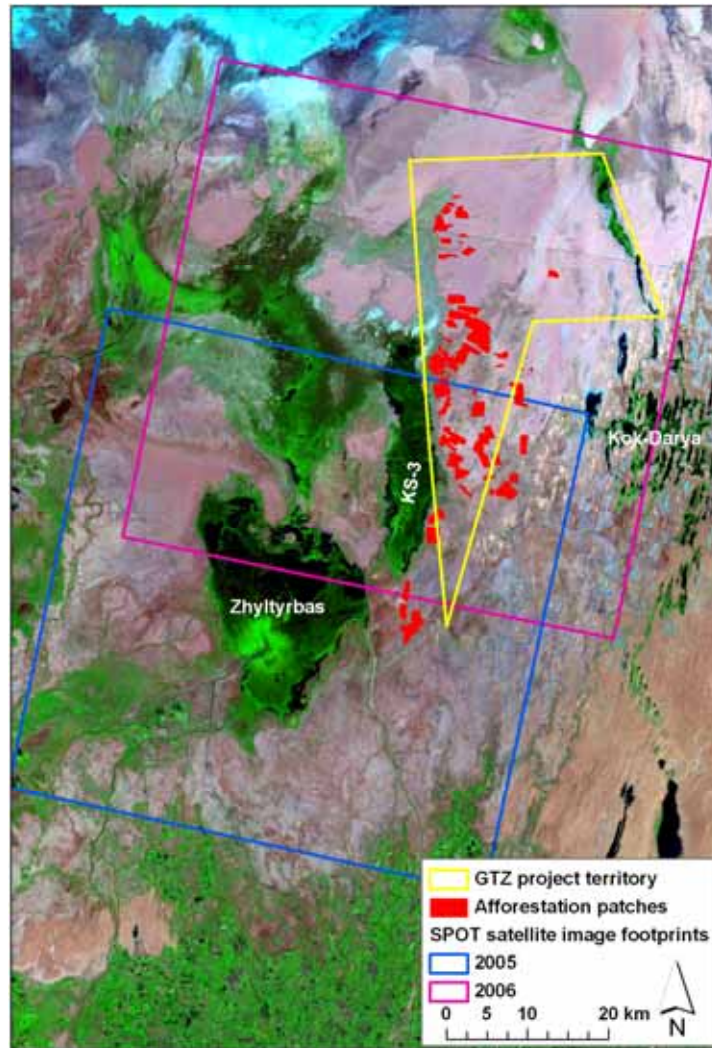


Рис. 28 Территория проекта GTZ и участки облесения

Так как районы облесения, а также посаженные деревья (в основном черный саксаул *Haloxylon aphyllum*) имели небольшую пространственную протяженность на обсохшем дне Аральского моря, потребовались спутниковые снимки с очень высоким пространственным разрешением. Эти посадки состоят из отдельных участков с деревьями, посаженными в ряд. Расстояние между деревьями приблизительно 1.5-2 м, а между рядами приблизительно 10 м. На рис. 29 показан типичный пример.

В данном исследовании использовались данные с французского спутника SPOT-5 (*Systeme pour l'observation de la terre*), характеристики которого приведены в главе 3.2.1.



Рис. 29 Посадки саксаула с земли, с воздуха и на спутниковом снимке

Главной целью этого исследования была инвентаризация искусственных посадок и естественной растительности в области исследования. Это было достигнуто путем визуальной интерпретации спутниковых снимков и с помощью ГИС.

После предварительной обработки (атмосферная коррекция, геометрическая коррекция, увеличение четкости), была сделана визуальная интерпретация данных SPOT. Первым шагом было создание базы данных ГИС, которая содержит полученную информацию. В таблице 7 показаны созданные наборы данных и их атрибуты:

Таблица 7 Атрибуты слоев ГИС для инвентаризации

Название	Содержание	Тип	Атрибуты
plant_area	Участки посадок	Полигон	Начало координат [ПСК], площадь [га], длина ряда посадки [м] - общая, длина ряда удачной посадки [м], длина ряда неудачной посадки [м], среднее направление посадки [°], направление посадки std_dev [°], естественные кустарники [число, количество/га]
plant_line	Ряды посадок	Полилиния	Длина [м], рост [удачный/неудачная], направление посадок [°]
Natural_shrubs	Естественные кустарники	Точка	
plant_shelter	Площадь, покрытая растительностью	Полигон	площадь [га], размер буфера [м]

Эти наборы данных были созданы путем экранной оцифровки спутниковых изображений. Вначале были установлены границы всех участков лесонасаждений, что можно было сделать только посредством визуального анализа. В итоге, удалось определить 70 участков общей площадью 9188 гектаров. Эти участки не имеют четко очерченных границ по визуальным рядам посадок, хотя первоначально эти участки планировались в прямоугольной форме.

Ряды посадок рассматривались как один участок облесения если направление, расстояние между посадками и их структура были однородными.

Ряды посадок оцифровывались и были соотнесены с успехом посадки. Затем были рассчитаны длина линейного сегмента и направление посадки.

Естественные кустарники были зафиксированы в наборе точечных данных, без дополнительных атрибутов. Критериями, по которым объект определялся в качестве естественно выросшего кустарника, были размер и спектральное значение объекта, отличающихся от аналогичных параметров рядов искусственных посадок, или расположение за пределами типичной структуры рядов посадок. До настоящего момента времени, это исследование было проведено только для зоны охвата изображением спутника 2005 SPOT.

После того, как все лесопосадки были оцифрованы и было проверено качество на ошибки пропуска, к набору данных по рядам посадок был применен статистический анализ.

Была зафиксирована длина линейного сегмента и были вычислены статистические параметры для удачных и неудачных линейных сегментов (сумма, среднее, среднее квадратическое отклонение длины сегмента). Измерялось направление посадки и для каждого участка облесения вычислялись среднее арифметическое и среднее квадратическое отклонение. Кроме того, с помощью следующего выражения вычислялась степень успеха роста

$$\frac{[\text{длина удачных линейных сегментов}]}{[\text{общая длина ряда}]}$$

Результаты приведены в разделе 4.4.

4. Результаты

4.1. Обзор собранных полевых данных

Основные цели пяти экспедиций отличались по некоторым аспектам. **1-я и 2-я экспедиции** были нацелены на сбор данных о фактическом состоянии обсохшего дна Аральского моря, главным образом сбор данных подспутниковых наблюдений для проведения классификации спутниковых снимков. Исследование включало изучение гидрогеологических, почвенных и ботанических условий на исследуемой территории и оценку экологической ситуации. **Во время 3-й и 4-й экспедиции** были проведены оценки площадей облесения (древесные и кустарниковые посадки) в дельтовой части обсохшего дна моря. **5-я экспедиция** была организована с целью уточнения полевых данных и сбора дополнительной информации по мероприятиям по искусственному облесению, а также данных, требуемых для обработки снимков. В данной главе дается краткий обзор собранных данных, а также подробное описание результатов исследования.

1-я экспедиция - проведено описание 45 точек, зафиксированных координатами.

Было заложено 25 разрезов на типичном почвенном покрове, сделано морфологическое описание почв, отобраны почвенные образцы из генетических горизонтов, выполнены анализы на механический состав, определено засоление почв, определено содержание органического вещества. Геоботанические исследования включали описание растительных формаций, видового состава, плотности покрытия. Сделано описание гидрогеологической ситуации.

2-я экспедиция - проведено описание 157 точек на местности (с координатами) (включая 31 почвенного разреза), аналогичное описанию, выполненному в 1-й

экспедиции. Дополнительно, был снят видеофильм, а также фотографии по ходу проведения экспедиции.

3-я экспедиция - проведено описание 78 точек, зафиксированных координатами, а также 17 почвенных разрезов и 23 тестовых участков искусственного облесения, разделенных на 6 массивов (ландшафтных единиц). Проведены геоботанические съемки, аналогичные описанному выше. Был добавлен показатель средней плотности покрытия обследованных участков, потому что искусственные посадки повсеместно сопровождаются самозарастанием. Сделано описание гидрогеологической ситуации.

Обследование территории обсохшего дна моря и дельты проводилось на площади 30,400 га., из них по нашим расчетам 20996 га. покрыто растительностью

4-я экспедиция - проведено описание 158 точек, зафиксированных координатами, 34 почвенных разрезов, а также 30 тестовых участков, разделенных на 8 массивов. Почвенные, геоботанические и гидрогеологические съемки были аналогичны выполненным в предыдущих экспедициях. Дополнительно было заложено 50 разрезов и прикопок на тестовых участках.

Обследована территория обсохшего дна Аральского моря в районе Джилтырбаса и дельты площадью около 50 тыс. га., из них по нашим расчетам 37,2 тыс. га. покрыто растительностью.

5-я экспедиция - проведено описание 194 точек на местности (с координатами), 27 почвенных разрезов и 12 тестовых участков искусственного облесения. Почвенное и геоботаническое описание выполнено по аналогии с предыдущими экспедициями.

4.1.1. Почвенный покров исследуемой территории

Процессы высыхания Аральского моря привели к образованию новой формации почвенного покрова обсохшего дна. Изучение вновь образовавшейся суши очень важно, так как она является источником пыльных бурь и солей, переносимых на значительные расстояния (Stulina, Sektimenko 2004).

При изучении почвенного покрова на обсохшем дне Аральского моря нами были выделены и описаны следующие разновидности приморских почв: солончаки полугидроморфные, солончаки гидроморфные, солончаки полуавтоморфные, солончаки автоморфные, пустынно-песчаные почвы, опустынившиеся аллювиально-луговые дельтовые почвы, пески, закрепленные в различной степени. Часто почвы встречаются в сочетаниях и комплексах, отражая пестроту почвенного покрова обсохшего морского дна. При проведении лесомелиоративных мероприятий эти почвы потребуют дифференцированного подхода.

По геоморфологическим и почвенным условиям территория обсохшего дна четко подразделяется на восточную часть, приуроченную к Акпеткинской островной системе и западную равнинную часть между плато Устюрт и Кокдарьей (Муйнакская часть), включая специфическую территорию между плато Устюрт и заливом Аджибай.

4.1.1.1. Почвенный покров восточной части обсохшего дна Аральского моря

Восточная часть обсохшего дна Аральского моря занята большим по площади Акпеткинским массивом. Это бывшая островная система характеризуется значительными перепадами высот. Сложный рельеф морского дна в районе островной системы обусловил длительный во времени процесс осушки, поэтапный выход различных его

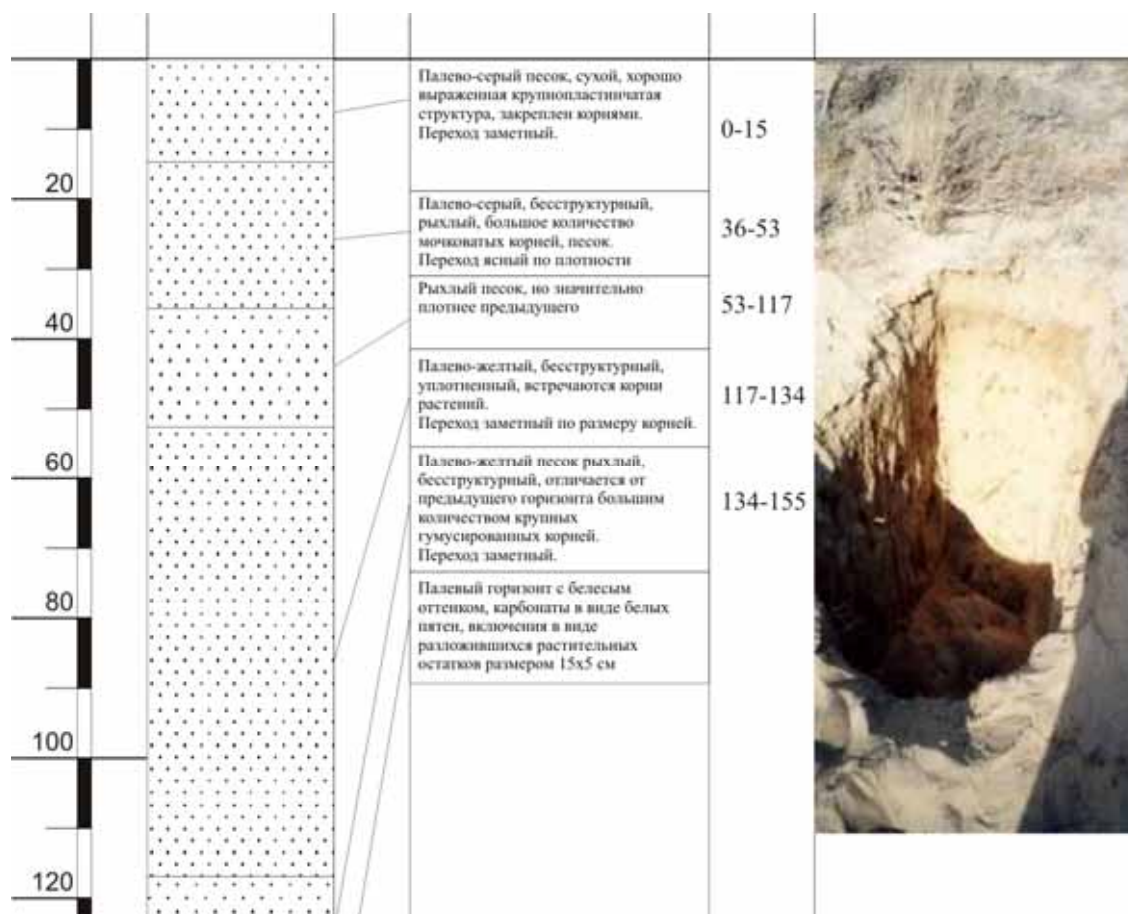
элементов из-под воды, что создало предпосылки для формирования здесь пестрого почвенного покрова. Старые песчаные образования - бывшие острова, достигающие высоты 10-15 м. покрыты саксаулом и пустынной осочкой (рис.30). Крупные очаги выдувания в настоящее время встречаются редко, в отличие от характеристики почвенного покрова на период 1990 года, здесь можно сказать, полностью отсутствуют подвижные дефилирующие пески. На склонах образуются пустынно-песчаные островные почвы, местами покрытые песком.



Рис. 30 Сочетание островов и высыхающих озер на Акпетках

Был заложен разрез 2 на склоне холма, его профиль представляет собой перекрытые закрепленными песками пустынно-песчаные почвы.

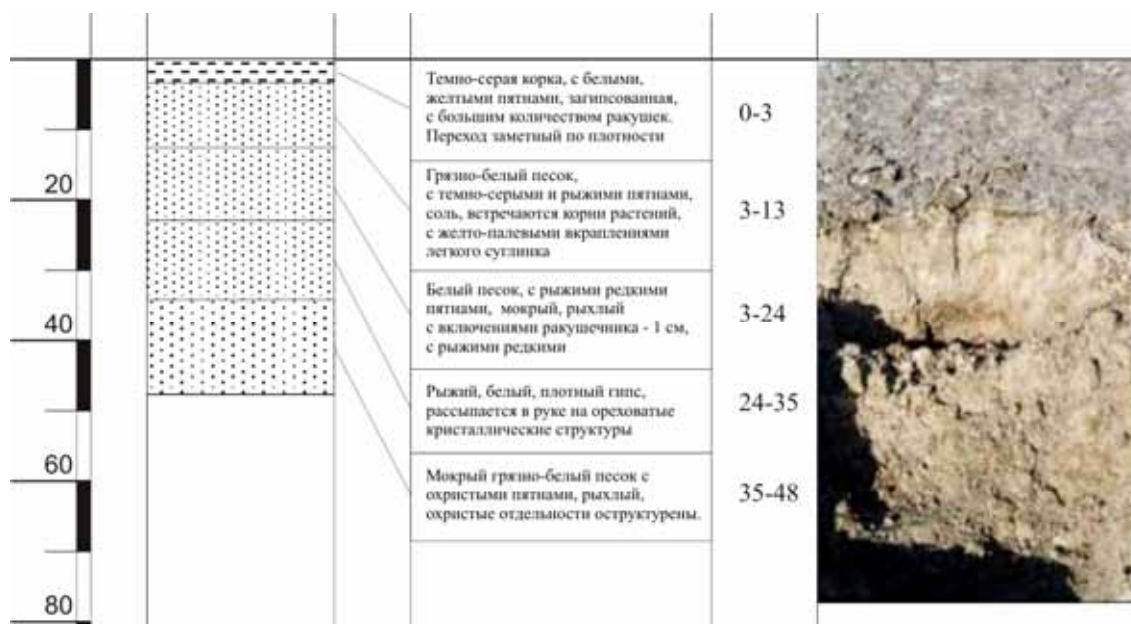
Описание разреза 2 (102)



Верхняя часть профиля песчаная незасоленная, среднее и сильное засоление наблюдается с глубины 120 см. На территории Акпеткинского массива очень много крупных русловидных и замкнутых понижений, в которых располагались мелкие озера.

В обширных понижениях вокруг таких озер складываются специфические гидрогеологические условия, при которых развивается напряженный солончаковый процесс. В настоящее время, практически все озера высохли и на их месте образованы солончаки. Здесь формируются гидроморфные, а на периферии понижений полугидроморфные солончаки. Тип засоления хлоридный. Здесь были заложены разрез 4 (104)- гидроморфный солончак (УГВ 0.5м) в центре глубокого понижения и разрез 3 (103)- полугидроморфный солончак (УГВ 0.9м), на расстоянии 70 см от центра шоры к периферии.

Описание разреза 4 (104)



По механическому составу почвы песчаные до уровня грунтовых вод. Интересная особенность молодых солончаков - наличие по профилю значительного количества органического вещества, морфологически не проявляющегося, находящегося в связанном солями состоянии, представляющего собой грубый гумус, как полуразложившиеся органические остатки. Капиллярные потоки при значительном испарении направлены к поверхности, происходит отложение солей в верхней части профиля, в поверхностных горизонтах (разрез 3 (103)) плотный остаток составляет 7-12%, ЕС 28-35 dS/m. Почвы, сильно загипсованные по всему профилю, содержание гипса достигает 75%. Дно отдельных котловин носит столбчато-останцовый характер, за счет выветривания гипсоносных почв.

Почвенный покров от 53 отметки до протоки Тогузаркан представляет собой комплекс солончаков и пустынно-песчаных почв в разной степени присыпанных с поверхности песком. Солончаковый комплекс, в свою очередь, состоит из рапы и преимущественно корковых солончаков. Пухлые солончаки встречаются только в менее глубоких котловинах бывших озер, но более на периферии солончаков русловых понижений, такие формы рельефа характерны для территории вдоль протоки Тогузаркан и северней ее, где понижения носят более выположенный характер. Пустынно-песчаные и равнинные почвы засолены больше, чем их аналоги на грядово-бугристых песках. В целом, территорию можно отнести к самозарастающей со слабой степенью развевания. Водная поверхность наблюдается вокруг самоизливающихся скважин. Вдоль протоки Тогузаркан сформирован значительный массив солончаков на аллювиальных отложениях, разрез 1(101). Верхние 15 см. - связанный песок с большим количеством ракушек средnezасоленный, ЕС 2 dS/m, до 30 см - средний суглинок сизого оттенка очень сильнозасоленный ЕС 17 dS/m, подстилаемый тяжелым охристым суглинком очень сильнозасоленным с ЕС 14 dS/m. К периферии корковые солончаки сменяются солончаками пухлыми. Водная поверхность в протоке присутствует. Комплекс солончаков различной степени гидроморфности, при высыхании становится источником солепылепереноса и требует закрепления.

После пересечения протоки Тогузаркан севернее и северо-восточнее от нее холмы, заросшие саксаулом, покрыты полузакрепленными песками. Территория представлена комплексом понижений и возвышенностей в различных соотношениях. Понижения имеют равнинный характер, это крупные шоры. Закономерность для почвенного

покрытия данных шор единая (рис.31). Избыточно-гидроморфные солончаки в центре шоры (разрез 5(105), УГВ 0.3 м)) сменяются на гидроморфные (разрез 6(106), УГВ 0.7 м) и полуавтоморфные и автоморфные к периферии (разрез 7(107), УГВ 1.8 м)

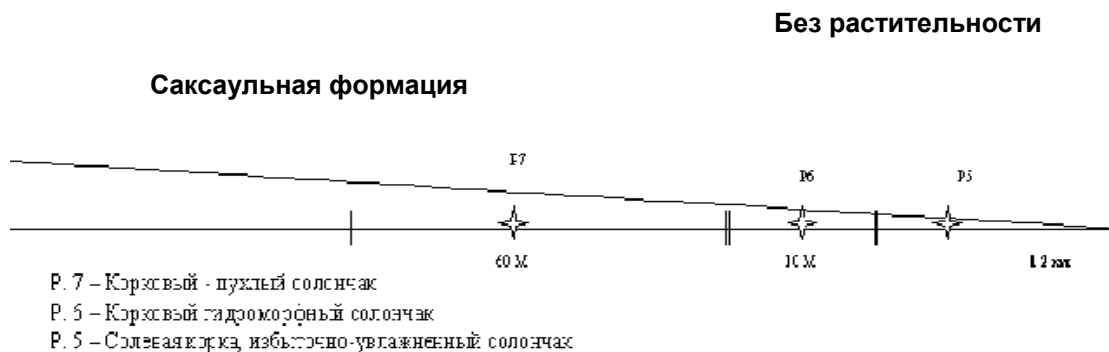


Рис. 31 Закономерность зарастания солончака

Автоморфные корковые и пухлые солончаки зарастают саксаулом, полугидроморфные и гидроморфные солеросом. Солевая корка в центральной части шоры не покрыта растительностью, имеет либо белый цвет, но чаще темно-серый или грязно желтый, так как со временем присыпается песком или реже илистыми частичками, с глубины 30 см глина с запахом сероводорода, для верхних горизонтов засоление составляет 15-45 dS/m (рис32).



Рис. 32 Типичный процесс зарастания и преобразования шоры

Разрез 6 сложен песками, в верхней части солевая вспученная корка с засолением в слое 0-10 см и 10-30 см соответственно 39 и 26 dS/m. Для автоморфных солончаков характерна приуроченность солевого горизонта к средней и нижней части профиля. В разрезе 7 максимально содержание солей 17-29 dS/m наблюдается на глубине 12-44 см, перемещение солевого горизонта связано с вымыванием солей атмосферными осадками. Нижний солевой горизонт ЕС 15 dS/m поддерживается подпиткой из минерализованных грунтовых вод. Разрез 9(109) расположен на границе с подвижными песками, разрез 8(108). Морфологически разрез 9 можно отнести к пустынно-песчаным почвам. Растительность вокруг представлена саксаулом и эфемерами, поверхность почвы покрыта мхом.

Однако профиль почвы, засоленный по всей глубине, верхние 30 см средне- и сильнозасоленные ЕС 1-3 dS/m, что говорит о недавно начатом процессе почвообразования. За счет большого количества растительных остатков почва обогащена гумусом (1.5-1.8%) с глубины 50 см. Дефлируемые пески (разрез 8 (108)) образуют холмики навешанного песка вокруг растительности.

Еще один комплекс солончаков и пустынных песков на границе с подвижными песками описан разрезами 15(115) и 16(116). Пухлый солончак (разрез 16(116), песчаный, очень сильно засолен ЕС 5-20 dS/m по всему профилю, за исключением верхней двух сантиметровой корочки расположен вокруг большой шоры. Поверхность почвы пока незаросшая, это и неопределённость профиля свидетельствует, что процесс преобразования почвенного покрова только начинается. Полузакрепленные пески (разрез 15-115) слабозасоленные ЕС 0.6 dS/m мощностью 30 см перекрывают средnezасоленные ЕС 0.8 dS/m горизонты солончака. Корочка на поверхности непрочная и при сильном ветре разрушается, песчинки вместе с частичками соли переносятся, напоминая поземку.

Территория западнее и восточнее урочища Серали до урочища Боз-Узак и северней до отметки 60° 54' и 44 ° 14' требует освоения равнинных солончаков, в первую очередь автоморфных и полуавтоморфных. Прежде всего, это касается ландшафта сочетания низинных солончаков и небольших возвышенностей. Возвышенности заняты закрепленными песками и пустынно-песчаными почвами (разрез 13(113)), не требующими освоения. Разрез 13(113) был заложен на середине склона, почва по механическому составу песчаная, незасоленная по всему профилю ЕС 0.2-0.5 dS/m, с поверхности обогащена гумусом 1.37%, растительность саксаул, эфемеры, мох. Образцы, взятые из верхнего горизонта по склону до границы с солончаками незасоленные. Территория относительно доступная, в отличие от ландшафтов глубоких котловин с солончаками (разрез 17(117)) и высоких холмов, где площади солончаков меньше и самозарастание выглядит интенсивнее.

Полоса дефлируемых песков севернее отметки 60° 54' и 44 ° 14', отдельных барханов до маршевых прибрежных солончаков требует закрепления (рис 33)



Рис. 33 Незакрепленные и слабозакрепленные пески

Территория восточнее и севернее урочища Боз-Узак описана типичными точками, разрез 11(111) пустынно-песчаной почвы на саксаульно-полынной формации, разрез 12(112) гидроморфный солончак с камышовой растительностью, разрез 14(114) пустынно-песчаной почвы на полынной формации. Пустынно-песчаная почва (разрез 11(111)) слабозасоленная по профилю с ЕС 0.6 dS/m до 70 см, содержание гумуса 0.5-

0.7%, имеет среднее и сильное засоление EC 1.4-5 dS/m в нижней части профиля, что аналогично характеру распределения солей в профиле пустынно-песчаной почве (разрез 2(102)). Профиль разреза 14(114) имеет особенность, отличающую его от всех описанных почв, почва незасоленная EC 0.1-0.5 dS/m, но с глубины 30 см имеет очень плотный цементированный горизонт.

Солончак, описанный 12(112) разрезом, имеет очень сильное и сильное засоление с EC до 43 dS/m и повышенное содержание органики, за счет органических остатков в солевой корке 3%, что уже было ранее отмеченным свойством для некоторых солончаков. Данная часть территории до полосы полужакопленных песков на севере не является критической с точки зрения эффективности дефляционных процессов.

Вдоль русла реки Кокдаря (створ через насосную станцию Каратерен) территория требующая освоения. Возвышенности покрыты дефлируемыми песками (разрез 18(118)), низины солончаками (разрез 19(119)).

Обсохшее дно Аральского моря между Кокдарьей и заливом Джилтырбас, в основном, имеет вид наклонной равнины, претерпевшей изменения под действием иссушения и эоловых процессов. Значительная часть территории освоена. Изучен район от второй скважины до массива незакрепленных барханов (рис.34), сменяющихся к морю на маршевые солончаки. Равнинная часть занята солончаками различной степени гидроморфности и высокими движущимися барханами без растительности вытянутыми с северо-востока на юго-запад.



Рис. 34 Барханы, незакрепленные

Разрез 22 (122) был заложен между песчаными холмами.

В этой части обсохшего дна донные отложения тяжелого мехсостава, вязкие, красного цвета перекрытые песком. Почва - гидроморфный солончак на морских донных отложениях, сильно засоленная EC 2-8 dS/m по всему профилю, неоднородная по механическому составу, слои песка перемежаются с тяжелыми суглинками. Засоление в навейных песках, барханах ниже, чем у песчаных отложений морского дна. Во время эоловой переработки пески теряют до 70% солей, в старых барханах содержание солей становится очень низким до 0.05%. Створ почвенных разрезов от массива барханов в направлении 2 скважины говорит о смене солончаков в соответствии с изменением

уровня грунтовых вод от 1.57 м (разрез 22(122)), 1.3 м (разрез 23(123)), 1.0 м (разрез 24(124)), 0.57 м (разрез 21(121)) Вся территория требует освоения.

4.1.1.2 Почвенный покров западной части обсохшего дна Аральского моря

Солончаки приморские автоморфные и полуавтоморфные

Автоморфные (разрез 13(213), 22(222), 23(223), 24(224),) и относящиеся к ним полуавтоморфные (разрез 2(202), 3(203), 15(215), 16(216), 17(217), 18(218), 19(219)) приморские солончаки распространены в южной части обсохшего дна. В реликтовой и прибрежной зоне они приурочены к плоским поверхностям авандельт.

Твердый сток Амударьи, выносимый паводки в море, шел не только на наращивание континентальной дельты, но и на образование ее подводных лопастей - авандельт. Крупные фракции твердого стока оседали сразу же, как только речной поток соединившись с морем, терял скорость. А более мелкие взвеси выносились в море и там оседали на морское дно, при этом, попадая в соленую морскую воду, частично коагулировали.

Таким образом, формируясь на морском дне под водой, авандельты являются естественным продолжением аллювиально-дельтовых континентальных равнин. Поэтому в своем литологическом строении они несут многие черты континентальных дельт, хотя во многом от них и отличаются.

Авандельты, как и дельты, формируются из материала гидровзвесей. Здесь также образуется слоистый по литологии профиль, но если в дельтах в любом случае чередуются слои аллювиального генезиса, то в авандельтах они перемежаются со слоями морских осадков.

После обсыхания часть дна обводнялась временными потоками, что также откладывало отпечаток на литологический профиль.

Литолого-морфологическое строение почвогрунтов верхней части авандельты можно представить по описанию разреза 15(215). Разрез заложен на склоне (западной экспозиции) к Рыбачьему заливу. Поверхность почвы покрыта гребенщико-карабараковой ассоциацией. Рельеф микроволнисто - бугристый. Солончак корково-пухлый полуавтоморфный.

Описание разреза 15 (215)

		Светло-серая корка, сухая, достаточно плотная, с поверхности редкий ракушечник, суглинок легкий, переход резкий	0-4	
20		Серый, сухой, очень рыхлый, пылит, большое кол-во корней растений, мелкий песок, большое кол-во ракушечника, переход заметный	4-15	
40		Неоднородный по цвету и слоению, светло-серый с бурыми включениями, мелким ракушечником, суглинок средний, с отдельными кусочками более тяжелого мехсостава, большое кол-во мелких корней, переход ясный по плотности	15-32	
60		Коричневый холодит руку, плотный, хорошо выраженная орехово-призматическая структура со структурными отдельностями 0,8-1 см, рассыпается в руке, редкие корни, ракушечника нет, переход заметный	32-36	
80		Палево-желтый рыхлый песок, холодит руку, пласты коричневой глины, редкие корни, ракушечника нет, переход заметный	36-53	
100		Коричневый, влажный, плотный, слоистого сложения средний суглинок с рыхлыми пластами глины, переход заметный	53-61	
120		Темно-серый, рыхлый, бесструктурный песок связанный.	61-66	
140		Коричневый, сырой, более рыхлый, чем предыдущий, средний суглинок, встречаются корни растений, включения кристаллов гипса 1-2 см с глиной, переход постепенный	66-88	
160		Коричневый, влажный, вязкой тяжелой суглинок, большое кол-во крупных и средних корней	88-120	

Как видно из описания разреза, грунты представлены аллювиально-морскими отложениями.

В отложениях доминирует аллювий глинистого, тяжелосуглинистого и реже среднесуглинистого механического состава. Прослойки супесей и песков обычно маломощные. Слабо заметна в формировании профиля роль морских осадков. Только в верхнем слое мощностью 30-40 см встречаются пески с морской фауной. В нижних слоях часто попадаются органические включения в виде крупных растительных остатков (стволы деревьев, ветки и т.д.). Во фракционном составе почвогрунтов преобладают пылеватые частицы со значительной примесью ила.

С продвижением на север в профиле чаще начинают встречаться морские осадки легкосуглинисто-супесчанного состава с включением ракушек. Тем не менее, верхние горизонты (50-100 см) и подстилающие представлены тяжелыми суглинками и глинами.

Суглинисто-глинистые прослойки (обычно аллювиального генезиса), как правило, очень плотные, а во влажном состоянии вязкие.

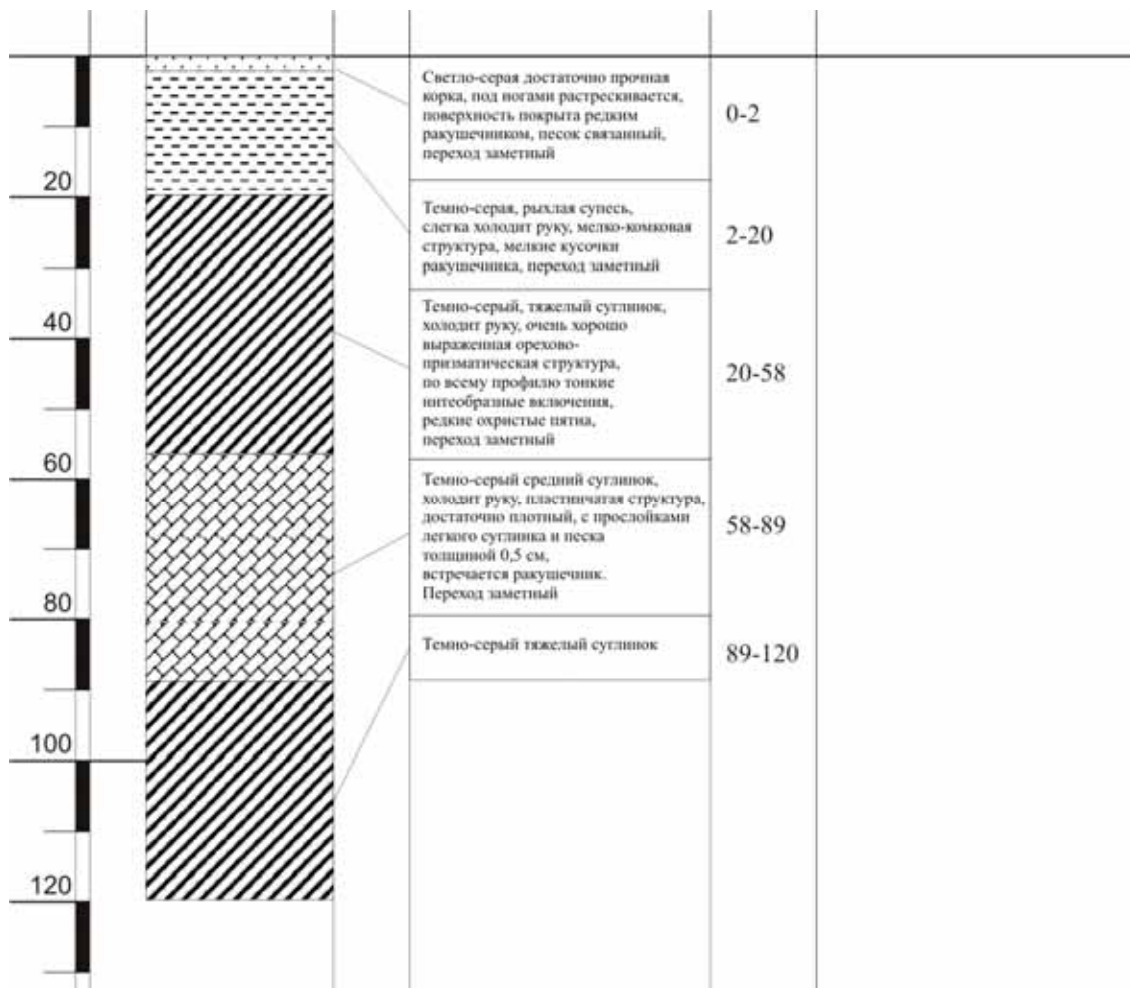
При высыхании почвогрунтов в профиле образуются мощные трещины усыхания. В эти трещины попадают атмосферные и поверхностные воды, размывают их. Образуются карстово-суффозионные воронки. Иногда очень крупных размеров.

В периферических частях авандельты при высыхании также образуются трещины усыхания, но они скрыты под песчано-супесчаными морскими осадками.

Литолого-морфологическое строение автоморфного солончака можно представить по описанию разреза 22(222). Разрез заложен южнее Тигрового хвоста. УГВ 4 м. Вдоль по профилю глубокая промоина (упкан).

Растительность - джингиловая ассоциация с высохшими эфемерами. Солончак корковый автоморфный с проявлением суффозионных процессов.

Описание разреза 22 (222)



Автоморфные солончаки представлены в основном корковыми и корково-пухлыми разновидностями. Землисто-солевая корка прочно бронирует поверхность почвы и предохраняет, залегающий под нею порошисто-пухляковый горизонт, от ветрового разрушения. Этому способствует и высохший растительный покров, иногда очень густо покрывающий поверхность земли. Разрушение землисто-солевой корки и уничтожение остатков растительного покрова ведет к активизации эолово-эрозионных процессов.

Солончаки приморские полугидроморфные и гидроморфные

Гидроморфные приморские солончаки занимают более половины площади обсыхающего морского дна. Они распространены между полуавтоморфными солончаками и современным урезом воды в море. Встречаются они также около наливных водоемов, в депрессиях дна и вокруг многочисленных фильтрационных и остаточных мелких озер.

Полугидроморфные приморские солончаки (разрез 1(201), 5(205), 10(210), 11(211), 12(212), 21(221)) формируются при залегании минерализованных грунтовых вод в пределах 2-3 м. Минерализация грунтовых вод достигает 20-80 г/л. Тип минерализации преимущественно хлоридный магниево-натриевый.

Ландшафт в основном представляет собой мелкобугристую супесчано-суглинистую равнину (рис.35).

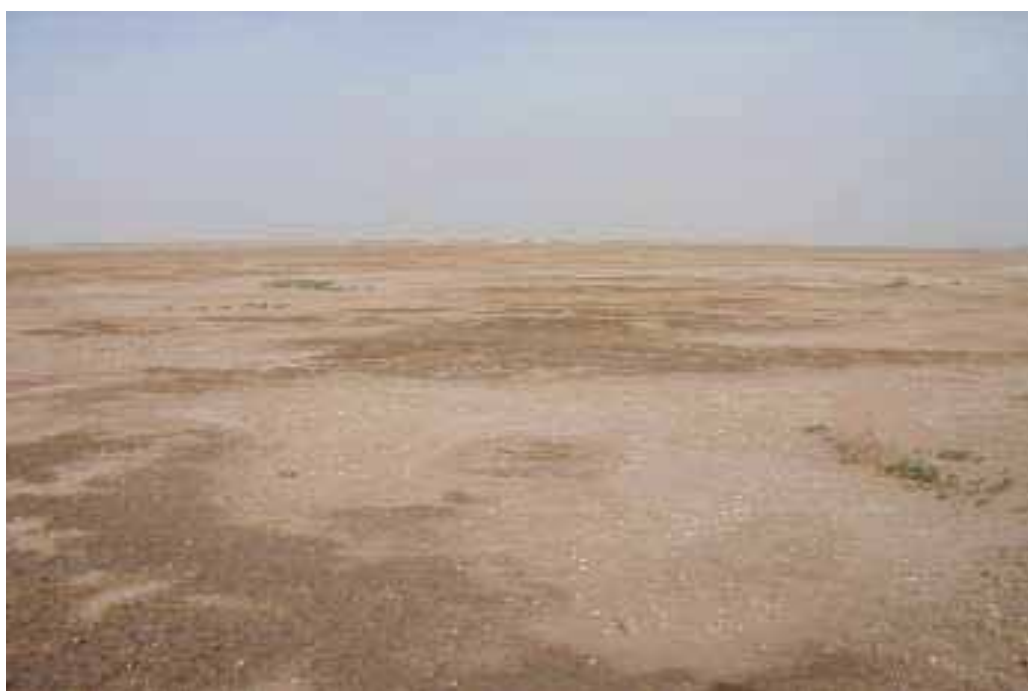


Рис. 35 Поверхность гидроморфных солончаков, местами перекрытых ракушечником

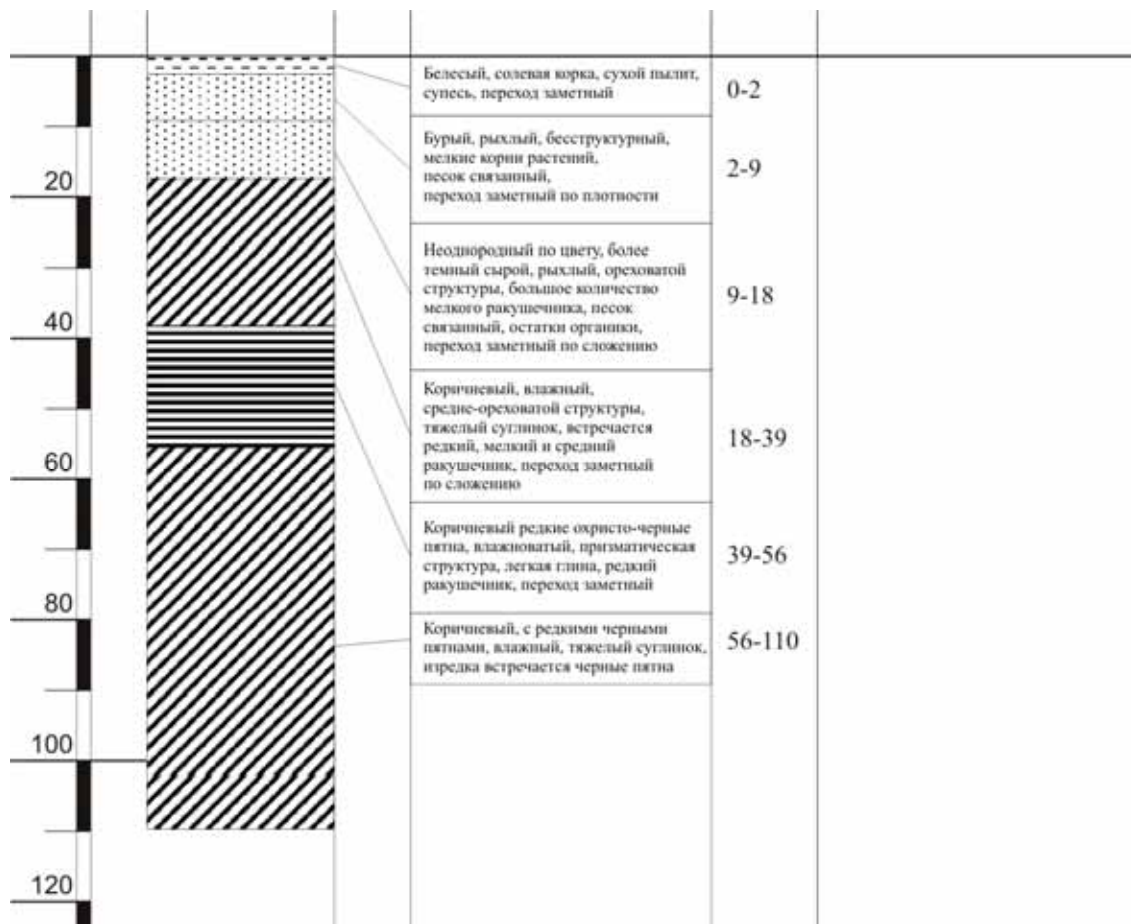
Часто поверхность почвы обогащена ракушечником. Полугидроморфные почвы представлены как корковыми, так и корково-пухлыми разновидностями. Иногда встречаются прибрежные соляные пятна пухляков, легко поддающихся дефляции. В некоторых местах, где поверхностные горизонты представлены супесчано-песчаными отложениями, видны следы ветровой эрозии.

В виду широкого распространения эти солончаки образуются на отложениях различного механического состава, имеют часто слоистый профиль, иногда смешанного аллювиально-морского генезиса.

Растительность представлена различными ассоциациями, в зависимости от расположения контура полугидроморфного солончака: карабароково-гребенщиковой, гребенщиковой, солеросами, остатками тростниковой растительности и открытой поверхностью без растительности.

Литолого-морфологическое строение полугидроморфных приморских солончаков можно представить по описанию разрез 1(201), поверхность почвы ровная, редкая карабароково-гребенщикова растительность. Грунтовые воды залегают на глубине 2.5 м.

Описание разреза 1 (201)



Профиль почв в целом очень сильно засолен, максимум солей содержится в верхней солевой корке, до 25%, остальная часть профиля содержит от 1 до 9% солей, содержание которых уменьшается с глубиной, что свидетельствует об отсутствии пока процесса перераспределения солей по профилю. Тип засоления почвогрунтов по анионам преимущественно хлоридный, в облегченных с поверхности почвах - хлоридно-сульфатный и сульфатный. По катионам преимущественно натриевый.

Наиболее податливыми к ветровой эрозии среди полугидроморфных солончаков являются пухлые солончаки, поверхность которых представлена порошистым землестолевым слоем, а также солончаки, сформированные на супесчано-песчаных отложениях.

На поверхности последних образуется очень слабая песчано-солевая корочка, которая легко разрушается ветром. Поверхность почвы покрывается плоскими (пластовыми) очагами дефляции (рис.36). Эти солончаки являются активными продуцентами солей, выносимых ветром за пределы котловины бывшего акватория.



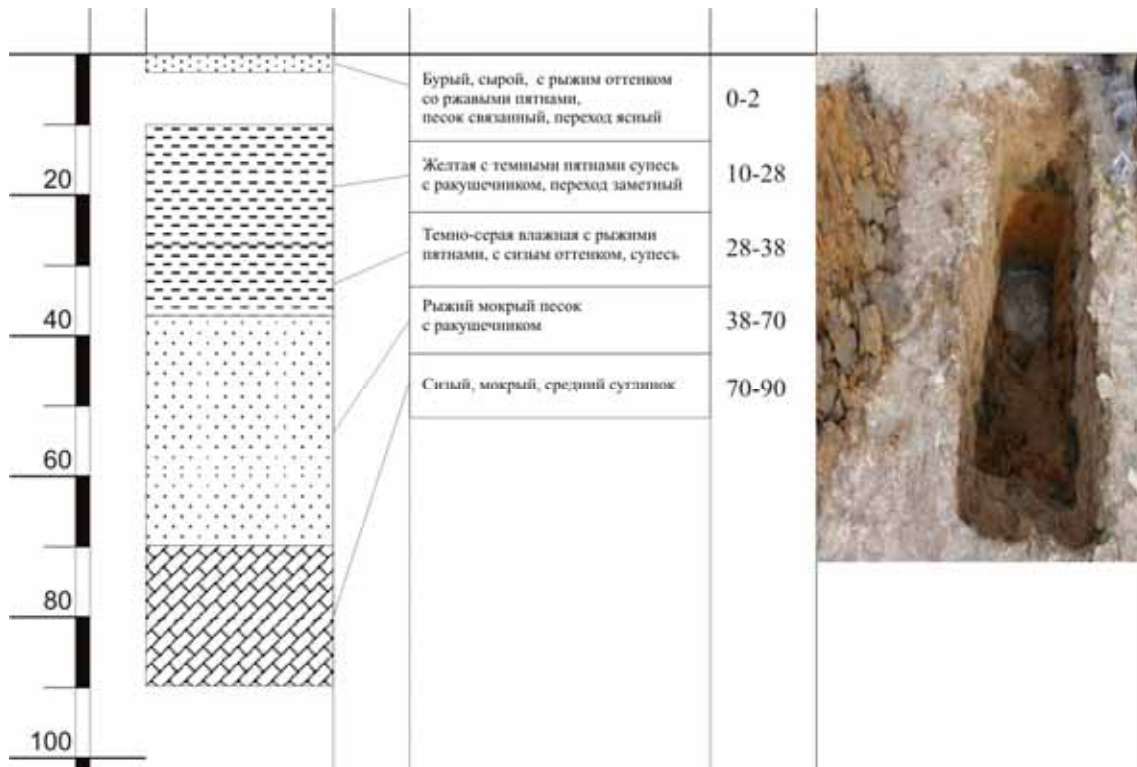
Рис. 36 Корково-пухлые солончаки с очагами дефляции

Вдоль современного побережья Аральского моря в условиях близкого залегания грунтовых вод (от 0,5 до 1 м) формируются умеренно и избыточно гидроморфные солончаки. Минерализация грунтовых вод в пространстве колеблется от 30 до 60 г/л, тип минерализации сульфатно-хлоридный магниевно-натриевый.

Для характеристики литолого-морфологического строения гидроморфных солончаков приводится описание разреза 7(207), заложенного в современной прибрежной зоне восточнее полуострова Токмак.

Избыточно увлажненные гидроморфные солончаки занимают широкую полосу побережья. Уровень грунтовых вод их 0.5-0.8 м. Поверхность этих солончаков покрыта солевой плотной коркой. Цвет поверхности зависит от степени опесчаненности. Встречаются массивы с белыми пятнами солончаков, темные припесчаненные и смешанные. Почвенный профиль гидроморфных приморских солончаков сильно увлажненный. Лишь самый верхний горизонт подсыхает под ветром в жаркую пору. Здесь происходит образование тонкой, но прочной солевой корочки. Сразу же под нею залегает сильно оглеенный горизонт.

Описание разреза 7 (207)



В самой прибрежной зоне, куда во время штормов заходит морская вода, образуются маршевые солончаки. На этих солончаках, периодически подвергающихся затоплению, складывается своеобразный промывной (или смывной) водный режим, благодаря чему постоянной солевой корки не образуется.

Гидроморфные солончаки в результате обсыхания будут представлять опасность, как источники солей.

Песчаные образования с эоловым эрозионно-аккумулятивным рельефом

Высыхание моря привело к выходу на поверхность большой территории песков, которые в результате ветровой обработки, переноса, перераспределения песчаного материала сформировали эолово-аккумулятивный ландшафт (рис.37).



Рис. 37 Эоловый эрозионно-аккумулятивный рельеф

К настоящему времени сформировалось несколько песчаных массивов, находящихся в данный момент в различной степени стабильности.

Это два массива на контакте с аллювиально-дельтовой равниной Амударьи и заливом Аджибай. Восточная часть изучаемой территории обсохшего дна местами имеет грядово-барханный характер. При продвижении на запад к водной протоке аккумулятивный рельеф сменяется на мелкобугристый с незакрепленными подвижными песками. Северная половина этих массивов зачастую имеет характерный для дефилирующих поверхностей рельеф: не разрушенные припесчаненные поверхности дна чередуются с многочисленными глубокими очагами дефляции. Южная часть, несмотря на активную дефляцию, местами покрыта сравнительно хорошим травостоем. Здесь при автоморфном режиме увлажнения формируются пустынные песчаные почвы. Верхние горизонты почвенного покрова представляют собой подобие рыхлой дернины.

В районе залива Аджибай, западней Муйнакского залива песчаный массив приобретает шоколадный (кочковатый) рельеф. Здесь произрастает довольно разнообразная кустарниковая и травянистая растительность. На закрепленных травянистой растительностью поверхностях формируются примитивные пустынные песчаные почвы.

Цепь средних и высоких полузакрепленных бугров и барханов тянется вдоль полуострова Тигровый хвост. Здесь местами присутствуют пустынно-песчаные почвы.

У западного побережья полуострова располагается массив, сложенный морскими осадками и обломками третичных отложений. Он вытянут с юга на север вдоль побережья. Сейчас обломки третичных пород обнажены или частично пересыпаны

грубым щебнисто-песчаным материалом с примесью ракушек. Часть территории погребена под отдельными невысокими буграми навейных песков. Грядовые барханы, ориентированные с севера востока на юго-запад, высотой до 5-7 метров, незаросшие, тянутся вдоль почти все полосы конуса выноса, песчаной косы, в средней части массива. Восточная часть этого регионального поднятия занята равнинными незакрепленными песками с отложениями коренных пород.

Пустынно-песчаные почвы

На изучаемой территории пустынно-песчаные почвы двух типов.

Первый тип, это генетически сформированные, старые почвы, находящиеся в длительном почвообразовательном процессе. Эти почвы приурочены к островным ландшафтам. В результате эоловой деятельности, они часто перекрыты песком. Профиль их может иметь два гумусовых горизонта. Верхний вторичный, как следствие зарастания и закрепления песков и нижний - погребенный (разрез2(102), 1 экспедиция, Акпетки). Почвы, как правило, незасоленные и слабозасоленные в исходном профиле.

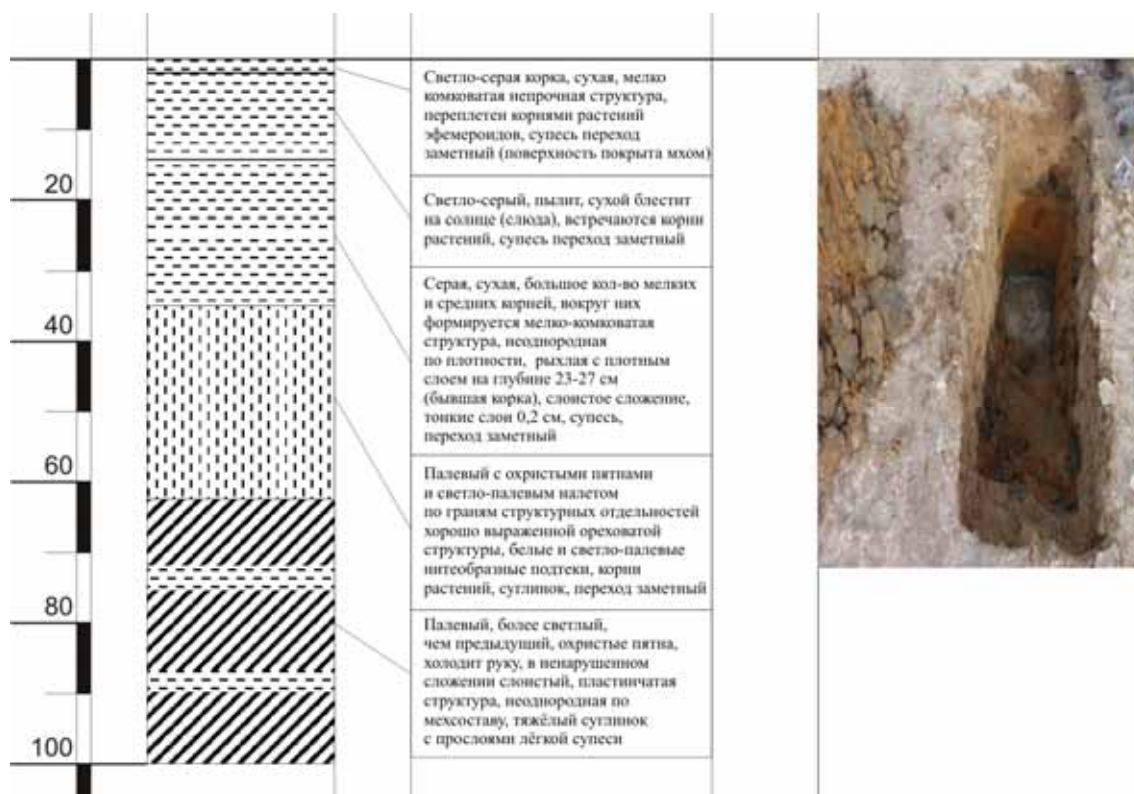
Второй тип - это молодые примитивные пустынно-песчаные почвы (рис.38). В их профиле уже четко определяется гумусовый горизонт, но они еще сохраняют признаки засоления, присущие солончаками, на которых пустынно-песчаные почвы образованы.



Рис. 38 Пустынно-песчаные почвы под посадками саксаула

Для характеристики морфологического профиля пустынно-песчаных почв приводится описание разреза 30(230), заложенного на территории десятилетних искусственных посадок саксаула, севернее Рыбачьего залива.

Описание разреза 30 (230)

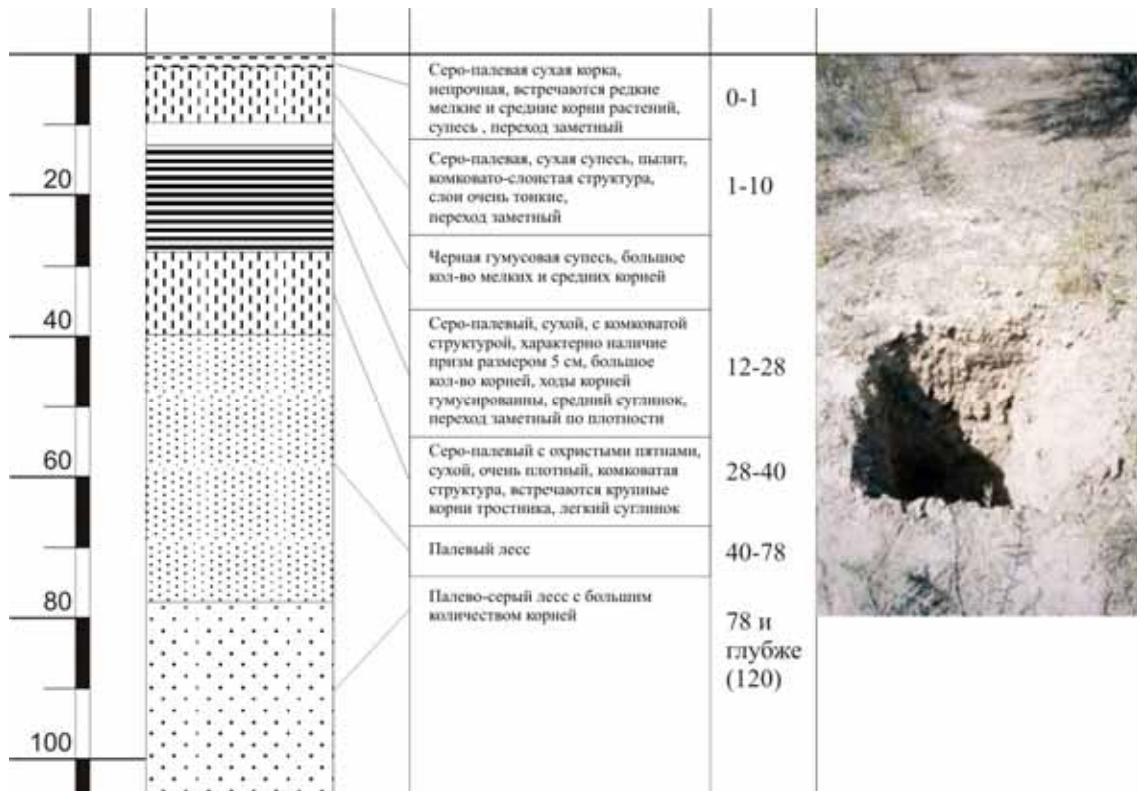


Опустынивающиеся лугово-аллювиальные почвы

Опустынивающиеся лугово-аллювиальные почвы в основном приурочены к дельте Амударьи. Высыхание русла реки, повышение базиса дренированности, снижение уровня грунтовых вод вносит изменения в генезис луговых почв и их опустынивание.

Почвы в верхнем поверхностном слое хлоридно-сульфатные и сульфатно-хлоридные, по профилю средне и слабозасоленные, образованные на аллювиальных отложениях, в связи с чем, крайне неоднородные по механическому составу. В профиле встречается большое количество растительных остатков, в том числе камыша, хорошо выражен по цвету и структуре гумусовый горизонт, верхний же 10 см слой обеструктуренный, Ниже приводится описание разреза 6(306). Разрез сделан на массиве посадок в районе Рыбачьего залива под саксаульником.

Описание разреза 6 (306)



Почвенный покров территории между чинком Устюрта и заливом Аджибай

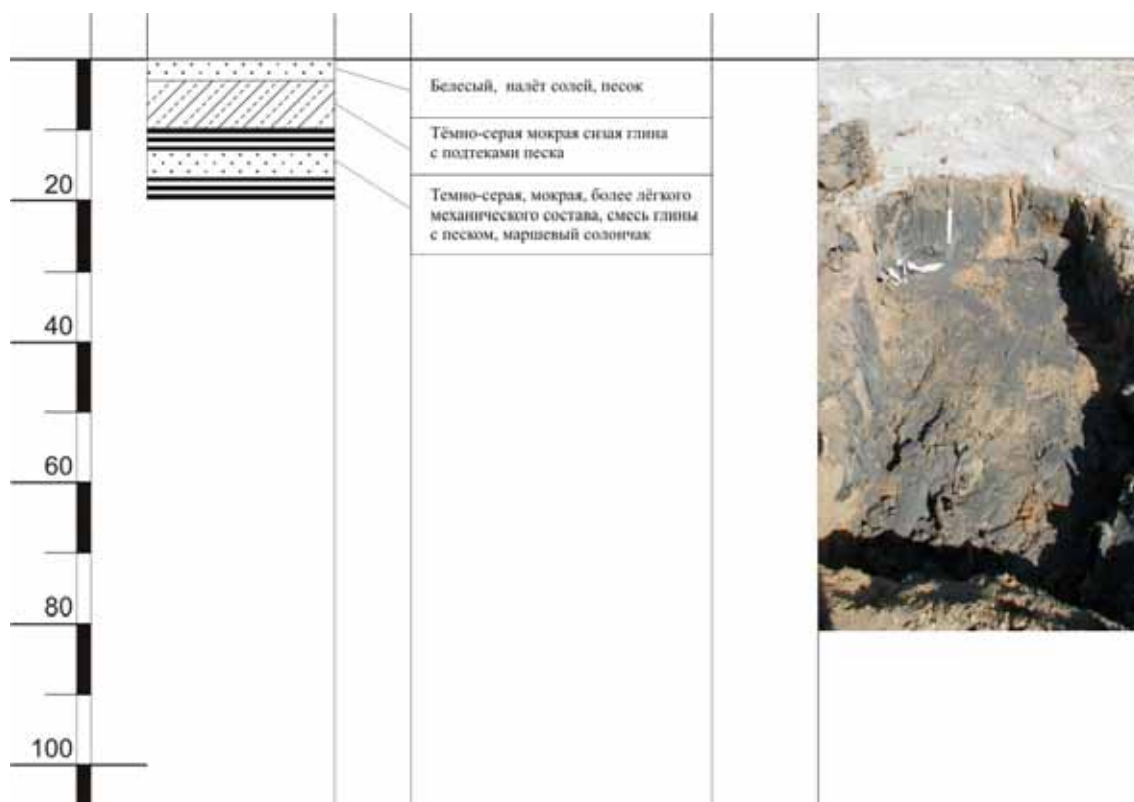
Общий рельеф территории представляет собой равнину с уклоном в сторону современного уреза воды и уклоном от чинка к заливу Аджибай. Процесс высыхания моря здесь наблюдался в двух направлениях. Моря отходило от коренного обрывистого берега Устюрта на восток и одновременно отодвигалось на север. Обрывистый чинк Устюрта обнажился, представляя собой живописную картину слоистых четвертичных отложений (рис.39).



Рис. 39 Чинк Устюрта

С плато Устюрт можно наблюдать четкие границы смены гидроморфных солончаков на их обсыхающие разности.

Описание разреза 501



Спуск к урезу воды с чинка позволил наблюдать смену пляжного песка на маршевый солончак, и затем высыхание, и образование корки на поверхности (разрезы 501, 502, 503) (рис.40).



Рис. 40 Аральское море. Берег (Западное море)

И здесь обсохшее морское дно имеет сложное литолого-геоморфологическое строение. Для этой части обсохшего морского дна характерно наличие провальных грунтов. Этот процесс связан с чередованием песка, покрытого мелкими илистыми наносами. Размывание последних, проседание подложки приводит к образованию упканов - ям, достигающих метра в диаметре. озера Судочье, засыпая дорогу и озеро. Вторая зона риска - обсохшее дно озера, покрытое подвижными песками. Почвенный покров представлен так же, как и на всей территории осушки различными по гидроморфности, в зависимости от уровня грунтовых вод, солончаками. Под саксаульниками наблюдается процесс формирования пустынно-песчаных почв (разрез 515) (Рис 41).



Рис. 41 Незакрепленный песок вдоль озера «Судочье»

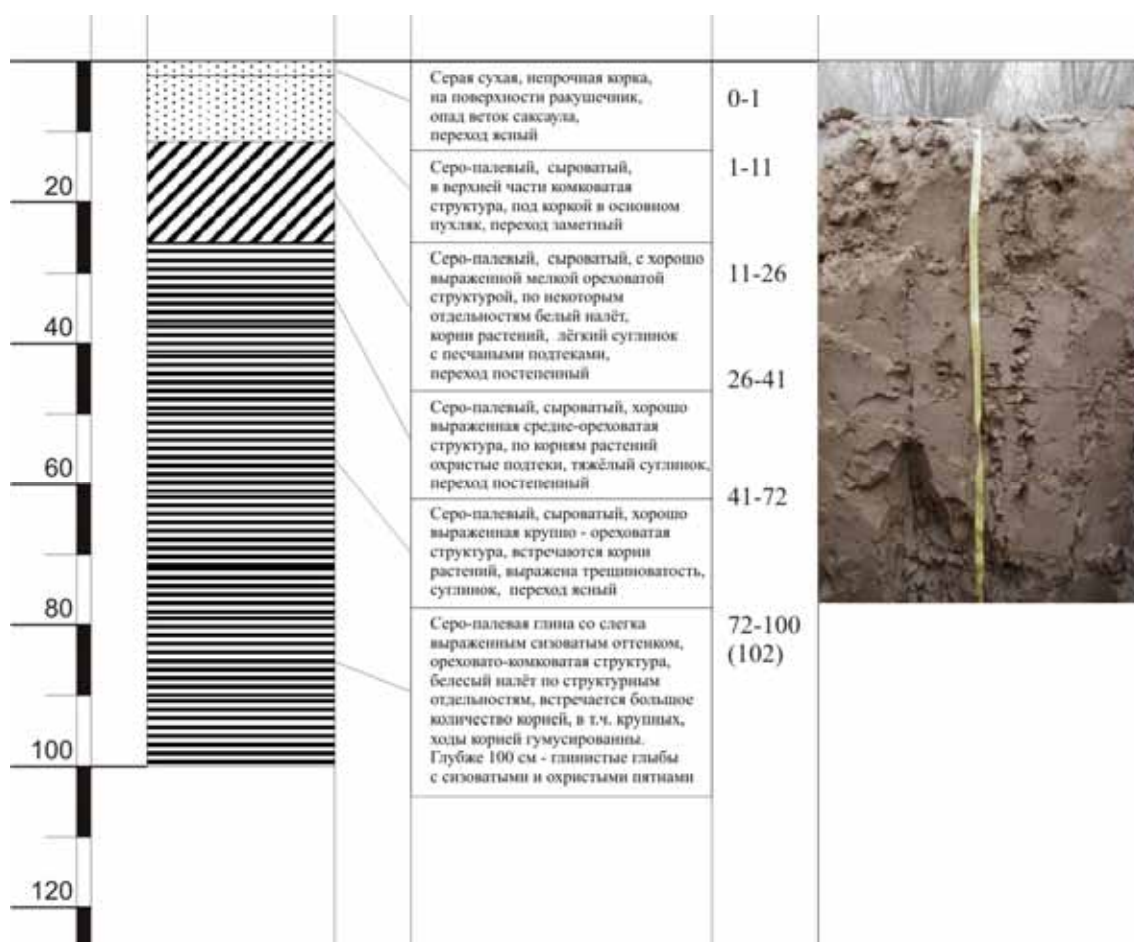
Основная часть описываемого массива сложена корково-пухлым (разрез 504-506) и корковым солончаком, севернее Аджибая избыточно-гидроморфным (разрез 507). Территория характеризуется активным процессом солепылепереноса (рис.42).



Рис. 42 Пыльная буря

Большая часть солончаков припесчаненная. Эоловые процессы разрушают корку, и песок покрывает как внешнюю поверхность почвы, так и пустоты под ней, образуя вздыбленный мезорельеф в сочетании с песчаными буграми и непрочно корковым солончаком (разрез 512-513). Вдоль Аджибая с восточной и западной стороны тянутся солончаки с укканами (ямами), разрез 511. В профиле почв четко просматриваются крупные вертикально расположенные трещины.

Описание разреза 511, солончак непрочно-корковый, в начале формирования пустынно-песчаной почвы.



Наблюдения показали, что и они являются источниками пыли, причем значительными, тонкая фракция способна переноситься на большие расстояния. Фотография демонстрирует четкую границу формирования пыльной бури. Этот снимок весьма показательный, так как демонстрирует влияние посадок, которые заканчиваются километра за 1.5 до зафиксированного центра бури.

На основании обследования была создана почвенная карта по состоянию на 2005 год (рис.43).

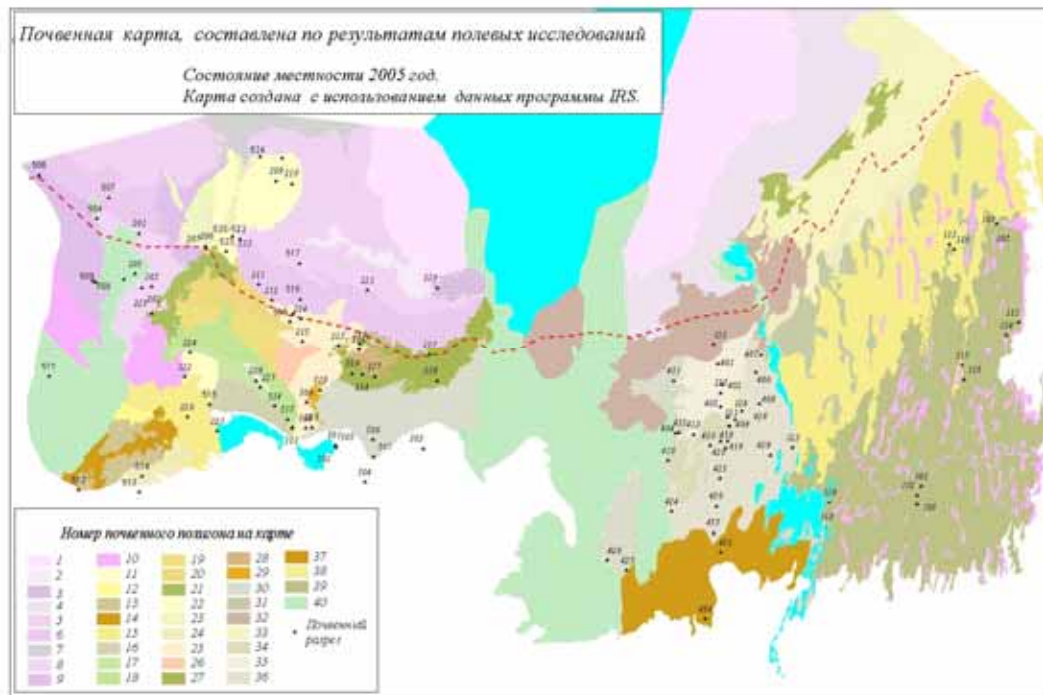


Рис. 43 Почвенная карта, составленная по результатам полевых исследований

Легенда к почвенной карте

Экспликация к почвенной карте		
1	Солончак приморский избыточноувлажненный такыровидный	Слоистый комплекс суглинков, супесей, песка
2	Солончак приморский избыточноувлажненный непрочно-корковый	Слоистый комплекс суглинков, супесей
3	Солончак приморский избыточноувлажненный непрочно-корковый	Слоистый комплекс суглинков, супесей, песка, с преобладанием суглинков
4	Солончак приморский избыточноувлажненный непрочно-корковый	Слоистый комплекс суглинков, супесей, песка, с преобладанием песка
5	Солончак приморский умеренногидроморфный непрочно-корковый, местами припесчаный	Слоистый комплекс суглинков, супесей, песка
6	Солончак приморский полугидроморфный непрочно-корковый, местами припесчаный, с отдельными пятнами ракушечника	Слоистый комплекс суглинков, супесей, песка
7	Соляная пустошь	
8	Солончак приморский умеренногидроморфный корково-пухлый, периодически обводняемый	Слоистый комплекс суглинков, супесей, песка, подстилаемый тяжелыми и средними суглинками
9	Солончак приморский умеренногидроморфный корково-пухлый, местами припесчаный	Слоистый комплекс суглинков, супесей, песка, подстилаемый тяжелыми и средними суглинками
10	Солончак приморский умеренногидроморфный корково-пухлый, местами припесчаный	Супесчано-сулинистый, с выраженными упканями
11	Солончак приморский умеренногидроморфный корковый, местами припесчаный	Тяжело- и среднесуглинистые (местами слабоприпесчаные) на слоистых суглинках с прослойками супесей и песков
12	Солончаки приморские автоморфные корковые, кочковатые	Глинистые и тяжелосуглинистые (сверху припесчаные)
13	Солончаки автоморфные с навевными слабозаросшими бугристыми песками	Супесчано-песчаные с мощными прослойками глин и тяжелых суглинков в нижней части профиля

Экспликация к почвенной карте		
14	Солончаки автоморфные с навесными заросшими бугристыми песками	Супесчано-песчаные с мощными прослойками глин и тяжелых суглинков в нижней части профиля
15	Пустынно-песчаная почва	Легкосуглинистая, утяжеленная книзу
16	Материковая часть	
17	Сочетание солончаков приморских гидроморфных и избыточно-гидроморфных (приозерно-раповых) и равнинно-мелкобугристых песков	Песчаные, в озеровидных западинах легкосуглинистые и супесчаные
18	Солончак приморский умеренногидроморфный перекрытый песком	Супесчано-песчаные
19	Солончак приморский умеренногидроморфный	Супесчано-песчаные
20	Солончак приморский полуавтоморфный с песчаными массивами	Слоистый комплекс с преобладанием супесей и песков над суглинками и глинами
21	Солончак приморский полуавтоморфный с песчаными массивами	Глинистые и суглинистые с прослойками супесей и песков в нижней части профиля
22	Песок незакрепленный в комплексе с солончаками	Слоистый комплекс с преобладанием супесей и песков
23	Солончак приморский полугидроморфный непрочнокорковый, перекрытый незакрепленным песком, с выходами коренных пород в виде валунов	Слоистый комплекс с преобладанием супесей и песков
24	Песок с ракушечником	песок
25	Барханы	песок
26	Пустынно-песчаная почва	Слоистый комплекс супесей, песков, суглинков
27	Пустынно-песчаная почва в комплексе с солончаками	Глинистая и суглинистая в нижней части профиля
28	Солончак полуавтоморфный и автоморфный корково-пухлый и непрочно-корковый	Глинистая и суглинистая в нижней части профиля
29	Песок	песок
30	Солончак автоморфный в комплексе с незакрепленными песками	Слоистый комплекс супесей, песков, суглинков
31	Луговые опустынивающиеся	Глинистые, тяжело- и среднесуглинистые (припесчаненные) на слабослоистых отложениях различного механического состава
32	Солончак избыточногидроморфный	Преимущественно супесчано-песчаные с прослойками суглинков и глин
33	Дюны	Песок
34	Пески незакрепленные	Песок
35	Посадки	
36	Солончак умеренногидроморфный местами перекрытый подвижными песками	На тяжелосуглинистых и среднесуглинистых отложениях
37	Комплекс полуавтоморфных и полугидроморфных солончаков с песчаными буграми и барханами	Слоистый комплекс различного мехсостава
38	Солончак автоморфный местами перекрытый песком (посадки)	Песчано-супесчаные на слоистых отложениях различного механического состава (от глин до песков)
39	Солончаки приморские полугидроморфные перекрытые мощным чехлом подвижных незакрепленных песков	Супесчано-песчаные
40	Комплекс солончаков озерно-раповых (соровых) с пустынно-песчаной почвой реликтовых островов	Супесчано-песчаные

4.1.2. Результаты гидрогеологических исследований

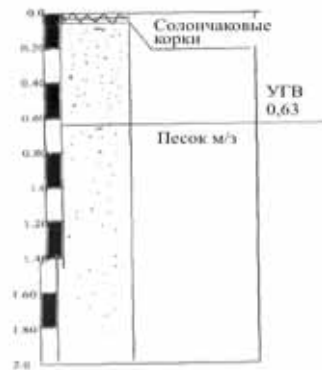
В процессе исследований экспедицией были пробурены скважины для определения геологического разреза и минерализации грунтовых вод, с отбором проб воды для сопоставления их с минерализациями отобранных проб воды режимных наблюдательных скважин, расположенных на исследуемой территории.

Пробуренная 1(зонд.) скважина находится в координате точке скважина «Нурбай» в юго-восточной части Аральского моря. Литологический разрез представлен до 2,0 м. Песок мелкозернистый, УГВ-0,63 м. Минерализация - 42,0 г/л. На этом же участке отобраны пробы воды наблюдательных режимных скважин ГХК 33 скважина №4 глубина скважины 6,0 м, УГВ-1,87 м, минерализация - 47,2 г/л.

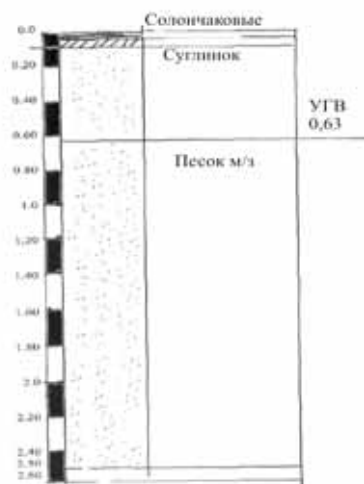
Скважина 2 (зонд.) пробурена в координате на участке «Боз-Узьяк». Литологический разрез сложен от 0,0 до 0,5 м солончаковой коркой; от 0,05 до 0,5 м суглинок с почвенно-растительными слоями, от 0,5 м до 2,5 м песок мелкозернистый серо-желтый; УГВ-0,64 м, минерализация - 46,0 г/л.

Скважина 3 (зонд.) пробурена в урочище «Селеуле», глубиной 2,5 м. Литологический разрез представлен от 0,0 до 0,10 м. Суглинок коричневый. 0,10 до 2,5 м песок, УГВ-0,51 м, минерализация - 52,4 г/л.

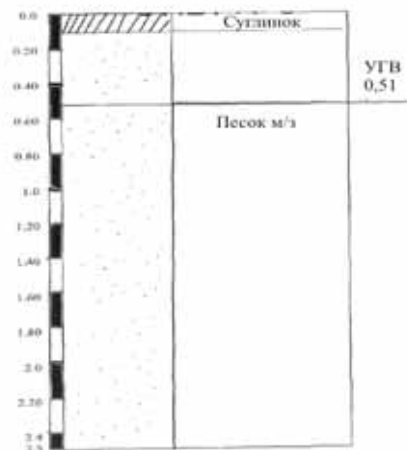
Скв №1



Скв №2

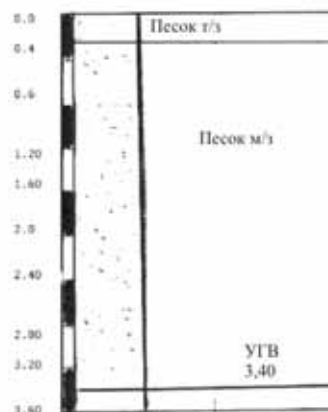


Скв №3



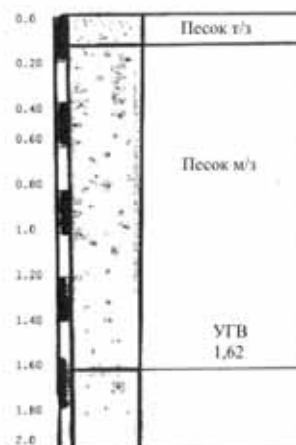
Скважина 4 (зонд.) пробурена на границе Казахстана. Литологический разрез представлен от 0,0 м до 0,25 м песок тонкозернистый серый, 0,25 м до 3,58 м песок мелкозернистый серовато-желтый, УГВ-3,40 м, минерализация воды-42,0 г/л.

Скв. № 4



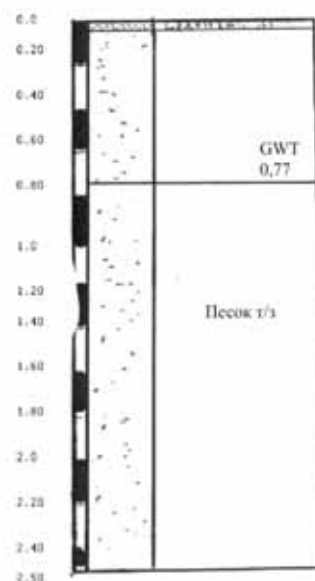
Скважина 5 (зонд.) пробурена в 35 км от скважины "Сарсек" к морю. На этом участке литологический разрез представлен от 0,0 м до 0,15 м, песок серый тонкозернистый; 0,15 до 2,0 м.; песок илистый серый, плавун. УГВ - 1,62 м, минерализация - 36,0 г/л.

Скв. № 5



Скважина 6 (зонд.) Большой шор, литологический разрез представлен от 0,0 до 0,05 м солончаковой коркой; от 0,05 до 2,5 м песок серый, илистый; УГВ- 0,77 м., минерализация - 41,0 г/л.

Скв. № 6



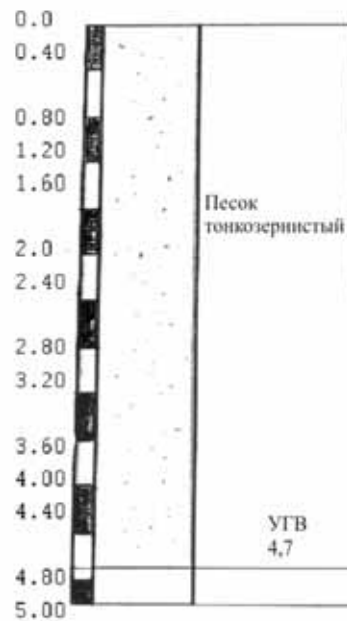
Скважина 7 (зонд.) пробурена в 2-х км от «Сахабая», вскрыто до 5,0 м песок тонкозернистый, желтовато-серый, УГВ-4,7 м, минерализация-39,0 г/л.

На участке «Тогузаркан» находится режимная скважина №4 ГХК-37 с минерализацией -54,0 г/л., УГВ-3,75 м. Такая же минерализация и УГВ распространены повсеместно.

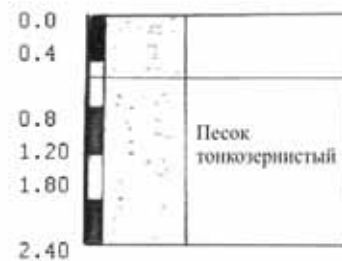
На участке Джилтырбас, недалеко от одноименного залива пробурена скважина № 7^A (зонд.). Литологический разрез представлен: 0,0-2,0 м серовато-желтыми тонкозернистыми песками, УГВ-0,58 м, минерализация-57,1 г/л.

Скважина 8 (зонд.) пробурена вдоль Кокдарьи. Литологический разрез представлен: 0,0-0,90 м песок серый; 0,90 до 1,70 м суглинок коричневый; 1,70 до 2,5 м песок серовато-желтый пльвун. УГВ-1,57 м, минерализация-42,0 г/л.

Скв. № 7



Скв. № 7А



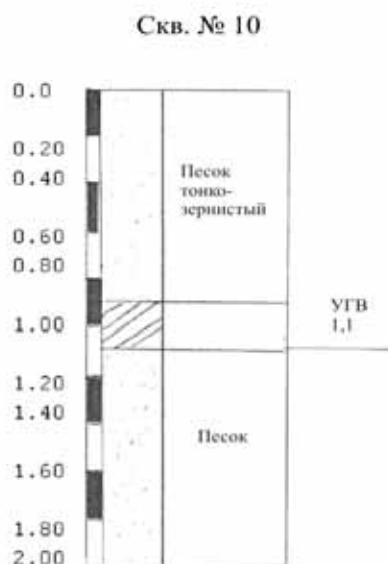
Скв. № 8



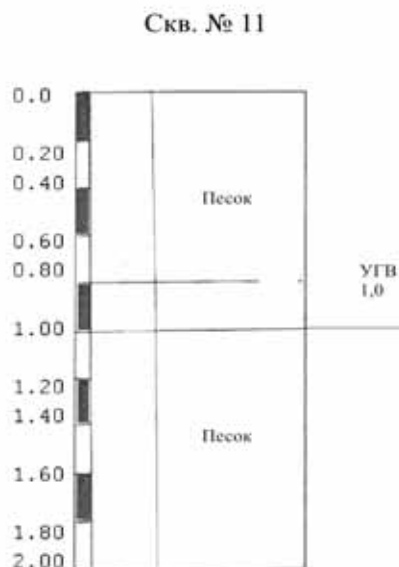
Скважина 9 (зонд.) пробурена рядом с заброшенной буровой вышкой, литология представлена от 0,0 до 0,80 м песок серый, от 0,80 м до 1,80 м суглинок коричневый, 1,80-2,0 м песок серо-желтый плавун. УГВ-1,10 м., минерализация - 43,7 г/л.



Скважина 10 (зонд.) пробурена на участке работ МФСА (новый участок ГТЦ), литологический разрез представлен 0,0 до 0,90 м песок тонкозернистый от 0,90 м до 1,10 м суглинок, 1,10 до 2,0 м песок серо-желтый, УГВ-1,10 м., минерализация - 47,0 г/л.



Скважина 11 (зонд.) пробурена в 11- 200 м от заброшенной буровой вышки к морю, литология представлена от 0,0 до 0,80 м песок тонкозернистый серый, 0,80 до 1,0 м суглинок, а от 1,0 до 2,0 м песок тонкозернистый серо-желтый, УГВ-1,0 м., минерализация - 37,0 г/л.



Таким образом, семь скважин на обследованной территории имеют глубину уровня грунтовых вод в пределах 0,51-1,10 м, т.е. характеризуют гидроморфные условия, пригодные для произрастания тамариска и других древних культур. Скважины более глубокие, характеризуются полугидроморфными условиями с УГВ 1,57...1,82 м. Автоморфный режим обнаружен лишь на трех скважинах глубиной 3,40-4,75 метра. Сопоставление с картой Пинхасова 1993...96 годов не показало значительного изменения УГВ. Минерализация повсеместно колеблется в пределах 36...57 г/л. Мы попытались установить определенную связь удаления от существующего уреза воды в море. Это сопоставление приведено на рис.44. Зависимость уровня грунтовых вод от удаленности от уреза воды



Рис. 44 Зависимость уровня грунтовых вод от удаленности от уреза воды

На осушенном дне моря имеется значительное количество действующих самоизливающихся скважин в районе Акпетки - 4 и в районе Джилтырбаса - 4. Большинство скважин артезианские, с сильноминерализованной высокой температурой воды.

Наши наблюдения свидетельствуют, что обсохшая часть дна Аральского моря в обследованных участках находится в зоне напорных грунтовых вод, на которых естественное влияние оказывает снижение уровня Аральского моря, при некотором слабом воздействии, расположенных на юге польдерных и речных систем. По результатам проведенных работ установлено, что на обсохшей части дна Аральского моря, УГВ колеблется от 0,57 до 4,7 м, минерализация в среднем от 26,0 г/л до 67,8 г/л. Водоносные горизонты и комплексы аллювиально-озерных и плейстоценовых отложений реагируют гораздо быстрее на снижение уровня моря, чем верхние горизонты аллювиальных морских и подводно-дельтовых отложений Аральского комплекса.

Это в основном связано с геолого-литологическим составом и фильтрационными параметрами водовмещающих пород. На обсохшем дне более раннего периода осушки по снижению УГВ и уровня Аральского моря происходит отрыв капиллярной каймы от поверхностной части дна моря, и процесс засоления почвогрунтов перемещается в глубину слоя, тем самым, уменьшая возможность их ветрового выноса в атмосферу.

4.1.3 .Растительный покров (общее)

Вышедшие на поверхность участки дна неоднородны по характеру слагающих их отложений, и все еще прослеживается их связь с отдельными участками дельтовой равнины. По особенностям современных процессов (обсыхание, соленакопление, падение

грунтовых вод, зарастание) четко выделяются такие его участки как Аджибайский, Муйнакский, Урдабайский, Казахдарьинский, на территории которых происходит формирование новых ландшафтов.

Исследования С.К.Кабулова («Изменение фитоценоза пустынь при аридизации (на примере Приаралья). И. «ФАН», Ташкент. 1990) показали, что в процессе аридизации осушенных морских заливов происходит закономерная смена фитоценозов, выражающаяся в изменении видового состава, численности и других биопараметров ценнопопуляции. Ведущим факторами их смены выступают изменения влажности и засоленности почвогрунтов.

Первым поселенцем на полосе периодических затоплений оказывается солерос - 1-3 особей на 100 м². В 60-80 м от уреза воды количество солероса резко возрастает и появляется сведа. Растения занимают, главным образом, выположенные участки и промежуточные пространства, не избыточно засоленные микроповышения и не укрытые морской травой микрозападины, хотя на последних прорастают единичные особи солероса. Двучленные микрогруппировки из солероса и сведы наиболее характерны для большей части активного пляжа, При этом в полосе, ближе расположенной к морю, преобладает солерос, а в более удаленной полосе - сведа. Единичными пятнами на границе сообщества гидроморфных солончаков с полугидроморфными (в сообществе принимает участие) проступает тростник.

По мере отступления моря и понижения уровня грунтовых вод лесорастительные условия ухудшаются, так как максимум солей вследствие выпотного режима смещается в верхние горизонты отложений. Солеросовое сообщество отмирает. На отложениях глинистого и суглинистого мехсостава растительность практически не возобновляется.

На процессы зарастания растительностью песчаных отложений, подверженных эоловому переносу, влияют: скорость и направление ветра, форма песчаных образований, местоположение существующих семенных баз и т.д. Наиболее ярким примером самозарастания могут служить участки ранее переметаемых песков, расположенных вдоль восточного чинка плато Устюрт, занятые в настоящее время селиново-черносаксауловыми ассоциациями, а участки мелкобугристых песков к северу от мыса Тигровый хвост заросли кандымом голова Медузы. Ярким примером самозарастания является Акпеткинский архипелаг и осушенная часть со стороны моря, где поверхность земли покрыта до 80 % растительностью. На некоторых понижениях растут более солеустойчивые виды растений, а в других более возвышенных местах древесно-кустарниковые растения.

В октябре и ноябре 2005, мае - июне 2006 и весной 2007 годов по заданию GTZ экспедиция НИЦ МКВК проводила полевые исследования на территории обсохшего дна Аральского моря.

Обследованные в обсохшей части Аральского моря пески, закрепленные растениями, встречаются почти по всей изучаемой территории. Они в основном развиты на эоловых отложениях, местами охватывая большие и небольшие площади солончаковых понижений. В верхних слоях бугристых и грядовых песков, благодаря процессам почвообразования и зоогенных факторов среды, образуется небольшой слой гумуса. Начальная стадия почвообразования совпадает с моментом закрепления песков песчаными растениями - псаммофитами, которые обладают особыми приспособлениями, позволяющими отставать в росте от нарастающих ветром песков. Это в основном полынь (*Artemisia L.*) и др.

В связи с понижением уровня Аральского моря и повышением сухости воздуха пустынно - песчаный тип процессов почвообразования приобрел еще более аридный

характер. Плюс к этому пустынно-песчаные почвы начали стареть ускоренными темпами, это характеризуется образованием на песчаных грядах засоленной илистой корочки с пустынным мхом, что ухудшает физические свойства почвы. Местами на песках отмечаются следы поверхностного стока. В районах, близлежащих к обсохшему Акпеткинскому архипелагу усилилась засоленность пустынных песчаных почв, что способствует угнетению растительного покрова.

На обсохшем дне Акпеткинського архипелага имеются далеко простирающиеся с севера на юг и с востока на море бугристо-грядовые пески и солончаковые субстраты. Все это разнообразие рельефа отражается на характере растительности (рис.47).



Рис. 45 В направлении к Казахской границе

В сложении бугристо-грядовых песков комплекса основной ландшафтный фон создают древесно-кустарниковые и травянистые растения, такие как: *Halaxylon aphyllum* (черный саксаул), виды кандымов: *Calligonum caput Medusa*, *Calligonum eriopodum*, *Calligonum junceum*, *Ephedra strobilacea*, *Astregalus villosiassmus*, с участием *Artemisia terracalbae*, *Heliotropium lasiocarpum*, *Carex physodes*, *Corispeormum lehenanianum* и др. Доминирующим компонентом низших ярусов выше упомянутого комплекса являются: *Bromus tectorum*, *Eremopyrum orient ale poa bulbosoe*, *Stipagrostis pennata*, *Jsatis minima*, *Strijosella scorpioides* и др. Для рыхлых песчаных массивов, склонов грядовых песков характерно *Halaxylon persicum* и *Ammadendron conollyi*, для уплотненных песков *Artemisia terracalbae*, *Corispeenun lehmanianum*, *Eremopyrum oriental*. Элементами богатой и разнообразной травянистой растительности в песке являются: эфемеры и эфемероиды. Когда мы проводили обследования, все эти виды были высохшими. Мы обнаружили высохшие стебли следующих эфемеров и эфемероидов: *Allium sabulosum*, *Tulipa sogdiana* и др., *Alyssum turkestanicum*, *Diptychocarpus strictus*, *Bromus tectorum* и др. (рис.46)



Рис. 46 Рядом с протокой «Тогузаркан»

В псаммофитно-кустарниковых сообществах кроме выше указанных видов нами обнаружены группировки джужгуна (кандым) *Callygonum caput Medusae*, *C. junceum*, *C. microcarpum*, *C. tugex* с участием саксаула *Halaxylon aphullum*, *Ephedra strobilacea* и редкие кусты черкеза *Salsola Richter*. На мелкобугристых и барханных песках, а также склонах крупных песчаных гряд кизылчево - селеново - джужгуновая, селеново - джужгуновая ассоциации, в некоторых местах в сочетании с разнотравно - джужгуновой и соаково - джужгуновой ассоциациями. На глинистых обнаженных, с отдельными солончаковыми пятнами территориях, также нами были описаны солеросовая и гребенщикова ассоциации.

Вдоль восточного и южного берега обсохшего дна Аральского моря встречаются элементы микрорельефа биогенного происхождения: вегетативные бугры, холмики, кочкарники среди отмирающих зарослей тростника (купа лаки), засыпанные песком; здесь нами обнаружены всходы солянки, сведи, гребенщика и др. Береговая растительность отступающего моря представлена рядом галофитов, такие как: *Atriplex dimorphostegia*, *Salicornia europea*, *Salsola micranthera*, *Suaeda*, *Tamarix hispida*, *T. laxa*, *T. Pentadra* и другие. В некоторых местах растительность закрепленных песков разбросана очень редко, иногда 4-5 кустов на одном бугре, а в других случаях - 10-15 кустов.

Эти бугры служат, как бы переходом, к более уплотненным мелким буграм с более обильной растительностью, где произрастают *Halaxylon persicum*, *Halaxylon aphullum*, *Salsola arbuscula*, *Salsola Richter*, *Artemisia santolina*, (пыльш кегфорная), *Artemisia diffusa* (полынь раскидистая), *Artemisia terreolbae* (полынь белой земли), *Ceratocarpus arenarius*, *Carex physodes* и др. В бугристых песках наблюдались выдутые солончаковые шоры, похожие на котлованы с глинистой, в некоторых местах корково-солончаковым покрытием. Здесь нами зарегистрированы следующие виды: *Halaxylon aphullum*, *Tamarix elongata*, *Tamarix laxa*, *Halostachys belangeriana*, *Salicornia europea*, *Suaeda salsa* и др.

В восточной части обсохшего дна моря по старым протокам «Тогузаркан», с развитым рельефом в некоторых местах с покатым склоном к протоку «Тогузаркан» распространена разнотравно-черносакуловая ассоциация.

От скважины «Нурбай» к востоку - рельеф барханные пески - менее закреплен разнотравьями. Здесь растительный покров в основном слагается из черносакулового и

джингилового комплекса с разнотравьями. Далее 1,5 км к востоку в пониженных местах, среди барханов на солончаке с примесью ракушки основные ландшафтные растения сложены разнотравно-карабараково-саксауловыми ассоциациями.

Территория центральной части урочища «Боз-Узьяк» в основном покрыта холмисто барханными, бугристыми песками. Наши исследования проводились к северу, в пониженных местах - почва корковый солончак, а в центре шора есть грунтовая вода. Основная растительность в центре тростник (*Phragmites australis*), по краям встречается гребенщик (*Tamarix laxa*), урух (*Calamogrostis dubia*) и др. (рис.47).



Рис. 47 Урочище «Боз-Узьяк»

Территория вдоль правого берега реки Кокдарьи также покрыта, в основном, холмисто - барханными, бугристыми песками, встречаются равнинные полосы, а также солончаковые понижения. Основной ландшафтной фон создают древесно-кустарниковые и травянистые растения, такие как: *Halaxylon aphyllum* (черный саксаул, виды кандымов): *Calligonum caput Medusae*, *Calligonum eriopodum*, *Calligonum junceum*, *Ephedra strobilacea*, *Astregalus villosissimus*, с участием *Artemisia terraeolbae*, *Heliotropium dasycarpum*, *Carex physodes*, *Corisporium lehenianum*, *Phragmites australis* - этот вид встречается ближе к берегу реки и др.

По маршруту Караузьяк от моста Арал до главного полигона GTZ поверхность земли в основном равнинная с посадками черного саксаула. За полигоном сотрудники продолжают осваивать земли в сторону моря. Около 5-10 км от полигона GTZ начинаются огромные незакрепленные барханы, которые подвержены интенсивному дефляционному процессу. Эта территория бедна растительностью, тем не менее, мы обнаружили некоторых видов растительности: *Halaxylon aphyllum* (черный саксаул, виды кандымов): *Calligonum caput Medusae*, *Calligonum eriopodum*, *Calligonum junceum*, *Ephedra strobilacea*, *Astregalus villosissimus*, с участием *Tamarix laxa*, *Artemisia diffusa* (польнь раскидистая), *Artemisia terraeolbae* (польнь белой земли), *Ephedra strobilacea* и редкие кусты черкеза *Salsola Richter*, *Aristida pennata* и ряд других.

По данному маршруту обратная дорога вдоль левого берега Кокдарьи проходила по холмисто-барханным и бугристым пескам. Было обнаружено очень много барханов, незакрепленных растительностью и подверженных к процессу дефляции. Между барханами имеется растительность вида: *Halaxylon persicum*, *Halaxylon aphyllum*, *Salsola arbuscula*, *Salsola Richter*, *Artemisia santolina*, (пыльш кегфорная), *Artemisia diffusa* (полынь раскидистая), *Artemisia terraeolbae* (полынь белой земли), *Ceratocarpus arenarius*, *Carex physodes*, *Aristida pennata* и др.

Аральское море, его древние и современные протоки, повышенная засоленность, разное опреснение и засоление озёр обусловили своеобразный характер рельефа. Северная часть региона характеризуется понижением, древнеаллювиальными отложениями. На южном берегу моря много высоких участков литеральной зоны, морских заливов, разливов авандельты, островов, бывших протоков, барханов, бухт и др.

Создавшиеся условия острого дефицита воды, вызвали развитие процессов опустынивания. На осушенном дне Аральского моря повышенная соленость, резкое опреснение и в пределах дельты Амударьи осушенная полоса представлена суглинистыми, местами песчаными отложениями, в заливах с преобладанием ила (Бродская Н.Г., 1952; Петров М.П., 1950).

4.1.4. Состояние искусственных посадок

Территория находится в различной степени освоения, начатого в 1977 году.

Проведенное обследование о составе и состоянии посадок, посевов позволило выявить массивы, нуждающиеся в облесении, площадь которых составляет 9,345тыс.га.

Выполнено описание растительных формаций, видовой состав, плотность покрытия (табл.8).

Таблица 8. Результаты обследования посадок 3 экспедиции

Номера массивов	Площадь массива, в га	Участок 1, в %	Участок 2, в %	Участок 3, в %	Средняя плотность Покрытия в %
I	6838	$\frac{60}{100}$	$\frac{30}{95}$	$\frac{10}{75}$	90
II	7273	$\frac{50}{95}$	$\frac{30}{75}$	$\frac{20}{50}$	73
III	6812	$\frac{40}{80}$	$\frac{40}{60}$	$\frac{20}{30}$	57
IV	3146	$\frac{60}{90}$	$\frac{30}{80}$	$\frac{10}{40}$	70
V	4,0				90
VI	6268	$\frac{20}{70}$	$\frac{60}{30}$	$\frac{20}{5}$	35
Всего	30341				69,2 (20996 га.)

Примечание: в знаменателе - процент общей площади массива;
в числителе - процент покрытия поверхности данной площади.

Искусственные посадки, охватывающие центральную часть южного осушенного дна моря начала изучать третья экспедиция, охватывающей центральную часть южной осушки моря (Табл. 9-11).

Таблица 9 Геоботаническое описание выбранных участков с хорошим остоянием растительности (3 экспедиция).

Номера участков	Увлажненность	Почвы	Классы	Покрываемость	Наличие самозарастания	Возраст
1	+	супесчаный	4.(4.5)	90-95 %	интенсивное	1- 15
6	+	супесчаный	4.(4.5)	90-95 %	слабое	10-15
8	+	такырообразный	4.(4.5)	80-90 %	средний	1-15
4	-	такырообразный	4.(4.4)	70-80 %	слабое	10-15
11	-	пески	4.(4.3)	90-95 %	интенсивное	1-10
14	-	пески	3.(3.1)	80-85 %	слабое	3-4
18	-	пески	3.(3.1)	75-85 %	средний	1-20
19	-	пески	3.(3.1)	85-90 %	интенсивное	1-20
20	+	такырообразный	4.(4.5)	75-80 %	средний	1-15

Таблица 10 Геоботаническое описание выбранных участков со средним состоянием растительности (3 экспедиция).

Номера участков	Увлажненность	Почвы	Классы	Покрываемость	Наличие самозарастания	Возраст
2.	+	солончак	2.(2.4)	60-70 %	отсутствует	до 10
7	+	супесчаный	4.(4.5)	60-70 %	средний	1-15
9	+	такырообразный	4.(4.5)	60-75 %	средний	1- 20
12	-	пески	3.(3.3)	55-65 %	средний	1-10
15	+	пески	3.(3.3)	65-65 %	слабое	3-4
22	+	пески	3.(3.1)	60-65 %	отсутствует	до 10

Таблица 11 Геоботаническое описание выбранных участков с плохим состоянием растительности (3 экспедиция).

Номера участков	Увлажненность	Почвы	Классы	Покрываемость	Наличие Самозарастания	Возраст
3	+	супесчаный	4.(4.3)	5-10 %	отсутствует	до 3
5	+	супесчаный	4.(4.2)	30-40 %	слабое	10-15
10	-	пески	3.(3.3)	30-45 %	средний	1-10
13	+	солончак	2.(2.3)	5-10 %	отсутствует	до 5
16	-	пески	3.(3.3)	15-20 %	отсутствует	2-3
17	+	солончак	2.(2.4)	10-15 %	отсутствует	до 5
21	+	солончак	2.(2.4)	20-25 %	отсутствует	до 5
23	+	солончак	2.(2.3)	30-40 %	отсутствует	до 5

Задача 3-й экспедиции.

Обследование участков после проведения фитомелиоративных работ: посадки, посевы саксаула и других растительных сообществ в районе Джилтырбаса (обсохшая часть Аральского моря).

Цепь барханов высотой до 5 м пересекает территорию в северо-восточном направлении. Литологическое строение почвы слоистое. Почвы - аллювиально-луговые, остаточны аллювиальные, солончаки различной степени гидроморфности.

Южная часть практически полностью занята посадками, северная засажена частично. Обследованная территория является полигоном для реализации программ по облесению сразу нескольких организаций: Караузьякского, Тахтакупырского, Чимбайского лесхозов, МФСА совместно с Караузьякским лесхозом проекта - GTZ. Установить закономерность распределения площадей, их территориальное деление и принадлежность оказалось достаточно сложно. Наличие табличек не всегда проясняет картину, отмечено частое несоответствие содержания надписи таблички и состояния посевов или посадок по площади и по возрасту. Так как обследованная территория большая по площади и достаточно неоднородная, ее описание проведено отдельными массивами, приуроченных к маршрутам.

Для растительности характерна молодая древесно-кустарниковая ассоциация, широко распространены гребенщикозные заросли. На поверхности почвы имеются мелко вздутые солевые корки с обильными битыми ракушками. Компоненты поташниково-чёрносаксауловой ассоциации - белый боялыш, сведа солончаковая. Следующая зона образована черкезово-чёрносаксауловыми ассоциациями. Последнюю зону образуют смешанные группировки кустарников, сведы мелколистной и селитрянки сибирской. По данным Управления лесного хозяйства Республики Каракалпакстан на территории 8 районов их лесхозами с 1989 - 2006 гг. произведены посевы семян и посадки сеянцев, а также лесомелиоративные работы по освоению осушенного дна Аральского моря (табл12).

**Таблица 12 Площади искусственного облесения по данным
Управления лесного хозяйства**

№	Годы посева	Посев семян	Посадка сеянцев	Всего
1	1989	11260	83,5	11343,5
2	1990	12940	300	13240
3	1991	8768	447	9215
4	1992	6438	322	6760
5	1993	8374	355	8729
6	1994	10180	178	10358
7	1995	11012	341	11353
8	1996	14332	550	14882
9	1997	14131	734	14865
10	1998	14127	696	14823
11	1999	5036	715	5751
12	2000	14500	580	15080
13	2001	16281	893	17174
14	2002	16580	1050	17630
15	2003	15080	1009	16089
16	2004	15500	1762,5	17262,5
17	2005	15000	2223	17223
18	2006 п-кв	3000	700	3700
	Итого	212539	12939	225478

Этот район с юга охватывает группу бывших приморских водоёмов, озёра и морские заливы: Абасс, Сарыбасс, Джилтырбас, прежние протока Амударьи: Талдык, Инженерузяк, Балтабайузяк, Бердыбек, Урдабай и др.

Территория характеризуется наибольшим освоением, как по общей площади, так и по приближенной к береговой линии моря. Это отчасти объясняется условиями более приемлемыми для посадок, так как большая часть этой территории представлена аллювиальными отложениями авандельты. Северная же часть наиболее эрозионно-опасная за счет перекрытия поверхности подвижными песками. Скорость передвижения песков достигает нескольких километров в год. Пески формируют массив дюн до 1,5 м высотой, расположенных непрерывными цепочками в направлении моря (экспедиция 4).

4-я экспедиция.

Этот район с юга охватывает группу бывших приморских водоёмов, озёра и морские заливы: Абасс, Сарыбасс, Джилтырбас, прежние протоки Амударьи: Талдык, Инженерузяк, Балтабайузяк, Бердыбек, Урдабай и др (Табл. 13-16).

Таблица 13 Результаты обследования посадок 4 экспедиции

Номера массивов	Площадь массива, в га	Участок 1, в %	Участок 2, в %	Участок 3, в %	Средняя плотность покрытия в %
I	2771.95.	$\frac{40}{100}$	$\frac{5}{20}$	$\frac{55}{10}$	43.3
II	2734.47	$\frac{10}{100}$	$\frac{20}{50}$	$\frac{70}{10}$	60
III	7188.12	$\frac{30}{100}$	$\frac{55}{90}$	$\frac{25}{0}$	65.3
IV	1935.84	$\frac{10}{100}$	$\frac{50}{90}$	$\frac{40}{20}$	70
V	5452.11	$\frac{5}{30}$	$\frac{25}{90}$	$\frac{70}{20}$	46.6
VI	4941.75	$\frac{50}{100}$	$\frac{40}{100}$	$\frac{10}{10}$	70.0
VII	7354.85	$\frac{80}{100}$	$\frac{20}{80}$	$\frac{10}{60}$	80.0
VIII	17.597.27	$\frac{70}{100}$	$\frac{25}{80}$	$\frac{5}{100}$	93.3
Всего	50000				66.0 (37,2 га.)

Таблица 14 Геоботаническое описание выбранных участков с хорошим состоянием растительности (4 экспедиция).

Номера участков	Увлажненность	Почвы	Классы	Покрываемость	Наличие самозарастания	Возраст
1	+	пески	3.(3.5)	70-75 %	отсутствует	до 4
5	+	песок	4.(4.5)	65-70 %	слабое	7-10
8	-	пески	3.(3.3)	65-70 %	средний	1-8
9	-	пески	3.(3.5)	70-75 %	средний	до 5
13	+	пески	3.(3.3)	75-80 %	средний	10
14	-	пески	3.(3.5)	75-80 %	средний	до 10
16	-	пески	3.(3.3)	60-70 %	средний	до 5
17	-	пески	3.(3.5)	75-80 %	средний	до 5
18	-	пески	3.(3.5)	65-70 %	слабое	до 3
19	-	пески	3.(3.3)	65-70 %	средний	до 3

Номера участков	Увлажненность	Почвы	Классы	Покрываемость	Наличие самозарастания	Возраст
23	+	солончак	3.(3.1)	75-80 %	отсутствует	до 3
24	-	пески	3.(3.5)	75-80 %	слабое	до 4
25	-	пески	3.(3.3)	85-90	интенсивное	до 10
26	+	пески	3.(3.4)	60-65	средний	до 5
27	+	пески	3.(3.3)	65-70	средний	до 5
29	-	пески	3.(3.3)	65-70	средний	до 10
30	+	пески	3.(3.3)	75-85	интенсивное	1-15

Таблица 15 Геоботаническое описание выбранных участков со средним состоянием растительности (4 экспедиция).

Номера участков	Увлажненность	Почвы	Классы	Покрываемость	Наличие самозарастания	Возраст
3	+	солончак	4.(4.3)	50-60 %	отсутствует	До 2
4	+	солончак	4.(4.3)	50-60 %	слабое	До 5
6	-	пески	3.(3.4)	40-50 %	среднее	До 2
10	-	пески	3.(3.1)	60-70 %	среднее	До 5
11	-	пески	3.(3.1)	40-50 %	отсутствует	До 3
12	+	пески	3.(3.2)	60-70 %	отсутствует	До 4
20	+	пески	3.(3.3)	60-65 %	отсутствует	До 3
21	-	пески	3.(3.4)	50-60 %	среднее	До 5
22	-	пески	3.(3.3)	60-65 %	среднее	До 5
28	-	пески	3.(3.5)	60-65 %	слабое	До 4
31	-	пески	3.(3.1)	50-55 %	слабое	До 5

Таблица 16 Геоботаническое описание выбранных участков с плохим состоянием растительности (4 экспедиция).

Номера участков	Увлажненность	Почвы	Классы	Покрываемость	Наличие самозарастания	Возраст
7		супесчаный	3.(3.1)	10-20 %	отсутствует	-
15		супесчаный	3.(3.2)	20-25 %	отсутствует	-

На бывших устьях Амударьи близ моря образовались новые площади солончаков и дюны, где местами развиваются различные солянки. Со стороны реки Амударьи начинается смешанный саксауловый лес. С 1977 по 1997 гг. здесь были произведены посеы и посадки чёрного и белого саксаула. Ныне их высота составляет от 1 до 5 м. Густые кустарниковые заросли продолжают до реки Амударьи. На этой территории нами было сделано геоботаническое описание на трёх типах участков в трёх повторностях - аналогично приведенным описаниям.

5 -я экспедиция

Охватила территории Юго-западной части Приаралья, залив Аджибай, западную часть моря (Актумсук), Тигровый хвост, Муйнакский залив, бывшее озеро Соркуль, озеро Судочье, местность Бахыт и др. Описываемая территория характеризуется наиболее освоенной, с точки зрения посевов и посадок древесно-кустарниковыми растениями, особенно это касается западной части Муйнакского залива, вокруг Тигрового хвоста, а также восточной стороны Учсая и залива Рыбачий. На огромной части Аджибайского

залива встречаются барханы, которые засыпают озеро Судочье, между Бахытом и осушенной частью моря, огромную площадь занимают солончаковые пустыри, лишенные растительности. Растительность представлена в основном разнотравными саксаулово-гребенщиковыми ассоциациями, на гидроморфных почвах солеросы, сведа, лебеда и угнетенные однолетние травы (Табл. 17-19).

Таблица 17 Геоботаническое описание выбранных участков с хорошим состоянием растительности (5 экспедиция).

Номера участков	Увлажненность	Почвы	Классы	Покрываемость	Наличие Самозарастания	Возраст
1	-	пески, каменистые	3.(3.1)	70-85 %	отсутствует	До 5
3	-	песок	3.(3.5)	65-70 %	средний	До 7
4	-	пески	3.(3.3)	65-70 %	средний	До 7
7	-	пески	3.(3.5)	85-90 %	средний	До 8
8	+	суглинистый	3.(3.3)	80-90 %	интенсивное	1-12
10	+	солончак	2.(2.4)	65-75 %	средний	
11	-	пески	3.(3.1)	60-70 %	средний	До 5
12	-	пески	3.(3.3)	60-70 %	средний	До 7

Таблица 18 Геоботаническое описание выбранных участков со средним состоянием растительности (5 экспедиция).

Номера участков	Увлажненность	Почвы	Классы	Покрываемость	Наличие самозарастания	Возраст
2	-	песок	3.(3.1)	40-50 %	отсутствует	
6	-	песок	3.(3.1)	50-60 %	слабое	1-10

Таблица 19 Геоботаническое описание выбранных участков с плохим состоянием растительности (5 экспедиция).

Номера участков	Увлажненность	Почвы	Классы	Покрываемость	Наличие самозарастания	Возраст
5	-	песок	3.(3.3)	20-40 %	отсутствует	До 3
9	-	солончак	2.(2.4)	30-40 %	слабое	-

Таким образом, проведенные исследования данной территории показывают, что в отдельных частях осушенного дна моря идет медленное самозарастание различной травянистой и кустарниковой растительностью. На определенных частях проведены и проводятся искусственные посадки и посевы древесно-кустарниковых растений, но имеются зоны с определенным риском, которые подвержены дефляционным процессам, где необходимо провести научно-обоснованные мероприятия для защиты некоторых водных объектов (озеро Судочье) и населенных пунктов вокруг Муйнака.

4.1.5. Оценка влияния мероприятий по искусственному облесению на скорость ветра и эрозию почв

Для оценки влияния мероприятий по искусственному облесению на скорость ветра сопоставлялись данные двух метеорологических станций на обсохшем дне моря. Станция WIND02 (43°49'25"северной широты, 60°05'50"восточной долготы) была установлена в

центре участка лесонасаждений черного саксаула (*Haloxylon aphyllum*) с 2001 года. Этот участок искусственного облесения был выбран по нескольким причинам:

- i. он был одним из первых участков, на котором была проведена лесопосадка проектом GTZ (→ возраст проверен)
- ii. деревья имеют очень здоровый рост (высота > 2м)
- iii. уже имеет место естественная сукцессия и развитие

Станция WIND03 (43°52'25"северной широты, 60°11'27"восточной долготы) была расположена на расстоянии 9,3 км к востоку, северо-востоку от WIND02, на свободной от растительности солончаковой поверхности. Из-за близости двух станций допускается, что «входящие» ветровые условия одинаковые и поэтому, разница в скорости ветра между двумя станциями может быть увязана с различиями в растительном покрове (т.е. облесении). Подробные результаты можно найти в BLASCH 2007.

На рис. 48 показано сравнение профилей скорости ветра на двух станциях.

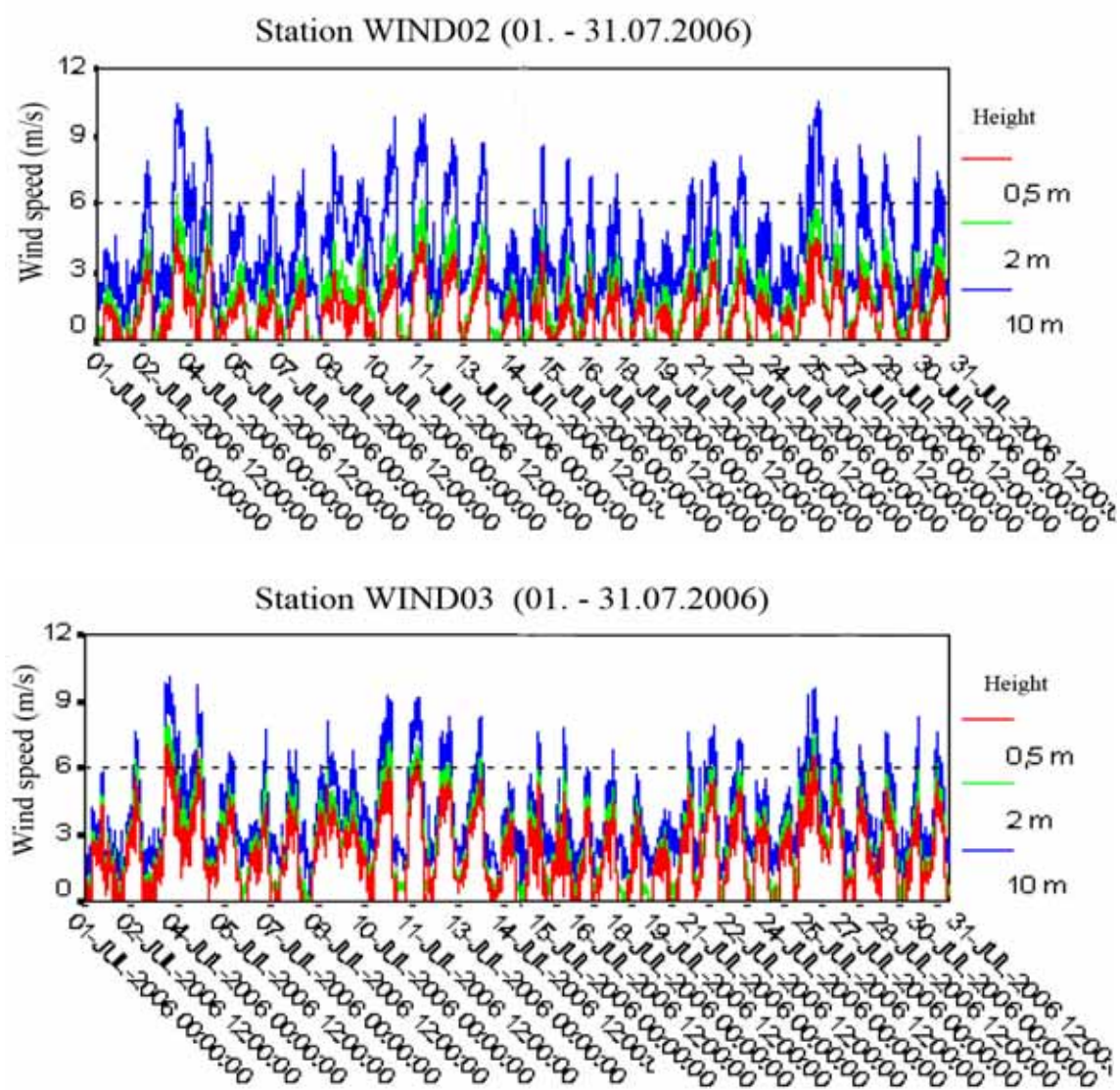


Рис. 48 Профили скорости ветра для двух станций на обсохшем дне Аральского моря

Профиль для станции WIND03 (свободная от растительности область) показывает очень похожую величину измерений на трех высотах замеров. Особенно участки для 0,5м и 2м перекрываются в значительной степени. Также очевидно, что даже близкие к поверхности ветра (на высоте 0,5 и 2м) достигают порога 6 м/с для эрозийных ветров в пиковые периоды (3-5 июля, 10-12 июля, 25-27 июля).

По сравнению с этим, профиль для станции WIND02 (покрытая растительностью область) отличается по нескольким характеристикам. Участки для различных высот имеют намного меньшее перекрытие, т.е. их величины скорости ветра значительно отличаются друг от друга. Более того, скорость близкого к поверхности ветра по видимому снижена по сравнению с измерениями на площади, свободной от растительности.

Эти результаты далее подчеркиваются статистическими оценками, приведенными в таблице 20. Хотя средняя скорость ветра на высоте 10 м почти идентична на двух станциях, она значительно ниже на высоте 0,5 и 2м на покрытой растительностью поверхности (WIND02). Пики ветра, близкого к поверхности, также значительно различаются: в то время как максимальные значения, полученные на обнаженной поверхности, составляли 7 м/с (0,5м) и 8 м/с (2м), пиковые значения на облесенной территории достигали соответственно 4,9 м/с (0,5м) и 6,4 м/с (2м).

Таблица 10 Характеристики скорости ветра на покрытых растительностью и обнаженных поверхностях в июле 2006г.

Высота		Среднее		Макс.	
		WIND02	WIND03	WIND02	WIND03
01-14	0,5м	1,2	2,3	4,9	7,0
	2м	1,8	2,8	6,4	8,0
	10м	4,1	3,9	10,5	10,1
15-31	0,5м	1,1	2,0	4,5	6,6
	2м	1,6	2,4	5,8	7,6
	10м	3,8	3,5	10,5	9,6

Допуская, что общие ветровые условия одинаковы в этих двух местах, данные результаты указывают на положительное (т.е. снижающее) действие облесения на скорость ветра. Таким образом, можно также допустить, что эрозийное воздействие ветра также снижается за счет деревьев *Haloxylon aphyllum*. Чтобы выделить это второе допущение, в направлении с севера на юг рядом с метеостанцией был заложен створ блоков пробоотборников типа BSNE. На рис.49 показано расположение трех песколовок на территории искусственного облесения.

		
Пробоотборник 1: на севере участка облесения Активное барханно-подобное дюнное поле	Пробоотборник 2: в центре участка облесения 2,5м саксаул на плоских дюнах/песчаном покрове	Пробоотборник 3: на юге участка облесения Плоский песчаный покров с естественным самозарастанием

Рис. 49 Расположение трех пробоотборников типа BSNE

Предполагается, что посаженные растения снижают ветровую эрозию двумя путями: первое, они фиксируют субстрат за счет развития обширной корневой системы и, второе, они повышают шероховатость поверхности и тем самым отфильтровывают золотые седименты, которые переносятся в воздух. Количество этих седиментов замерялось в исследовании с помощью пробоотборников типа BSNE впереди, в центре и позади участка облесения в доминирующем направлении ветра с севера на юг. Собирая переносимые наносы через измерительное отверстие, можно было получить оценку количества материала, переносимого в 1 м^2 (вертикально) (Blasch 2007). В таблице 21 и на рис.50 показаны результаты измерений на период с мая по август.

Таблица 21 Количество наносов в трех пробоотборниках типа BSNE за период май-август 2006г.

	Высота (см)	май	июнь	июль	август
		кг/м ²			
Пробоотборник 1	15,0	272,5	1017,6	1055,4	нет *
	40,0	120,0	286,5	333,8	238,5
	65,0	97,9	247,2	255,3	77,0
	150,0	48,4	85,2	74,0	29,1
Пробоотборник 2	15,0	194,7	460,2	423,1	137,3
	40,0	62,4	228,1	223,6	67,2
	65,0	46,9	154,9	169,5	55,4
	150,0	30,9	115,4	114,7	38,0
Пробоотборник 3	15,0	57,1	180,7	148,7	12,5
	40,0	28,6	99,4	118,4	18,1
	65,0	20,6	71,3	91,2	27,0
	150,0	15,2	55,4	76,0	45,0

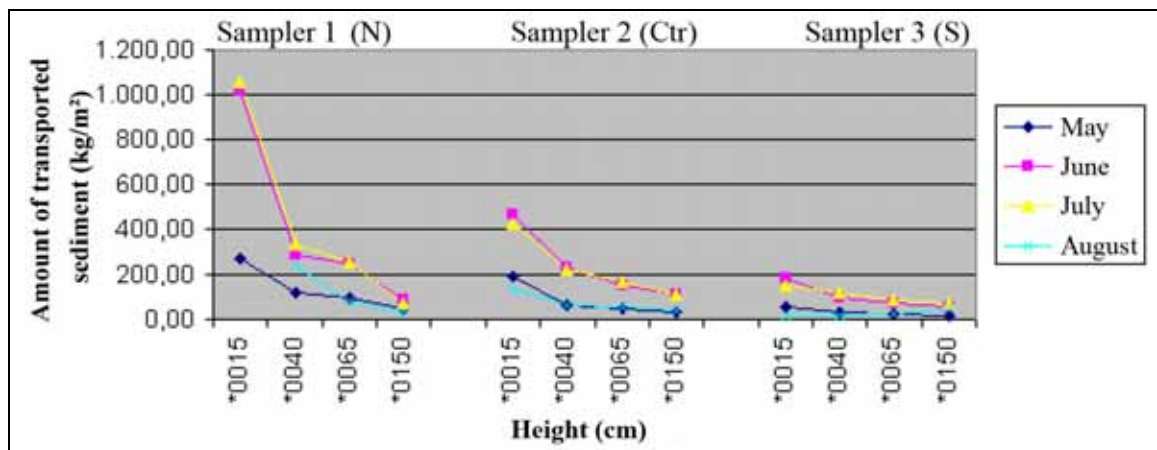


Рис. 50 Профиль переноса наносов в направлении с севера на юг на участке облесения за 2001 год

В таблице и на рисунке показан четкий тренд переноса наносов с севера на юг: при прохождении большего количества рядов насаждений, перенос наносов снижается. Этот тренд также виден в геоморфологии области: в то время как самый северный пробоотборник расположен в активном дюнном поле (что указывает на очень большой перенос песка), пробоотборник 2 (центр посадок) находится на слабоволнистом песчаном покрове. Наконец, пробоотборник 2 расположен на плоской местности, которая может рассматриваться как поверхность закрепленного песка.

Поскольку общие условия в этих трех местоположениях можно считать одинаковыми, фактором, который вызывает уменьшение переноса седиментов, может быть только растительность. Это подтверждает положительное действие посадки саксаула: в долгосрочном плане, хорошо развитые лесонасаждения могут существенно снизить перенос седиментов и превратить зону активного переноса и эрозии в зону накопления и положительного баланса седиментов.

Другой интересный показатель влияния лесонасаждений на перенос песка это тот факт, что самая низкая песколловка на пробоотборнике 1 была закопана в песок приближающейся дюны до 4 августа, а два других пробоотборника оставались свободными от помех в течение всего периода измерений (май-ноябрь 2006г.).

Помимо искусственных посадок *Haloxylon aphyllum*, другая техника закрепления подвижного песка заключается в посеве селина (*Aristida karelini*), травянистого псаммофита с очень хорошими способностями фиксации песка. Эти растения достигают в высоту до 1,5м, а в диаметре до 2м. Благодаря своим очень тонким листьям и стеблям, это растение фильтрует большие объемы седиментов из воздуха и далее фиксирует субстрат на большой территории с помощью своей обширной корневой системы. Другим очень важным фактом в пользу селина является его потенциальное использование как кормового растения для скота. Таким образом, когда на территории устойчиво развивается селин, она может быть также использоваться (осторожно) в экономических целях.

Аналогично эксперименту, описанному выше, оценивалось воздействие посадок селина на установленных двух батометрах для взятия проб наносов, расположенных на расстоянии 800м друг от друга. На рис. 51 показано расположение пробоотборников: Пробоотборник 1 был установлен на свободной от растительности песчаной плоскости, покрытой ракушкой, а пробоотборник 2 был установлен на такой же песчаной плоскости,

но с 25% проективным покрытием *Aristida karelini*, достигающим в высоту приблизительно 0.8-1м.



Рис. 51 Расположение двух батометров типа BSNE для оценки воздействия селина

На рис.52 показаны участки переноса наносов за период июнь-август 2006г. Поражает очень большое количество переносимых наносов над свободной от растительности областью, особенно близко к поверхности (15см). В зависимости от месяца, перенос наносов выше по сравнению с покрытой растительностью областью в 93-111 раза (15см), 16-41 раза (40см), 2,2-8 раза (65см) и 1,7-2,3 раза. Даже если наиболее очевидная разница имеется в слоях, очень близких к поверхности земли, перенос наносов на высоте 150см и выше также снижается приблизительно на 40-55%.

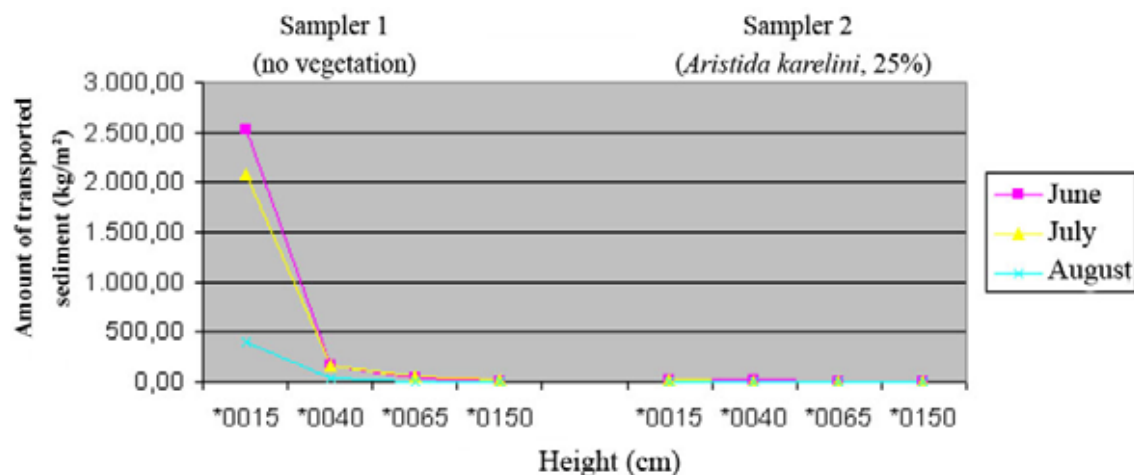


Рис. 52 Профили переноса наносов над обнаженной песчаной плоскостью и над посадками селина

Эти результаты подчеркивают упомянутые ранее характеристики селина как великолепного «перехватчика наносов». Отсюда следует, что использование селина должно быть усилено в будущих фитомелиоративных работах. Однако, селин является типичным псаммофитом и поэтому может расти только на песчаном субстрате с низким и средним засолением. Эти условия обычно находятся на песчаном покрове и подвижных песках, т.е. на умеренно- и высокодинамичных ландшафтах. Поэтому, механическая фиксация, как показано на рис. 53, должна быть учтена до посева *Aristida karelini*, чтобы

остановить подвижность песка и тем самым повысить успех посадки и устойчивость растений.



Рис. 53 Механическая фиксация песчаного покрова и дюн с помощью арундиарии гигантской

4.2. Оценка ландшафтов с помощью дистанционного зондирования

4.2.1 Результаты проведения контролируемой классификации

После того как получена характеристика каждого участка - эталона выполняется разделение пикселей всего снимка по классам-эталонам, то есть выполняется контролируемая классификация. Метод Minimum Distance признан как наиболее подходящий, так как он дает наилучшие результаты и статистическую точность.

Метод классификации по минимальному расстоянию (Minimum Distance) основан на детерминированном подходе. Здесь для каждого диапазона вычисляются срединные точки эталонных классов, в результате получаем вектор средних значений в многомерном пространстве признаков. Затем каждый пиксель относится к тому эталонному классу, евклидово расстояние до центра которого в пространстве признаков минимально. (Lillesand & Kiefer 1994). На рисунке 54 представлены результаты проведения классификации с помощью метода Minimum Distance.

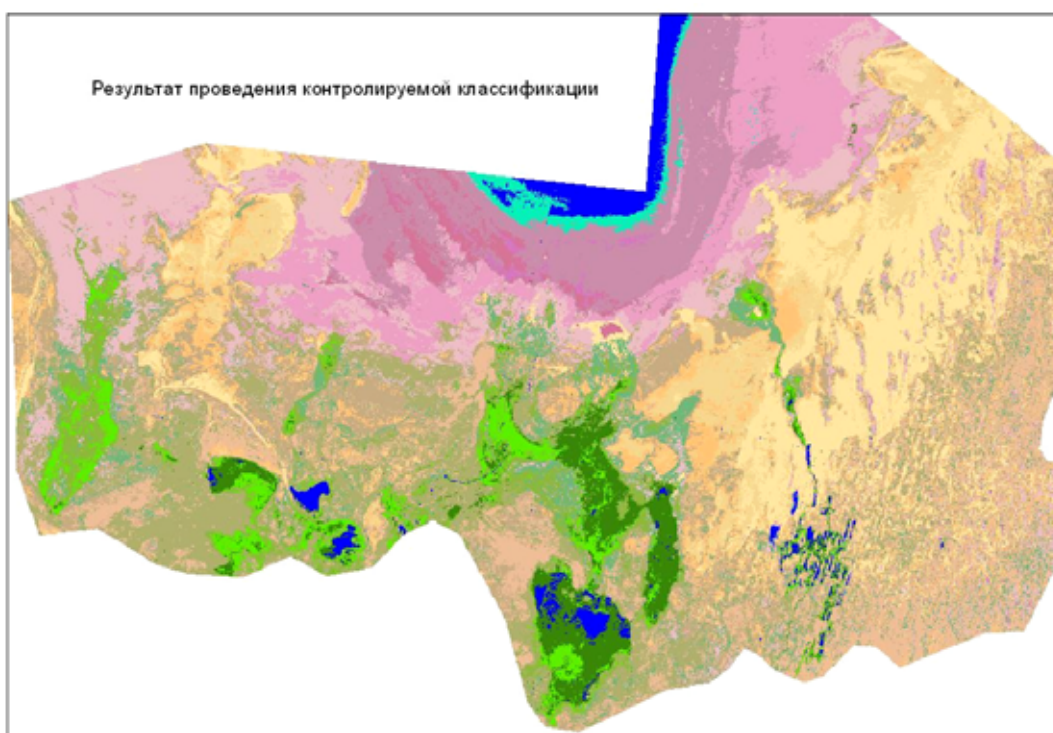



















Рис. 54 Результат проведения контролируемой классификации

В таблице 22 представлена цветовая шкала карты почвенно-растительного покрова, а также оценка площадей для классов. На рисунке А1 на тематической карте показаны результаты классификации.

Тематические классы почвенно-растительного покрова, выделенные из спутникового снимка, позволяют оценить риск эрозии на территории, как описано в главе 3.2.5. Результаты данной оценки риска будут представлены в главе 4.3.

Таблица 22 Условные обозначения карты почвенно-растительного покрова

<i>NN</i>	<i>Класс</i>	<i>Цвет</i>	<i>Площадь (га)</i>	<i>%</i>
1	ВОДА			
1.1.	Водная поверхность		72848,4	3,16
1.2.	Мелководья, иногда с тростником		25753,4	1,12
2	СОЛОНЧАКИ			
2.1.	Маршевые без растительности или с сообществами солероса		176185,0	7,63
2.2.	Мокрые-приморские с ракушкой, иногда с единичными экземплярами солероса и сарсазана		163604,0	7,09
2.3.	Корково-пухлые и корковые без растительности, иногда с единичными экземплярами кустарников (карабарак, гребенщик)		24252,0	1,05
2.4.	Солончаки с навейным песчаным чехлом с разреженными сообществами лебеды и селина		233747,0	10,12
2.5.	Соровые солончаки замкнутых понижений без растительности, иногда в обрамлении сарсазанников		6461,0	0,28
3	ПЕСКИ			
3.1.	Равнинные (с ракушей) без растительности или с разреженными кустарниками (саксаул, гребенщик)		231935,0	10,05
3.2.	Дюнные без растительности		161855,0	7,01
3.3.	Мелко-бугристые (слабо закрепленные) с разреженными сообществами полыни, кустарников и посевами селена.		157498,0	6,82
3.4.	Бугристые и бугристо-грядовые без растительности и слабо закрепленные.		197222,0	8,54
3.5.	Бугристые, бугристо-грядовые закрепленные с эфемерово-полюнно-кустарниковыми сообществами.		199462,0	8,64
4.	РАВНИНЫ ДЕЛЬТОВЫЕ И АККУМУЛЯТИВНЫЕ			
4.1.	Луга на аллювиальных равнинах (тростниковые, разнотравно-злаковые) на аллювиально-луговых, болотно-луговых и лугово-болотных почвах		121101,0	5,25
4.2.	Опустынивающиеся гидроморфные злаково-галофитноразнотравные с кустарниками		111891,0	4,85
4.3.	Кустарниковые заросли (галофитные: тамарикс, карабарак.		149354,0	6,47
4.4.	Опустынивающиеся кустарниковые.		59368,0	2,57
4.5.	Кустарниково-саксауловые (пустынные леса/искусственные насаждения).		216163,0	9,35
			2308700	100

4.2.2. Оценка степени достоверности

Оценка степени достоверности была проведена с помощью матрицы неточностей. По этой общепринятой технике результат классификации сравнивался с отдельным независимым набором данных (наземный контроль данных). В этом исследовании, контрольные выборки состояли только из полевых данных, которые не использовались в качестве обучающих для классификатора до этого, чтобы избежать предвзятости в процедуре проверки достоверности. В таблице А1 в приложении приводятся контрольные выборки, использованные для каждого класса, и экспедиции, в ходе которых были собраны эти данные.

Следует отметить, что для некоторых классов не было контрольных выборок. Это были водные классы (1.1, 1.2), а также класс маршевых почв (2.1). Причина отсутствия контрольных данных заключалась в труднодоступности этих областей. Как упомянуто выше, только полевые данные использовались для оценки степени достоверности. Это следует учесть при интерпретации достоверности результатов.

Анализ матрицы ошибок показал следующее:

- Общая точность классификаций (Overall classification accuracy) 77,90 %
- Общий показатель соответствия Каппа (Overall Kappa index of agreement) 0,7509.

Общая точность показывает долю контрольных выборок, правильно отнесенных к определенному классу. Здесь делается допущение, что контрольный набор данных является верным. Коэффициент Каппа соответствия отличается в принимаемом допущении: здесь принимается, что тестовая классификация и контрольные выборки являются независимыми распределениями классов с равной достоверностью. Он показывает, насколько хорошо сходится классификация с контрольными наборами данными, с учетом случайного соответствия. Это означает, что соответствие контрольной выборки и правильно классифицированного пикселя может быть просто случайным. Значение коэффициента равно 1 при совершенной сходимости классификации и данных подспутниковых наблюдений. Обе эти меры широко применяются для оценки результатов классификации дистанционного зондирования.

В таблице 23 показана матрица неточностей, использованная в данном исследовании. В строках таблицы указаны классы классификации образа, а в столбцах представлены классы по данным подспутниковых наблюдений. Диагональная ось таблицы показывает правильно классифицированные выборки.

Из таблицы видно, что большинство выборок расположено на диагонали. В таблице 24 показана доля правильно классифицированных выборок по каждому классу.

Таблица 23 Оценка достоверности классификации по данным полевых наблюдений

Классы	1.2	2.2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	Всего
1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.2	0	0	0	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
2.3	0	0	0	1	14	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
2.4	0	0	0	0	1	26	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	32
2.5	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
3.1	0	0	0	0	0	5	0	22	4	0	0	0	0	0	0	0	0	31
3.2	0	0	0	0	0	0	0	3	18	3	3	0	0	0	0	0	0	27
3.3	0	0	0	0	0	3	0	1	2	34	1	4	0	0	0	1	0	46
3.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	26	2	0	0	1	2	0	33
3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	44	0	0	4	0	2	57
4.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	5
4.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	10	0	3	1	18
4.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	23	2	5	36
4.4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	0	1	0	20	3	31
4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	4	3	26	39
Всего	0	0	0	8	20	38	5	30	25	51	36	62	4	13	32	31	37	392

Таблица 24 Точность классификации по данным полевых исследований

<i>NN</i>	<i>Наименование класса</i>	<i>Точность в %</i>
2.2.	Мокрые-приморские с ракушкой, иногда с единичными экземплярами солероса и сарсазана	87,50
2.3.	Корково-пухлые и корковые без растительности, иногда с единичными экземплярами кустарников (карабарак, гребенщик)	70,00
2.4.	Солончаки с навейным песчаным чехлом с разреженными сообществами лебеды и селена	68,42
2.5.	Соровые солончаки замкнутых понижений без растительности, иногда в обрамлении сарсазанников	80,00
3.1.	Равнинные (с ракушей) без растительности или с разреженными кустарниками (саксаул, гребенщик)	73,33
3.2.	Дюнные без растительности	72,00
3.3.	Мелко-бугристые (слабо закрепленные) с разреженными сообществами полыни, кустарников и посевами селена.	66,67
3.4.	Бугристые и бугристо-грядовые без растительности и слабо закрепленные.	72,22
3.5.	Бугристые, бугристо-грядовые закрепленные эфемерово-полынно-кустарниковыми сообществами	70,97
4.1.	Луга на аллювиальных равнинах (тростниковые, разнотравно-злаковые) на аллювиально-луговых, болотно-луговых и лугово-болотных почвах	75,00
4.2.	Опустынивающиеся гидроморфные злаково-галофитноразнотравные с кустарниками	76,92
4.3.	Кустарниковые заросли (галофитные: тамариск, карабарак)	71,88
4.4.	Опустынивающиеся кустарниковые..	64,52
4.5.	Кустарниково-саксауловые (пустынные леса/искусственные насаждения).	70,27

Поклассовое сопоставление обнаруживает следующие проблемы классификации. Наиболее достоверно распознаются мокрые солончаки (2.2), в том числе соровые солончаки замкнутых понижений (2.5). Класс 2.3 было сложно отделить от классов 2.2 и 2.5. Причина заключается в различительной способности этих классов, в основном за счет навейного песчаного чехла в классе 2.3. Если этот песчаный чехол небольшой, то классы очень сложно точно отличить на спутниковом снимке через их спектральные признаки. Аналогичная проблема возникла с классом 2.4: он пересекался с классами 2.3, 3.1 и 3.3. Даже если все эти классы дают разные почвенные характеристики, они покрыты разреженными кустарниками. Это приводит к светлому сигналу растительности в спектрах этих классов, который перекрывается с сигналом почвы и тем самым сбивает с толку классификатор. Это объяснение применимо к классу 4.4, пересекающемуся с классами 4.2, 4.3 и 4.5. Это же относится к классу 3.5 (пересекающемуся с 3.4, 4.3 и 4.5). Другая причина смешения классов состоит в том, что часть точек полевых исследований находится на границе классов. Требуют уточнения контуры и границы маршевых и мокрых солончаков, включая определение урезов воды, их изменения под влиянием ветровых колебаний уровня.

Для солончаков 2.3 и 2.4 необходимо подобрать дополнительные точки для обучающей стадии классификации, чтобы уточнить спектральные признаки и тем самым обеспечить лучшее различение. Для класса 2.4 лучшее определение количества и состава навейных песков может повысить точность классификации. Для всех типов песчаных

территорий (3.1 - 3.2), более точное описание механического состава песка может точнее определить спектральные признаки и улучшить разделение.

Эти проблемы с различением классов типичны для аридных сред с разреженной растительностью, карты которых составляются с помощью мультиспектральных данных ДЗ. Пиксели образа редко представляют чистую земную поверхность (т.е. почву, песок или растительность) и большую часть времени дают смешанный сигнал этих признаков. Обойти эту проблему можно с помощью схемы классификации с менее детальным описанием классов, т.е. в этом случае совмещение очень похожих по спектральным характеристикам классов.

В свете целей данного исследования, детальная схема классификации была нецелесообразной. Для оценки риска опустынивания и эрозии было необходимо различение данных классов, но его можно было обеспечить только за счет меньшей точности классификации. Тем не менее, полученные результаты расцениваются как удовлетворительные для задач данного исследования.

Для дальнейших исследований целесообразно использовать динамический подход, т.е. анализ образов, снятых в разные периоды в течение сезона. Для систематического мониторинга необходима периодическая сезонная съемка, заказанная с учетом периода проведения полевых исследований. Данный подход будет соответствовать основным задачам спутникового мониторинга: лучшее определение границ классов и более точная информация по состоянию растительного покрова.

4.3. Оценка ландшафтов по степени экологической опасности

Для перспективного развития и разработки природоохранных мероприятий очень важно оценить ландшафт осушенного и осушающегося дна моря с позиции возможных изменений, развития процессов дефляции, пыле- и солепереноса. В основу таких оценок должна быть положена классификация ландшафтов в увязке с почвенным покровом, состоянием растительности и другими факторами.

Возникновение учения о природных территориальных комплексах связано с именами Л. С. Берга (1908), В.И. Прокаева (1967), В.Н. Солнцева (1981), А. Г. Исаченко (1991), Ф. Н. Милькова (1973) и др. По своей сути природные территориальные комплексы - это биосферные системы, и они традиционно изучаются в рамках физической географии и биогеографии как ландшафты.

Ландшафт - это природный, генетически однородный территориальный комплекс. Основная единица физико-географического районирования территории; генетически единый район с однотипным рельефом, геологическим строением, климатом, общим характером поверхностных и подземных вод, закономерным сочетанием почв, растительных и животных сообществ. Мы придерживаемся территориального понимания ландшафта и считаем, что, когда речь идет о типах природы (пустыни, горы и др.), следует говорить о типе ландшафта. Таким образом, ландшафт и в территориальном, и в типологическом понимании - это природный комплекс, состоящий из компонентов. Один из главных компонентов ландшафта - растительный покров.

По своей природе ландшафт - это крайне неравновесная, изменчивая система, для которой характерны суточные, годовые и многолетние ритмы (Перельман, 1975). Современная трансформация природной среды в Приаралье, имеющая региональный масштаб, оценивается нами как антропогенно обусловленный процесс аридизации. Особенностью этого процесса является то, что пусковым механизмом выступил человек. Дальнейшая эволюция ландшафтов протекает по естественным законам в направлении формирования климаксовых и квазиклимаксовых вариантов. В связи с тем, что данный

процесс развивается на фоне пустынных зональных условий, ведущим фактором динамики выступает сокращение влаги, и эволюция ландшафтов идет в направлении форм, соответствующих пустынным комплексам, данный процесс называется «опустыниванием».

Согласно шкале экологической опасности и согласованному распределению классов по степени экологической опасности результаты контролируемой классификации были распределены по степени экологической опасности (табл 25, рис. 55), то есть создана тематическая карта - «Карта эрозионных рисков» и рассчитаны площади по каждому классу экологической опасности, в скобках указан цвет на карте для всей Узбекской территории Приаралья.

Таблица 25 Оценка площадей по классам экологической опасности

Класс	Площадь [га]	Цвет на карте
Нет (практически отсутствует)	858621.4	зеленый
Слабая	311353	желтый
Средняя	280842	оранжевый
Сильная	785035	красный

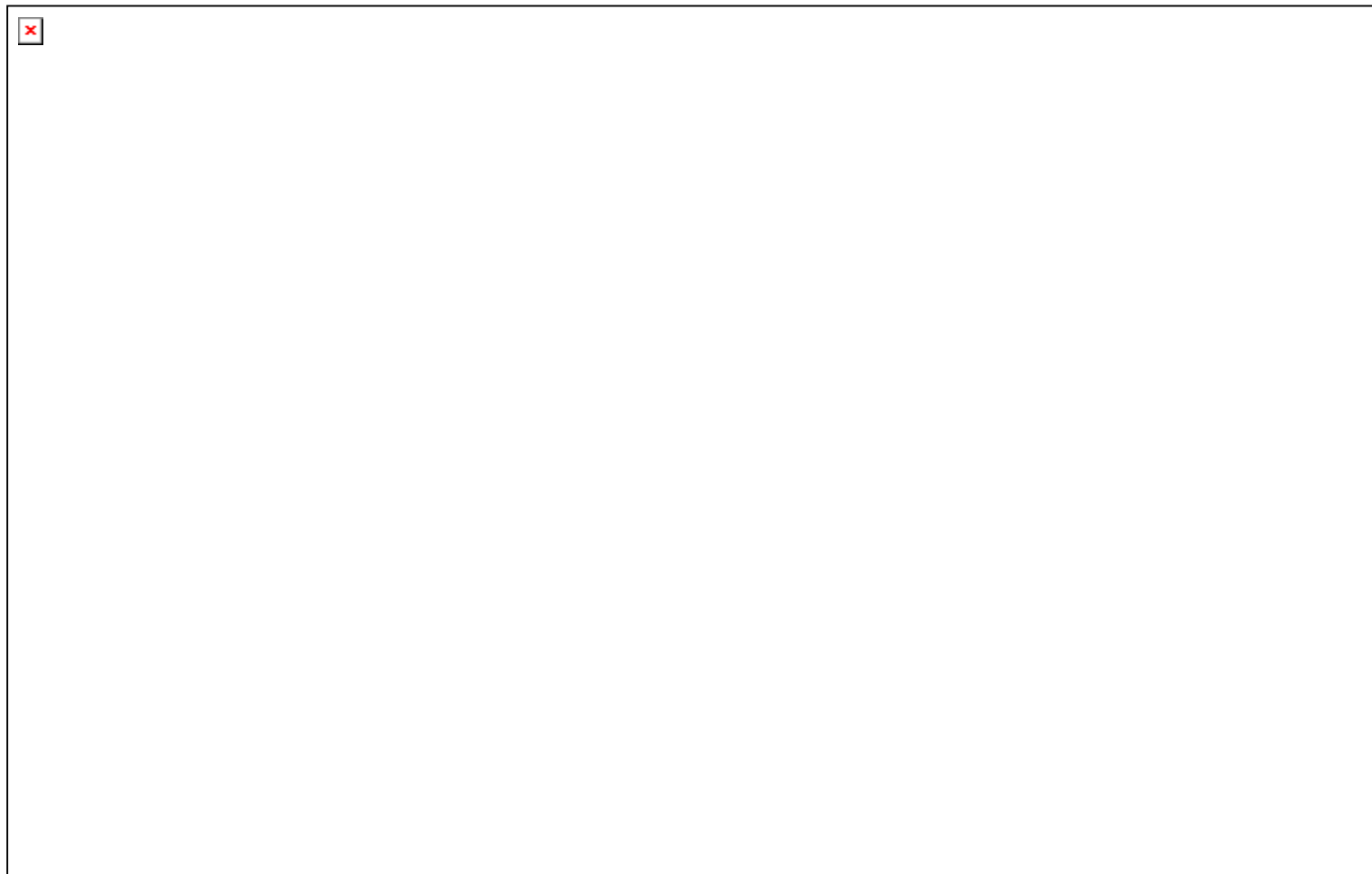


Рис. 55 Карта эрозионных рисков

По отношению к общей площади обсохшего дна Аральского моря (в республиканских границах), территория, где отсутствует экологическая опасность, составляет порядка 40 % от общей площади обсохшего дна Аральского моря, площади со слабой и средней экологической опасностью составляют порядка 25 %, а территории с сильной опасностью - 35 %.

Для нас очень важно оценить динамику процессов опустынивания (по степени экологической опасности), наблюдающихся на территории обсохшего дна Аральского моря. К сожалению, в нашем распоряжении отсутствуют такие же детальные материалы прошлых лет, как полученные нами по дистанционному и наземному обследованию территории. Однако нами предпринята попытка сопоставления:

- *«Карты ландшафтов Южного Приаралья», состояние местности 1990 год (А.Чернышев, САНИИРИ, оцифровка НИЦ МКВК);*
- *«Карты литологического состава покровных (четвертичных) отложений природных комплексов обсохшего дна Аральского моря», состояние местности 1993-1996 гг. (Б.Пинхасов и другие), переданную нам по договору в рамках проекта, с результатами обработки данных программы Landsat, состояние местности 2006 год по обобщению наших исследований.*

Так как при создании вышеперечисленных тематических карт были использованы различные методические подходы, кроме того, они создавались для различных целей, нами была предпринята попытка привести тематические классы и типы ландшафтов в природно-территориальных комплексах к сопоставимому виду. Карта ландшафтов Южного Приаралья, состояние местности 1990 год, созданная по результатам полевых исследований носит обзорный характер (территория Акпеткинского архипелага на карте представлена не полностью). Карта литологического состава покровных (четвертичных) отложений природных комплексов обсохшего дна Аральского моря», описывает состояние местности 1993-1996 гг. (создана Институтом ГИДРОИНГЕО, на основании детальных гидрогеологических исследований на территории обсохшего дна Аральского моря).

На карте А.Чернышева (табл.А2 в приложении) было выделено 11 классов с определенным описанием почвенных, гидрогеологических, биологических и ландшафтных признаков, которые позволили провести идентификацию с выбранными нами классами, учитывая, что в развернутой таблице результатов полевых исследований все эти показатели на уровне 2005...2006 годов присутствуют.

Эта карта охватывает площадь 823,9 тысяч га, увеличивающуюся в связи с осушкой в этих границах и с подвижкой на север вдвое - до 1772,5 тысяч га. В результате сопоставления получены интересные данные, представленные в таблице 26.

Таблица 26 Изменение укрупненных показателей сопоставлением оценки ландшафтов 1990...2006 годов, тыс.га/в процентах

Степень риска	Площади по степени риска		Общая площадь биопокрытия	
	1990	2006	1990	2006
1	<u>199,4</u> 24,2	<u>760,2</u> 42,9		
2	<u>187,5</u> 22,8	<u>384,0</u> 21,7	<u>54,1</u>	<u>512,1</u>
3	<u>193,6</u> 23,5	<u>23,2</u> 1,3	6,5	28,9
4	<u>243,4</u> 29,5	<u>605,0</u> 34,1		

Таким образом, соотношение классов риска на обследуемой территории сильно изменилось. Территория, где отсутствует экологическая опасность, увеличилась на 18.7% в результате значительного расширения площадей мокрых-приморских солончаков. Они не представляют экологической опасности в течение первых 3-6 лет после высыхания с отступлением воды. Более того, увеличение территорий, не представляющих опасности, вызвано расширением площадей с высоким проективным покрытием (в основном, кустарники и черный саксаул). Площади районов с высокой степенью опасности выросли почти на 5% из-за расширения площади корково-пухлых солончаков. Площади с умеренной степенью экологической опасности значительно сократились, на 20% по сравнению с 1990 годом, что можно объяснить процессами естественного самозарастания, наблюдаемыми на обсохшем дне моря. Например, после строительства плотины на озере Судочье, площади под кустарниками на территории бывшего залива Аджибай заметно выросли. По «Карте ландшафтов Южного Приаралья», состояние местности 1990 год, площадь, покрытая растительностью, в бывшем заливе Аджибай, составила 3,700 га, а в 2006 году она увеличилась до 29,700 га, т.е. чуть более чем в 8 раз.

Интересно, что общая площадь, покрытая растительностью (определяемая как доля покрытия каждого класса, помноженная на площадь класса) увеличилась на 471,000 га. Учитывая, что искусственные посадки были произведены на площади приблизительно на 240,000 га, можно сделать вывод, что текущий процесс самозарастания уже охватил территорию, площадью 230,000 га.

Даже если эти оценки дают первое впечатление о динамике развивающейся экосистемы, необходимо отметить, что данные процессы являются непрерывными и требуются глубокие исследования, чтобы подтвердить достоверность этих оценок.

Согласно полевым исследованиям, самозарастание особенно активно рядом и в конце участков с искусственными посадками, а также на гидроморфных и полугидроморфных почвах с солеросами и эфемерами (н-р в заливе Аджибай). Это убедительно указывает на положительное воздействие работ по уменьшению негативных последствий на экологическую ситуацию в районе обсохшего дна моря.

4.4. Обзор мероприятий по искусственному облесению на юго восточном побережье Аральского моря

Таблица 27 Характеристики 70 участков облесения.

№	Площадь [га]	Год посадки	Естественные кустарники	Кустарников на га	Длина рядов посадки общая	Длина рядов удачной посадки	Длина рядов неудачной посадки	Степень успеха роста	Среднее направление посадки
				[л/га]	[м]	[м]	[м]		[°]
0	175,14	нет	441	2,52	45042	33644	11399	0,747	75
1	148,4	нет	327	2,2	75000	36473	38528	0,486	77
2	43,7	нет	198	4,53	2813	1372	1441	0,488	112
3	104,15	нет	310	2,98	12305	6928	5377	0,563	112
4	22,73	нет	0	0	12915	6251	6664	0,484	111
5	166,07	нет	71	0,43	70387	29057	41330	0,413	115
6	56,03	нет	18	0,32	44499	19367	25132	0,435	114
7	79,34	нет	101	1,27	29272	13539	15733	0,463	120
8	40,15	нет	167	4,16	8491	3425	5067	0,403	110
9	48,4	нет	16	0,33	40371	16171	24200	0,401	123
10	22,09	нет	65	2,94	3562	1327	2235	0,372	13
11	58,13	нет	232	3,99	3406	2023	1383	0,594	117
12	16,38	нет	2	0,12	10722	5214	5508	0,486	69
13	44,64	нет	103	2,31	16828	7528	9299	0,447	82
14	72,45	нет	100	1,38	36858	18319	18539	0,497	84
15	103,89	нет	375	3,61	41874	21643	20231	0,517	19

	Площадь	Год посадки	Естественные кустарники	Кустарников на га	Длина рядов посадки общая	Длина рядов удачной посадки	Длина рядов неудачной посадки	Степень успеха роста	Среднее направление посадки
16	203,1	нет	976	4,81	13443	8033	5410	0,598	167
17	72,07	нет	144	2	40037	17905	22131	0,447	126
18	96,27	нет	76	0,79	11238	5380	5858	0,479	82
19	120,75	нет	351	2,91	65220	40875	24344	0,627	48
20	328,71	нет	635	1,93	78119	41787	36331	0,535	97
21	170,61	нет	366	2,15	84900	68186	16714	0,803	114
22	71,34	нет	353	4,95	6023	3785	2238	0,628	96
23	86,08	нет	421	4,89	21945	10746	11199	0,49	90
24	347,87	нет	471	1,35	63646	37815	25830	0,594	73
25	194,6	нет	200	1,03	30491	17651	12840	0,579	97
26	282,2	нет	1118	3,96	29490	19205	10286	0,651	94
27	161,9	нет	0	0	32836	9069	23768	0,276	70
28	88,89	нет	0	0	35467	12269	23199	0,346	85
29	219,83	нет	27	0,12	149155	89924	59231	0,603	84
30	157,98	нет	0	0	47285	29151	18134	0,616	74
31	103,05	нет	484	4,7	1606	921	685	0,574	166
32	63,36	нет	91	1,44	38725	27266	11458	0,704	86
33	47,87	нет	8	0,17	23492	12953	10539	0,551	20
34	195,95	нет	322	1,64	60022	33719	26304	0,562	44
35	189,49	нет	898	4,74	38554	17856	20698	0,463	47
36	130,41	нет	380	2,91	2802	2187	615	0,781	89
37	203,25	нет	34	0,17	9221	5928	3293	0,643	98
38	108,95	нет	2	0,02	5933	3952	1982	0,666	107
39	31,74	нет	0	0	63	57	7	0,893	105
40	11,83	нет	38	3,21	3187	880	2307	0,276	12
41	366,28	нет	нет	нет	72522	40307	32215	0,556	129
42	78,72	нет	нет	нет	23777	15214	8563	0,640	70
43	296,91	нет	нет	нет	70832	49324	21508	0,696	153
44	33,01	нет	нет	нет	4370	3330	1040	0,762	121
45	906,79	нет	нет	нет	177791	105260	72531	0,592	107
46	243,48	нет	нет	нет	58193	30341	27852	0,521	98
47	221,38	нет	нет	нет	37422	11555	25867	0,309	87
48	238,32	нет	нет	нет	25495	15279	10216	0,599	103
49	5,90	нет	нет	нет	3177	1804	1373	0,568	101
50	95,52	нет	нет	нет	12683	7118	5564	0,561	94
51	198,96	нет	нет	нет	15278	8654	6624	0,566	105
52	99,42	нет	нет	нет	44351	14223	30128	0,321	97
53	114,49	нет	нет	нет	51272	14291	36980	0,279	119
54	10,87	нет	нет	нет	2554	1810	744	0,709	117
55	33,64	нет	нет	нет	6689	2039	4651	0,305	118
56	92,51	нет	нет	нет	34739	20985	13754	0,604	97
57	18,80	нет	нет	нет	2764	1932	832	0,699	137
58	97,94	2007	нет	нет	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
59	94,57	нет	нет	нет	20516	14668	5848	0,715	105
60	37,38	нет	нет	нет	15277	10775	4502	0,705	102
61	26,97	нет	нет	нет	10522	6159	4363	0,585	85
62	182,98	нет	нет	нет	45819	13120	32698	0,286	95
63	108,32	нет	нет	нет	14954	5060	9894	0,338	140
64	309,52	нет	нет	нет	37417	24077	13340	0,643	139
65	19,25	нет	нет	нет	10071	8169	1902	0,811	160
66	276,73	нет	нет	нет	43582	27775	15808	0,637	104
67	16,07	нет	нет	нет	5399	3208	2190	0,594	134
68	48,47	нет	нет	нет	9958	4467	5491	0,449	104
69	25,04	нет	нет	нет	6512	4353	2159	0,668	84
Всего	9188,039597				220026	121832	98195	0,549	

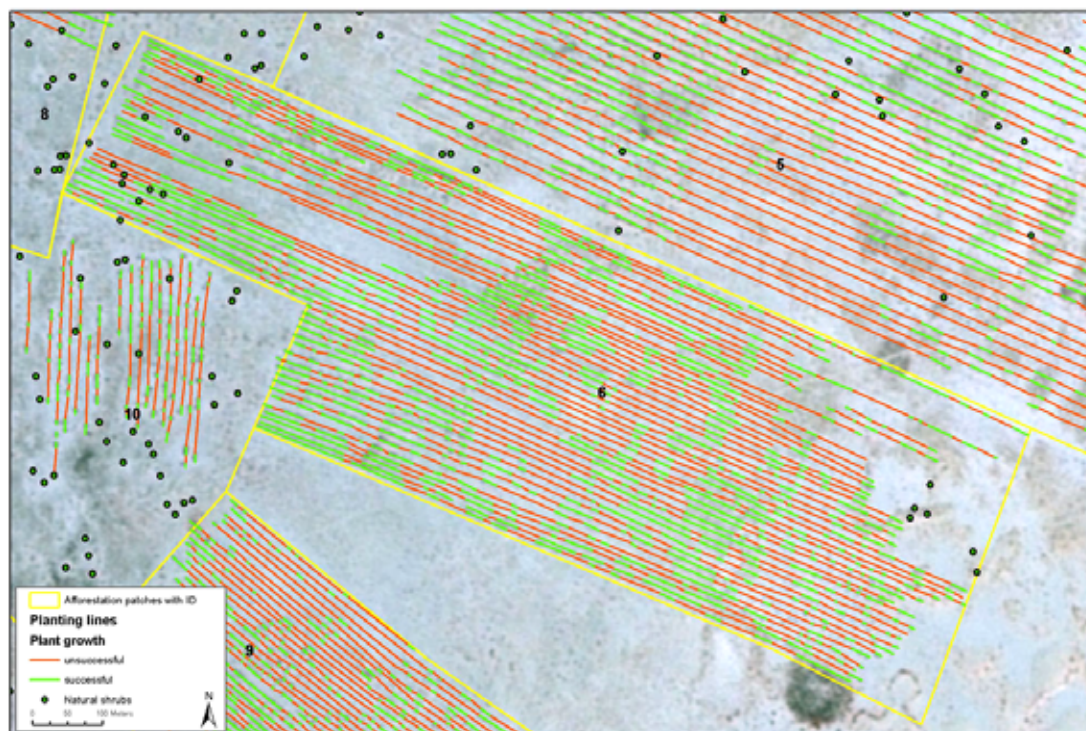


Рис. 56 Участки облесения с оцифрованными рядами посадок

В таблице 27 дан обзор участков облесения, зафиксированных данными дистанционных измерений с высокой разрешающей способностью, как описано в главе 3.3. Очевидно, что степень успеха посадки сильно варьирует внутри участков облесения (табл.27), а также между участками (рис.56). Это, в основном, объясняется большой неоднородностью условий территории (грунты, грунтовые воды), а, с другой стороны, также зависит от общей длины рядов посадки, которые можно идентифицировать на спутниковых снимках. Следует также учесть, что только четко видимые линейные сегменты были нанесены на карту интерпретатором, в то время как области с неопознаваемыми посадками не были учтены в этой степени успеха роста. Направление посадки на участках облесения также указывает на сильные колебания между участками (рис.57, табл. 27).

Плотность распределения направлений показывает, что 42 участка ориентированы на восток (с востока-северовостока на восток-юговосток), 17 на юго-восток, 7 на северо-юг и 3 на северо-восток. Учитывая преобладающее северо-северовосточное направление ветра, полученное для севера Каракалпакстана (из измерений на Муйнакской и Тахтакупырской метеостанциях в сезон пыльных бурь в 2000 году, а также долговременных и крупномасштабных климатических исследований (Wiggs et al., 2003; Kabulow, 1990; Kitoh et al., 1993, в Letolle & Mainguet, 1996), тогда 42 участка в восточном направлении (60% всех участков) проектируются перпендикулярно этому доминирующему направлению ветра и тем самым служат в качестве подходящих защитных полос. Приемлемость ориентации оставшихся 40% пока не оценена подробно. Подробная информация по локальным направлениям ветра в 2006 году указывает на высокие колебания преобладающих эрозионных ветров (скорость >6 м/с).

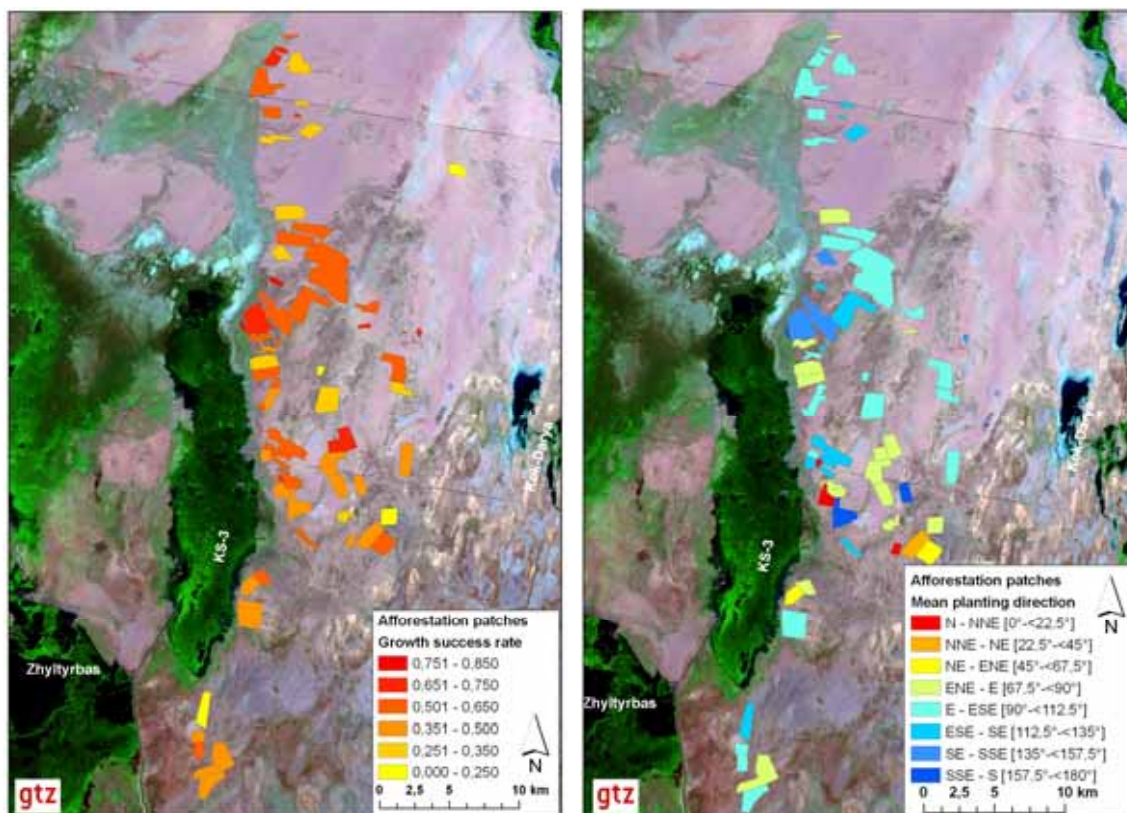


Рис. 57 Участки искусственного облесения, классифицированные по степени успеха роста и направлению посадки

Это распределение может быть использовано для обоснования переменных направлений посадки, даже если параллельное устройство рядов посадок может вызвать канализирующее воздействие на ветер. Однако детальных оценок влияния параллельных рядов пока нет и неизвестно, доминирует ли возможная канализация над повышенной шероховатостью облесенной поверхности.

Установление границ участков для измерения площади является довольно субъективным процессом. Это зависит от решения интерпретатора относительно принадлежности растений к участку. Применяя аналогичные критерии ко всем участкам искусственного облесения, можно надежно определить территориальное расположение и размер и свести к минимуму противоречивость данных.

Информацию о возрасте растений нельзя извлечь из спутниковых снимков. Поэтому для получения подобной информации можно применять дендрохронологические методы на поле.

5. Дискуссия

5.1. Изменение почвенного покрова и его экологическая опасность

На осушенном и освобождающемся дне моря развивается как процесс опустынивания, так и процесс естественного почвообразования. Направленность этих процессов определяется сложным сочетанием изменения уровней грунтовых вод, формированием нового ландшафта, эоловым переносом, формированием новых почв и растительного покрова. Все эти процессы взаимосвязаны. Понятно, что главным индикатором этих процессов является характеристика поверхности, и, в первую очередь, характеристика почвенного покрова.

Усыхание Аральского моря продолжается, в связи с чем изменяются гидрогеологические условия почвообразования, особенно в современной прибрежной зоне. На последних стадиях развития почв солончаковые процессы, вызванные гидроморфными условиями, затухают, но во много крат возрастает роль аридно-зонального фактора, под влиянием которого дальнейшее развитие почв идет типично по пустынному типу. В зависимости от литологического строения почвогрунтов солончаки, частично обессоливаясь, или отакаываются или подвергаются дефляции, преобразуясь в пески.

Почвенный покров является главным определителем экологической стабильности и экологической опасности (риска), так как состояние и динамизм почвенного покрова практически определяет направленность происходящих в биологически активном слое процессов.

Если рассмотреть приведенные в предыдущих главах классы с позиций их превращений и динамики, то можно увидеть (рис.58), что главными побуждающими к изменению почв и ландшафтов действующими силами являются последовательно - обсыхание моря, последующее развитие дефляционных процессов, обсыхание озер и понижений в островной и других впадинных системах, опустынивание (или обводнение) дельты, самозаращение и посадки в сочетании с дефляционно-эоловыми процессами, дефляционные процессы на подверженных и малозаросших барханах и дюнах и развитие самозаращения в зоне искусственных посадок.

С позиций экологической стабильности вообще вся зона осушенного дна моря является нестабильной в целом, ибо здесь с двух сторон - и со стороны уходящего моря и со стороны прежней дельты - идут процессы постепенного изменения поверхности, обусловленные отходом береговой линии и осушением пляжей со стороны моря и обсыханием (деградацией) дельты. Однако при искусственном постоянном обводнении со стороны прежней дельты или при периодических попусках в сторону прежних замкнутых понижений и озер условия формирования ландшафтов и почвообразования могут быть относительно стабилизированы.

Если бы можно было поддерживать стабильный или периодически колеблющийся уровень Аральского моря в пределах 1-1,5 м, как это имело место в период 2003...2005 годов, то гидроморфный и полугидроморфный характер питания этих зон позволил бы поддерживать стабильность увлажнения и постепенное развитие в этих условиях солеросов, иногда саразонов. Соответственно, если процесс перехода из одного гидроморфного класса почв в другой сохраняет низшую степень экологического риска (рис.58, переход из 2.1-2.2 в 2.5), то переход к автоморфным почвам сразу переводит определяемые ими ландшафты к последующим классам риска 3 и даже 4. При резких спадах уровня моря солончаки сразу переходят в автоморфные формы почв соответствующих классов ландшафта.

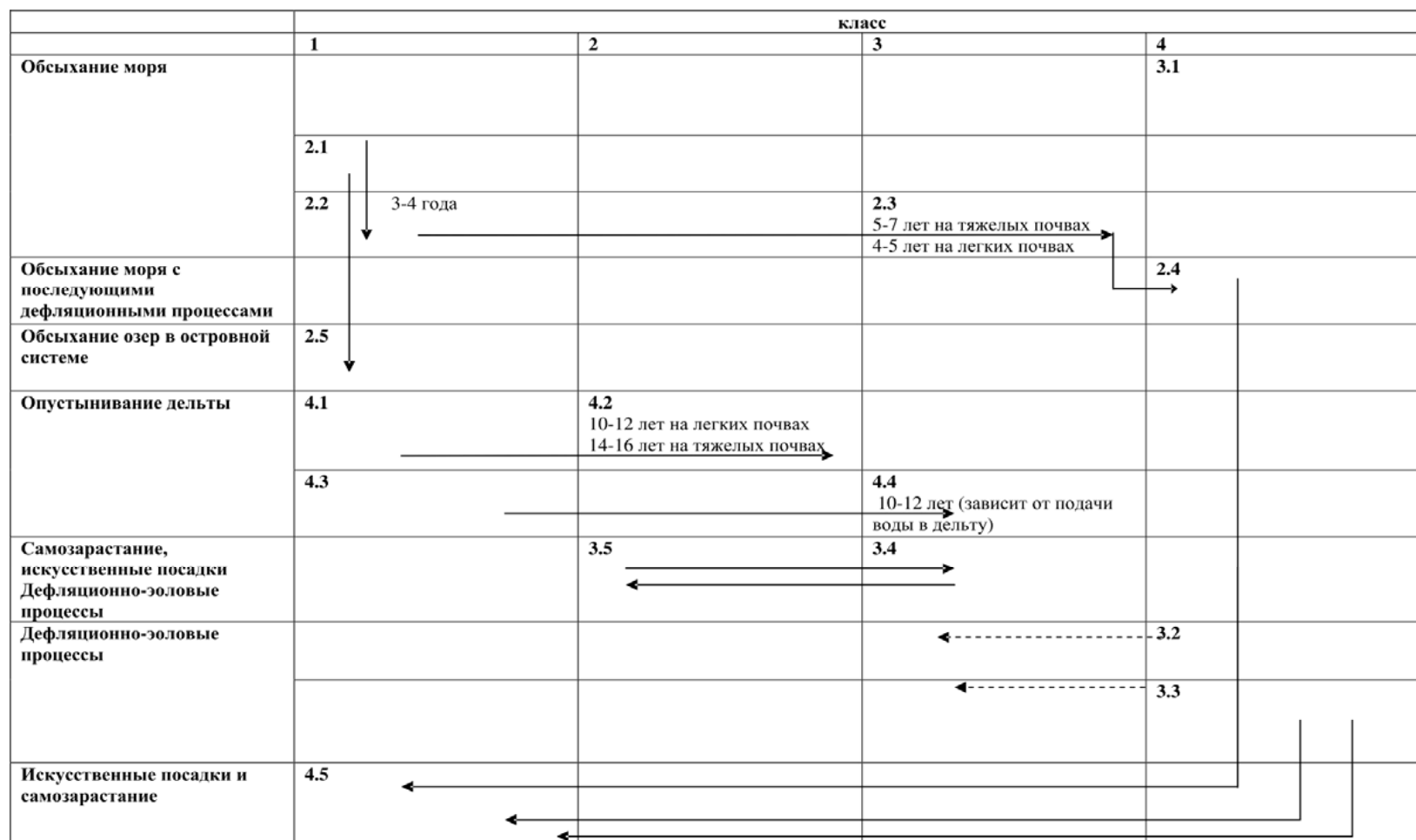


Рис. 58 Направленность трансформации классов поверхности усыхающего моря
 регулируемое развитие процесса ————— возможное развитие процесса - - - - -

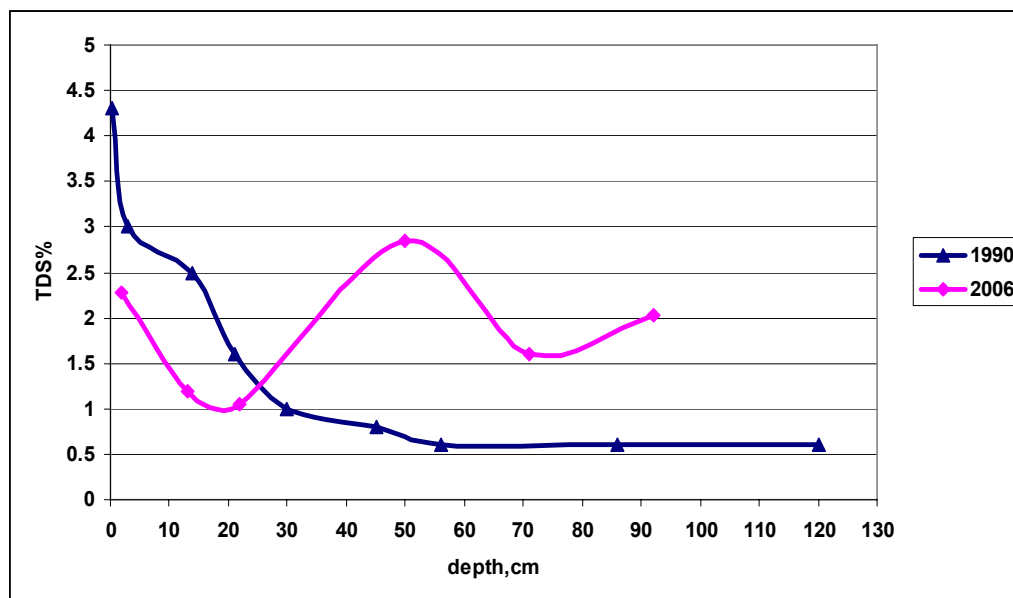
Начальная осушка морского берега сопровождается образованием гидроморфных маршевых солончаков, которые не имеют растительности и их устойчивость и стабильность определяется степенью влажности и содержанием песка или суглинисто-глинистых частиц.

К настоящему моменту на большей части обследованной территории грунтовые воды опустились глубже 3 метров, обладают очень высокой минерализацией (до 50 г/л). Гидроморфные и полугидроморфные солончаки здесь трансформировались в полуавтоморфные и автоморфные. Зона вновь образовавшихся гидроморфных почв перемещается вслед за отстающим урезом морской воды.

Автоморфные приморские солончаки представлены корковыми, корково-пухлыми, местами отакыренными разновидностями.

Профиль автоморфных солончаков в целом очень сильно засолен, но максимум содержания солей (рис.59) приходится на корковый и подкорковый (порошисто-пухляковый) горизонты. Содержание солей в них колеблется от 3,0-5,0 до 15-25 %. Вниз по профилю количество солей уменьшается и изменяется в зависимости от механического состава слоев. В нижних горизонтах профиля часто, формируется второй солевой максимум, обусловленный современным залеганием сильноминерализованных грунтовых вод.

Тип засоления поверхностных горизонтов этих солончаков по анионам сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный. Вниз по профилю сульфатно-хлоридный тип преобладает над другими типами засоления. На рисунке представлены профили почвы, трансформированной из гидроморфной разности в полуавтоморфную, демонстрируется направленность процесса. Равномерное распределение солей сменяется на концентрацию их в средней части профиля, в связи с участием одновременно нескольких процессов: снижение уровня грунтовых вод, опреснение верхнего слоя, перекрытие его песчаным чехлом.



глубина, см

Рис. 59 Распределение солей в гидроморфной и образованной из нее в автоморфной почве

Обсыхание почвогрунтов сопровождается активизацией эолово-дефляционных процессов. И хотя в песчаных солончаках солей содержится меньше, чем в суглинисто-глинистых, они тем не менее становятся мощным источником соле-пылепереноса, поскольку легче и глубже перерабатываются ветром. Результатом такой обработки и переноса первоначально явилось формирование эолового рельефа по всему периметру реликтового взморья. Со временем такое явление распространилось и вглубь бывшей акватории моря (рис.59).

Дальнейшая активизация дефляционно-аккумулятивных процессов способствует направленному рассолению почвогрунтов и формированию песчаных почв зонального ряда со слабой степенью засоления под разреженной псаммофильной растительностью. Период трансформации приморских солончаков в песчаные почвы растягивается приблизительно на 8-10 лет.



Рис. 60
Сухое русло реки Амударья

При снижении попусков в дельту речных вод аллювиальные дельтовые почвы деградируются, уровни грунтовых вод снижаются, минерализация повышается. Особенно этот процесс характерен для начальных стадий опустынивания почв. Содержание солей в почве увеличивается. Период трансформации почв гидроморфного ряда в опустынивающиеся определяется промежутком 10-15 лет.

Деграляция почвенного покрова проявляется в снижении продуктивности кормовых угодий, потере органических веществ, в уменьшении элементов плодородия. Естественно, что все эти процессы наносят значительный ущерб естественному плодородию почвенного покрова. Значительно снижается и биоразнообразие. Происходит выпадение дельтовой растительности (рис.60-61).



Рис. 61
Опустынивание дельты,
засохшие деревья туранги
(Populus gruinosa)

Рассмотрим классы классификаций с позиций экологической опасности. Детализация с этих позиций вышеприведенной классификации ландшафтов, где почвы служат одним из основных признаков.

Краткая характеристика классов почв и связанных с ними ландшафтов в соответствии со степенью риска выглядит следующим образом:

1. Экологическая опасность практически отсутствует

2.1 Маршевые солончаки без растительности или с сообществами солероса, избыточно гидроморфные

2.2 Мокрые-приморские солончаки с ракушкой, иногда с единичными экземплярами солероса и сарсазана, гидроморфные

2.5 Соровые солончаки замкнутых понижений без растительности, иногда в обрамлении сарсазанников, гидроморфные и полугидроморфные

4.1 Луга на аллювиальных равнинах (тростниковые, разнотравно-злаковые) на аллювиально-луговых, болотно-луговых и лугово-болотных почвах

4.3 Кустарниковые заросли (галофитные: тамарикс, карабарак) на аллювиально-луговых почвах

4.5 Кустарниково-саксауловые (пустынные леса/искусственные насаждения) на пустынно-песчаных почвах

2.2 Мокрые-приморские солончаки с ракушкой, иногда с единичными экземплярами солероса и сарсана

Приморские солончаки образуются на маршевых через 3-4 года. УГВ снижается до 1,5 м.

Поверхность остается мокрой. Происходит накопление солей в верхнем горизонте.

При высыхании иногда выглядят как такырообразные. К этой же группе относятся и соровые солончаки в понижениях. При глубине 1,5-2 м грунтовые минерализованные воды формируют умеренно гидроморфные солончаки.

2.5 Соровые солончаки замкнутых понижений без растительности, иногда в обрамлении

сарсазанников

В озерных понижениях островных систем соровые солончаки замкнутые и опасности не представляют.

Приморские мокрые солончаки переходят в гидроморфные: полугидроморфные

4.1 Луга на аллювиальных равнинах, на аллювиально-луговых, болотно-луговых, лугово-болотных.

Эта категория земель занимает дельту и относится к классу неопасной экологической территории, не находясь в стадии опустынивания. При опустынивании земли переходят в класс 4.2, период трансформации составляет 10-12, max - 20 лет. Периодические затопления и попуски могут остановить этот процесс или хотя бы растянуть.

4.3 Кустарниковые заросли

Аналогично предыдущему. Становятся зоной риска в процессе опустынивания и перехода в класс 4.4 при переходе гидроморфных условий в автоморфные.

4.5 Кустарниково-саксауловые (леса, посадки).

Не являясь зоной риска, территории в зависимости от состояния требуют определенных мероприятий по восстановлению, подсадке и т.д.

2. Слабая экологическая опасность

1.2. Мелководья, иногда с тростником

3.5. Бугристые, бугристо-грядовые закрепленные пески с эфемерово-попынно-кустарниковыми сообществами.

4.2. Опустынивающиеся аллювиально-луговые почвы, гидроморфные, со злаково-галофитноразнотравными сообществами с кустарниками

3.5 Бугристые, бугристо-грядовые пески, закрепленные с эфемерово-попынно-кустарниковыми сообществами.

Если эта группа не перейдет в другой класс, например, будет засыпана подвижным песком, опасности не представляет.

4.2 Опустынивающиеся гидроморфные аллювиально-луговые почвы, со злаково-галофитными сообществами.

Процесс опустынивания проходит в условиях недостаточной обводненности, происходит трансформация плавнево-болотных почв и преобладание обсыхающих вариантов лугово-болотных и аллювиально-луговых почв очень сильной степени засоления, увеличения площадей такыровидных почв, песков, солончаков. Деграляция почвенного покрова проявляется в снижении продуктивности кормовых угодий. Опустынивание происходит на легких почвах через 10-12 лет, на тяжелых 14-16 лет.

3. Средняя экологическая опасность

2.3 Корково-пухлые и корковые солончаки без растительности, иногда с единичными экземплярами кустарников (кабарак, гребенщик)

3.4 Бугристые и бугристо-грядовые пески без растительности и слабо закрепленные.

4.4 Опустынивающиеся лугово-аллювиальные почвы, покрытые кустарниковыми растениями.

2.3 Корково-пухлые и корковые без растительности, иногда с единичными экземплярами

Корково-пухлые и корковые без растительности единичные экземпляры кустарников

Эти подтипы солончаков могут быть полугидроморфными, полуавтоморфными и автоморфными.

Полугидроморфные формируются при УГВ 2-3 м, часто аллювиально-морского генезиса. Наиболее податливые к ветровой эрозии являются пухлые солончаки, поверхность которых представлена порожистым землисто-солевым слоем. Такие солончаки являются активными продуцентами солей, выносимых ветром за пределы Аральской котловины. Капиллярная подпитка в этих почвах ослаблена. В некоторые периоды поверхность пересыхает и становится источником пыли и соли. Эта категория становится опаснее при переходе в автоморфные разности, с понижением грунтовых вод до 3-5 м в полуавтоморфных и больше 5 м в автоморфных солончаках.

Корково-пухлый солончак образуется при частичном перемещении солей из верхнего слоя, иногда образования второго солевого горизонта. Процесс занимает 5-7 лет на тяжелых почвах и 4-5 лет на легких.

Автоморфные приморские солончаки распространены в Южной части обсохшего дна, полуавтоморфные в периферийных частях аванделъта и в реликтовой прибрежной зоне.

Почвы различного мех. состава, часто слоистые, морского и аллювиального происхождения.

3.4 Бугристые и бугристо-грядовые пески без растительности и слабозакрепленные.

Эта категория земель требует дополнительной оценки возможности самозарастания или необходимости посадок.

4.4 Опустынивающиеся кустарники.

Процесс изменения территории связан с опустыниванием, сменой растительности.

4.Сильная экологическая опасность

2.4.Солончаки с навейным песчаным чехлом с разреженными сообществами лебеды и селина

3.1.Равнинные пески (с ракушей) без растительности или с разреженными кустарниками (саксаул, гребенщик)

3.2.Дюнные пески без растительности

3.3.Мелко-бугристые пески (слабо закрепленные) с разреженными сообществами полыни, кустарников и посевами селена.

2.4 Солончаки с навейными песками, автоморфные песчаные почвы. Песчаный чехол на почвах имеет 2 пути образования, два одновременно происходящих процесса. Соль вместе с пылевато-иловатыми частицами отвевается из песков во время их эоловой переработки. Обсыхание песчаных грунтов приводит к их передвижению и обессоливанию. Поэтому образованный песчаный чехол, как правило незасоленный, незакрепленный и подвижный. Значительная часть морского дна занята песчаными или иловато-песчаными отложениями, содержащими до 10-20 % солей. Обсыхание почвогрунтов сопровождается активизацией эолово-дефляционных процессов.

Для того, чтобы выявить общую направленность процессов, учитывая скудность имеющейся информации и отсутствие систематических наблюдений, мы использовали результаты почвенных исследований Почвенного института АН Узбекистана и выполненную П.П. Сектименко детальную почвенную карту зоны осушенного дна моря по состоянию на 1990 г. (рис.62), сравнивая их с нынешним состоянием, отражённым почвенной картой на 2005 г. (рис.63).



Рис. 62 Почвенная карта, состояние местности на 1990

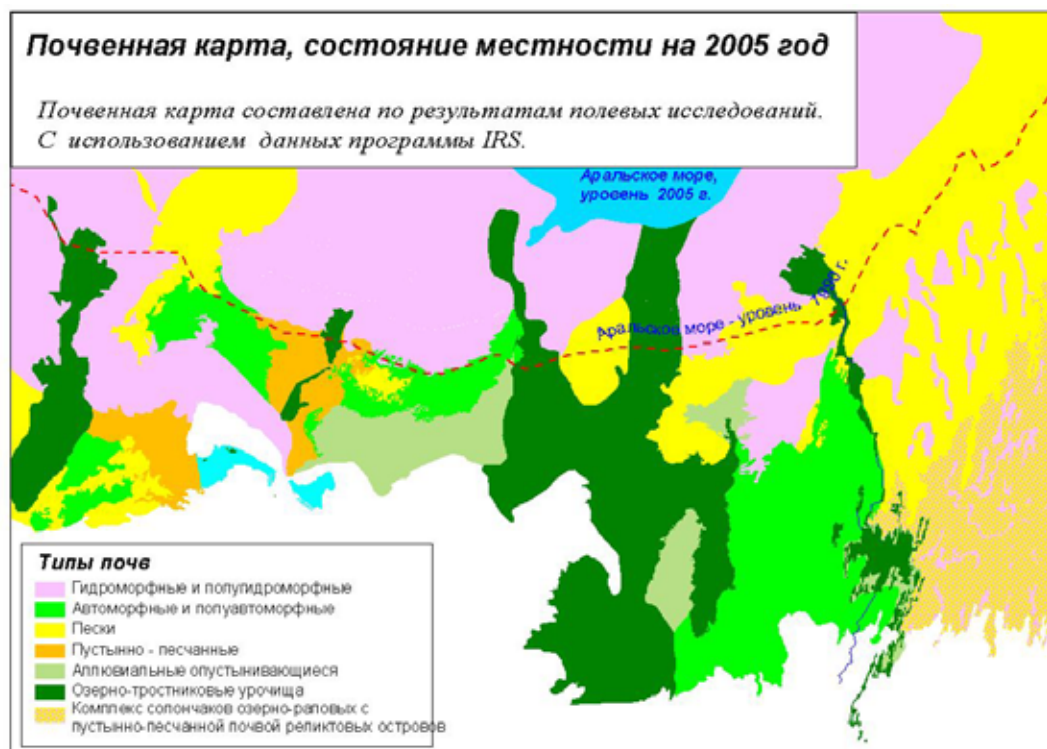


Рис. 63 Почвенная карта, состояние местности на 2005

Ниже приводятся результаты сопоставления в рамках площадей, которые были охвачены съемкой Сектименко в 1990 году и образовавшиеся на осушке до 2006 года (табл.28).

Таблица 28 Сопоставительный анализ изменения почвенного покрова, тыс га, в сравнении с 1990 годом

Класс ландшафтов	Группы почв	1990 год	2005 год	
			В зоне, охваченной съемкой 1990 г.	В зоне осушки с 1990 по 2005 год
2.1, 2.2, 2.5, 4.1	Гидроморфные и полугидроморфные	763204	276340	372568
2.3, 2.4, 2.5, 4.3	Автоморфные и полуавтоморфные	114443	165834	8304
4.5	Пустынно-песчаные		233460	4381
3.1-3.5	Песок	172348	321745	81888
4.2, 4.4	Опустынивающиеся луговые		52616	45
Всего		1049995	1049995	467186

Сравнение проводилось в контурах одинаковых площадей, полученных при совмещении почвенных карт. За период с 1990 года произошло увеличение автоморфных солончаков более, чем на 50 тыс. га, за счет снижения уровня грунтовых вод и перехода гидроморфных почв в их автоморфные аналоги. Сформировались 233,5 тысяч га пустынно-песчаных почв, что является позитивным признаком. Однако значительно увеличилась площадь под песками, с 172 тыс.га до 322 тыс.га, что указывает на интенсификацию эрозионных процессов на обсохшем дне.

Сравнивая темпы осушки, мы видим, что в период 1990...96 годов прирост осушенного дна составлял почти 100 тысяч га, а за последние 10 лет он снизился в среднем в 1,5 раз, что, вполне закономерно, учитывая, что период 2003...2005 годы был достаточно многоводный и уровень моря не снижался.

После объединения тематических карт в природно-территориальные комплексы была проведена их оценка по степени экологической опасности.

Сопоставление Карты литологического состава покровных (четвертичных) отложений природных комплексов обсохшего дна Аральского моря с данными 2006 года (табл.А3 в приложении) показывает, что при общем увеличении площади обсохшего дна Аральского моря порядка 600 тысяч га, их изменение по степени экологической опасности выглядит следующим образом:

- Нет (практически отсутствует) - **увеличилось на 551,7 тыс.га;**
- Слабая - **уменьшилась на 124,6 тыс.га;**
- Средняя - **уменьшилась на 166,8 тыс.га;**
- Сильная - **увеличилась на 340,2 тыс.га.**

Таблица 29 Оценка тематических карт по степени экологической опасности, га

Степень экологической опасности Degrees of ecological risk	Ландшафтная карта Южного Приаралья, 1990 год <i>САНИИРИ</i>	Результаты классификации снимка, в границах карты 1990 года	Карта природных комплексов, 1993-1996 год <i>ГИДРОИНГЕО</i>	Результаты классификации снимка, в границах карты 1993-1996 годы
Нет (практически отсутствует) No (practical absence)	<u>199422,6</u> 24,2	<u>760185,1</u> 42,9	<u>293577,9</u> 21,4	<u>845259,0</u> 42,9
Слабая Light	<u>187540,4</u> 22,8	<u>384053,8</u> 21,7	<u>625375,2</u> 45,6	<u>500780,0</u> 25,4
Средняя Middle	<u>193623,5</u> 23,5	<u>23220,05</u> 1,3	<u>191095,8</u> 13,93	<u>24252,0</u> 1,2
Сильная High	<u>243354,9</u> 29,5	<u>605007,2</u> 34,1	<u>261952,0</u> 19,0	<u>602200,0</u> 30,5
Сумма	823944,3	1772,466	1372001,8	1972491,0

То есть за период с 1990 года по 2006 год территории с сильной и средней экологической опасностью увеличились более чем на 500 тыс. га, а с 1996 года за десять лет прирост территорий составил порядка 400 тыс. га.

Характерно, что в пределах 1996...2006 годов в рамках более широко охваченной площади по карте, созданной в «ГИДРОИНГЕО» при тех же соотношениях, как и ранее, процентные соотношения зоны без риска совпали, более значительно выросли площади сильного риска, хотя в процентном соотношении они несколько (на 3,6 %) ниже размера той же площади в рамках съемки А.Чернышева. Тенденция к зарастанию сохранилась. Нынешняя оценка проектного покрытия растительности близка к той же категории в рамках предыдущих сопоставлений и составляет в 2006 году 30,5 % против 21,6 % в 1996 году. Это опять таки подтверждает наличие процессов самозарастания, которые очевидно интенсифицировались за последнее годы.

5.2. Мероприятия по снижению отрицательных последствий высыхания Аральского моря

5.2.1. Восстановление ветландов в Южном Приаралье - исследования на примере озера Судочье

К 1987 году широкие пространства дельт и речных русел высохли из-за прекращения паводков, дефицита постоянного увлажнения и падения уровня грунтовых вод с 3 до 5 м (местами до 8 м). В 2000-2001 гг. сток Амударьи оказался наиболее низким за всю историю гидрологических наблюдений. В результате маловодья водоёмы Приаралья потеряли свою проточность, что при высоком уровне естественного испарения и отсутствии притока воды привело к полному обмелению и усыханию большинства из них.

Наглядным примером негативного воздействия маловодья явилась экологическая ситуация ветланда Судочье - наиболее крупной озёрной системы Южного Приаралья. До 2000 г. водная поверхность озёр этого ветланда достигала 42 тыс. га, к концу 2001 г. она уменьшилась до 6,5 тыс. га. Ихтиофауна озёр претерпевала повсеместное ухудшение, произошла замена высокопродуктивных видов рыб - толстолобика, белого амура, сазана на менее продуктивные -

карася, плотву и малоценную, сорную рыбу. В результате обмеления и осушения озёр вэтланда все тростниковые и рогозовые заросли, служившие источником пропитания и защитой для ондатры, местных и перелётных птиц, оказались на суше.

Тяжелая экологическая ситуация сложилась почти на всей территории дельты Амударьи. Наиболее сохранившимися водоёмами здесь оставались только Муйнакский и Рыбачий заливы. Но и здесь тростниковые и рогозовые заросли оказались на суше, а гнездовья водоплавающих птиц были уничтожены шакалами и лисами. Рыбное стадо водоёма подверглось интенсивному облову местными жителями и многочисленными бригадами рыбаков. В результате маловодья в Приаралье практически не сохранилось стабильных естественных ландшафтов. Здесь стали преобладать нестабильные, большей частью, медленно деградирующие ландшафты. период с 1999 до 2000 года основными ландшафтообразующими видами растений вэтланда Судочье являлись солянки, карабарак и в меньшей мере гребенщик. Тростниковые луга из-за интенсивного перевыпаса, недостатка влаги и нападения саранчи находились в угнетенном состоянии.

Работы по обводнению части осушенного дна моря были приняты в основу развития экологически устойчивого профиля Приаралья в его вновь формируемом виде. Первенцем здесь явился Компонент Е проекта GEF "Восстановление вэтландов озера Судочье", где было осуществлено проектирование и реализация инженерно-технических мероприятий по воссозданию вэтланда с управляемым водно-солевым режимом. Целью проекта являлась организация экологически стабильной ситуации на территории вэтланда. Кроме того, осуществлялся социальный и экологический мониторинг на территории вэтланда Судочье. В настоящее время проект полностью реализован, и озеро Судочье достаточно стабильно функционирует, снижая негативные последствия, вызванные усыханием Аральского моря.

С августа 2000 г. началось интенсивное заполнение озер системы Судочье. В 2002 г двухлетней период маловодья сменился достаточно высоким уровнем водности. Непременным следствием изменения режима водообеспечения вэтландов является изменение экологической ситуации. Экспедиционные обследования 2002 года показали, что водная поверхность на системе Судочье увеличилась на 40-50 %. Таким образом, после прихода многоводного года комплекс сооружений начал работать и режим озера Судочье по отметкам и распределению потоков показал, что он соответствует проектным проработкам.

Одним из позитивных результатов, воссоздания вэтланда Судочье, являются процессы зарастания на территории бывшего залива Аджибай, куда осуществляются периодические сбросы воды из вэтланда Судочье. В процессе этих работ было начато осуществление дистанционного мониторинга водных объектов Приаралья в НИЦ МКВК. Их результаты отражены в таблице 30 и четко демонстрируют динамику площади вэтландов, связанную с маловодным (2001 год) и многоводным периодом (2005 г.), когда площадь обводненных угодий возросла в 2,5 раза (рис.64).

Таблица 30 Площади вэтландов дельты реки Амударьи, га

№	Наименование Водоёма	Дата				
		<i>Апрель 2000</i>	<i>Июнь 2001</i>	<i>Август 2002</i>	<i>Июнь 2005</i>	<i>Август 2006</i>
1.	Судочье	41897,73	9570,04	6497,2	62146,73	59302,73
2.	Междуреченское	10050,42	592,79*	18375,21	19738,06	5633,97
3.	Рыбачье	5317,64	2019,68	5513,1	5631,72	6319,38
4.	Муйнакское	8623,34	1292,23	5163,2	9514,86	16567,9
5.	Джилтырбас	29357,73	5277,33	27620,5	125938,9	80993,93
6.	Бывший Залив	10980,9	656,53	6784,7	39887,68	29676,83

№	Наименование Водоёма	Дата				
		Апрель 2000	Июнь 2001	Август 2002	Июнь 2005	Август 2006
	Аджибай					
7.	Думалак	4576,89	927,23	6784,9	19608,71	27119,0
8.	Аджибай 2*)	-	-	-	6025,87	4848,33
9.	Макпалколь	-	-	-	4028,73	3590,45
	<i>Итого</i>	127639,83	21062,1	79552,71	329285,69	234052,5

**)Аджибай 2 - Искусственное сооружение севернее Рыбачьего и Муйнакского водохранилищ.*

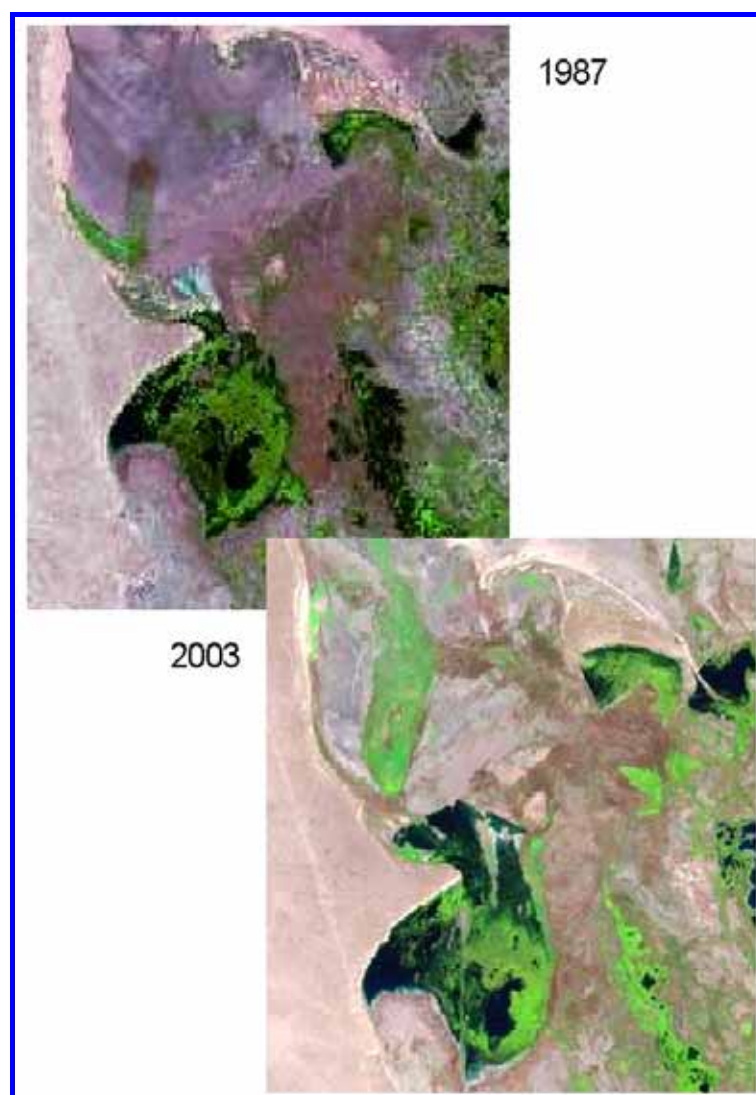


Рис. 64 Ветланд Судочье

5.2.2. Предлагаемая стратегия и площади для будущих мероприятий по искусственному облесению

Как установлено, ныне общая площадь зоны сильного риска составляет 785 тысяч га осушенного дна моря на территории Узбекистана. По прогнозу, приведенному в главе 6, общая площадь зоны осушки моря увеличится в будущем в пессимистическом варианте еще на 500 тысяч га (половина площади осушки, приходящаяся на территорию республики).

Бесспорно, защищать любыми методами более 1,2 миллионов гектар непосильно ни стране своими силами, ни с помощью иностранных доноров. С этих позиций необходимо искать пути снижения площадей, подлежащих защите.

Из проведенных исследований видно, что на осушенном дне моря наряду с нарастанием отрицательных последствий наблюдаются и положительные тенденции - самозарастание, стабилизация отдельных видов ландшафтов. Намечены определенные меры, позволяющие надеяться на устойчивость дельты в ее нынешнем состоянии и даже на увеличение периодических попусков во временные неуправляемые старые русла на осушенном дне, в которых сохраняется жизнь фауны и флоры, которую нужно поддерживать путем соблюдения определенных временных интервалов сбросов в эти русла.

В многоводном 2005 году, вокруг сбросных русел Джилтырбас (рис. 65) и Аджибай образовались увлажненные зоны, охватившие значительную площадь осушенного дна, а общая площадь увлажнения массивов в этом году увеличилась по сравнению со средними годами на 55 тыс.га.

Таким образом, уточнив все площади возможной стабилизации ландшафта и организовав постоянный мониторинг этих территорий, можно не допустить на них нарастания зон сильного риска.

Рассмотрим теперь зону сильного риска, на которой развиваются или могут развиваться негативные последствия. Мы не должны оценивать всю ее площадь в одинаковой степени опасности для общества. В ее пределах следует выделить территории усиленного развития негативных процессов, на которых под влиянием эоловых и гидрохимических процессов в условиях аридного климата и антропогенных изменений увлажненности могут возникать источники стрессовых явлений. К таким источникам следует отнести:

- барханы и подвижные пески. В процессе экспедиций был обнаружен ряд таких очагов (рис.66), при этом скорость их перемещения оказалась в пределах 4 км в год (2 км за полугодие);
- наличие массивов песчаных незакрепленных ландшафтов с легким мехсоставом, которые могут легко сформироваться в движущийся бархан;
- повышенное содержание легкорастворимых солей в почвогрунтах, создающих угрозу гибели уже существующей растительности и особо древесной;
- формирование участков успешного солепылевыноса, включающее вынос и аккумуляцию легких фракций поверхностных отложений (пыли и пылевого песка) и дальнейшего их переноса;
- пересыхающие или временные водопотоки или скважины, которые питают водные объекты в пустыне, служащие источником жизни.

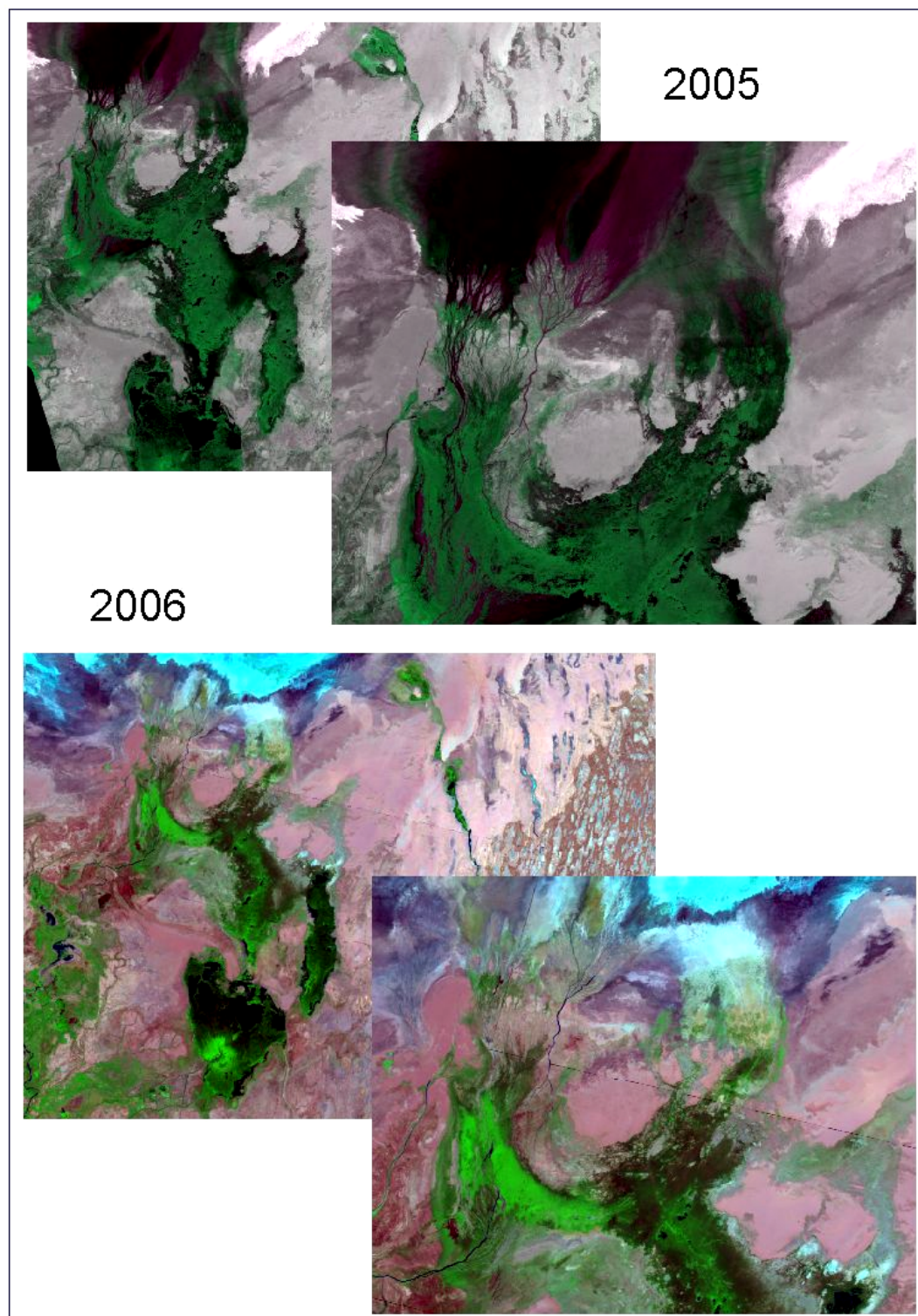


Рис. 65 Изменение увлажненных зон на территории сбросного русла Джилтырбас

Одновременно с фиксацией и мониторингом этих «очагов деградации» следует определить зону их влияния. Так приведенные ранее в САНИИРИ (Разаков Р.М., 1987, 1998) наблюдения за этими процессами (ИНТАС-RFBR 1733) показали, что интенсивный солеперенос, который может нанести вред здоровью людей и продуктивности сельского хозяйства, наблюдается в пределах 50 км от интенсивного источника эоловых явлений. За пределами этой линии он снижается до нескольких десятков килограммов на гектар в год, что естественно не представляет никакой опасности (Толкачева Г.А., 1998).

Современные наблюдения GTZ (Питер Навратил) проведенные на пяти ветровых станциях, расположенных на востоке от Джилтырбарса, дают следующие максимальные величины пылесолепереноса за год:

- станция № 1 - 1914 кг/га - находится в зоне дефляции;
- станция № 2 - 495 кг/га - на солончаке вблизи дефляции;
- станция № 3 - 1200 кг/га - в 5-10 км от зоны дефляции;
- станция № 4 - 20 кг/га - на заросшем песке.

Таким образом, интенсивность солепылепереноса по отношению к 1980-м годам не увеличилась, а даже снизилась. В результате зона развития негативных процессов в зоне пересечения границ указанных зон определяет территории, подлежащие защите (рис.66, табл.31).

Таблица 31 Территории возможного негативного влияния и подлежащие защите, га

Степень (ступень) экологической опасности	Цвет	Территории возможного негативного влияния	Территории, подлежащие защите
Нет (практически отсутствует)	зеленый	293926,7	
Слабая	желтый	136674,6	
Средняя	оранжевый	168717,6	
Сильная High	красный	466915,3	57576,7

Таким образом, на территории, подлежащей защите, из общей площади более полумиллиона гектар, имеется 57,6 тыс.га площади приоритетной защиты и, кроме того, 60,0 тысяч га в зоне осушенной дельты. Эта площадь распределена между первоочередным облесением и обводнением (рис.55).

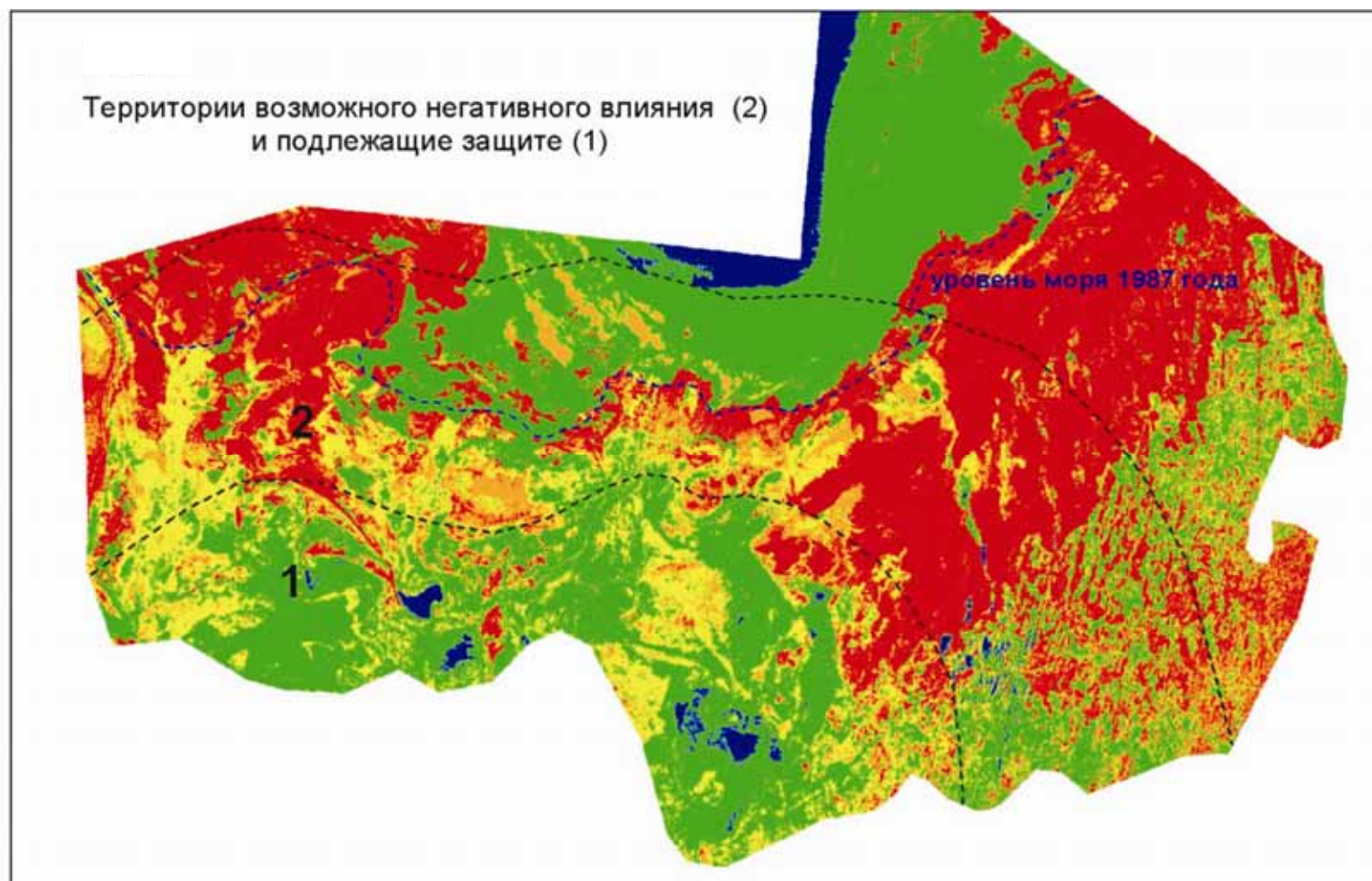


Рис. 66 Территории возможного негативного влияния и подлежащие защите

По данным экспедиционных и космических исследований первоочередные работы предлагаются в:

а) районе севернее Муйнака между водотоком Рыбачьего залива и дельтой, солончаки с навевными подвижными песками и отдельными барханами, представляющие угрозу пылесолепереноса на Муйнак;

б) пространстве между Кокдарьей и Джилтырбарсом севернее нового лагеря GTZ, где барханы продвинулись на 2 км за последний год, засыпали дорогу и продвигаются в сторону новых посадок GTZ (рис. 67);

в) зоне слабозакрепленных песчаных бугров в комплексе с песчаными понижениями в южной части обсохшего дна в районе залива Аджибай;

г) зоне северной части песчаной косы (скв. Бахыт), где уже проводятся посадки, но состояние их неоднозначное.



Рис. 67 Продвижение различных песков

На обследованных территориях посадок имеется ≈ 30 % участков с плохой приживаемостью. По рекомендации участников экспедиции необходимо провести детальное обследование (почвенно-гидрогеологическое и ботаническое) данных территорий с тем, чтобы установить целесообразность их дополнения и оценить возможность самозаращения. Как предлагает ряд исследователей (Вухрер, Гинцбургер), необходимо обсудить и оценить возможность стимулирования самозаращения распространением семян селена.

Кроме того, в зону приоритета защиты может войти часть территории, не вошедшая в осушенное дно моря, а расположенная выше отметки 53 в дельтовой части, где интенсивно идут процессы опустынивания, которые нуждаются в дополнительном обследовании. Дистанционная оценка потребует введения здесь новых подклассов, учитывая, что дельта характеризуется совершенно другими растительными ассоциациями (туранга, тугайные леса) и почвенными условиями (луговые, лугово-болотные, такыры и опустынивающиеся почвы). Эти зоны могут защищаться сочетанием обводнения и фитомелиорации.

Был проведен анализ почвенных свойств и состояния искусственных посадок, который позволил показать, что хорошее состояние растений наблюдается на участках, где содержание солей составляет в слое 0-10 см - 1 % и плохое, при содержании солей выше 2 % при содержании хлора соответственно 0,3 % и 0,6 %. При этом содержание солей в слое 0-40 см составляет 2,2 % и 1 %, а содержание хлора 0,1 % и 0,6 % соответственно. На рисунке 68 показаны результаты анализа. Полученные нами данные о допустимом содержании солей согласуются с приведенными в литературных источниках цифрами. На основании двух критериев допустимого содержания солей с одной стороны

и оценкой экологического риска были выделены зоны предполагаемого освоения и закрепления.

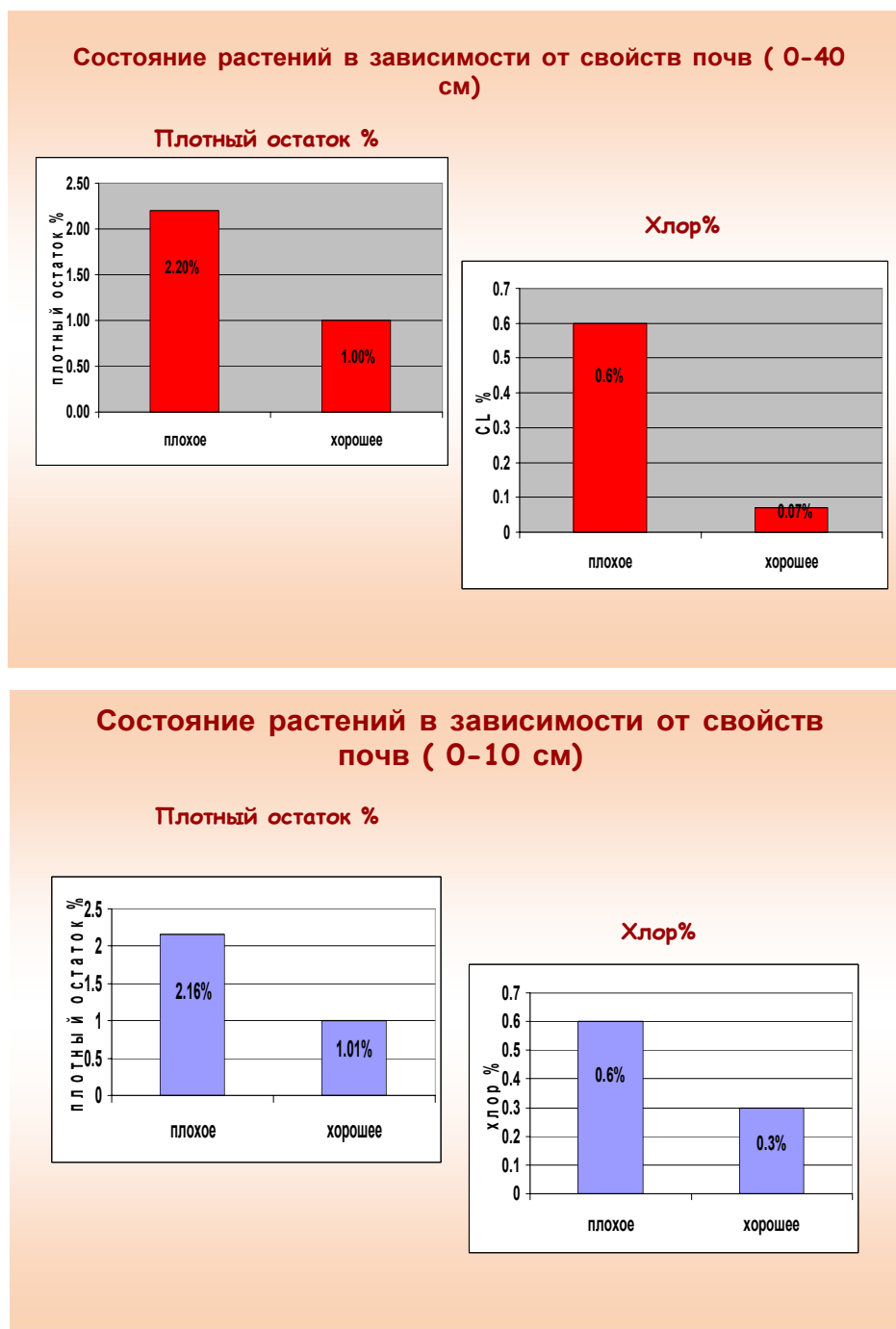


Рис. 68 Состояние растений в зависимости от свойств почв

Необходимо отметить, что выделенные в НИЦ МКВК территории для перспективных посадок носят предварительный характер, так как для обеспечения хорошей приживаемости необходимо детальное изучение экологического состояния местности, в том числе почвенного покрова на части выделенных участков, также необходимо определить граничные условия по уровням и минерализации грунтовых вод для обеспечения хорошей приживаемости посадок (рис.69).

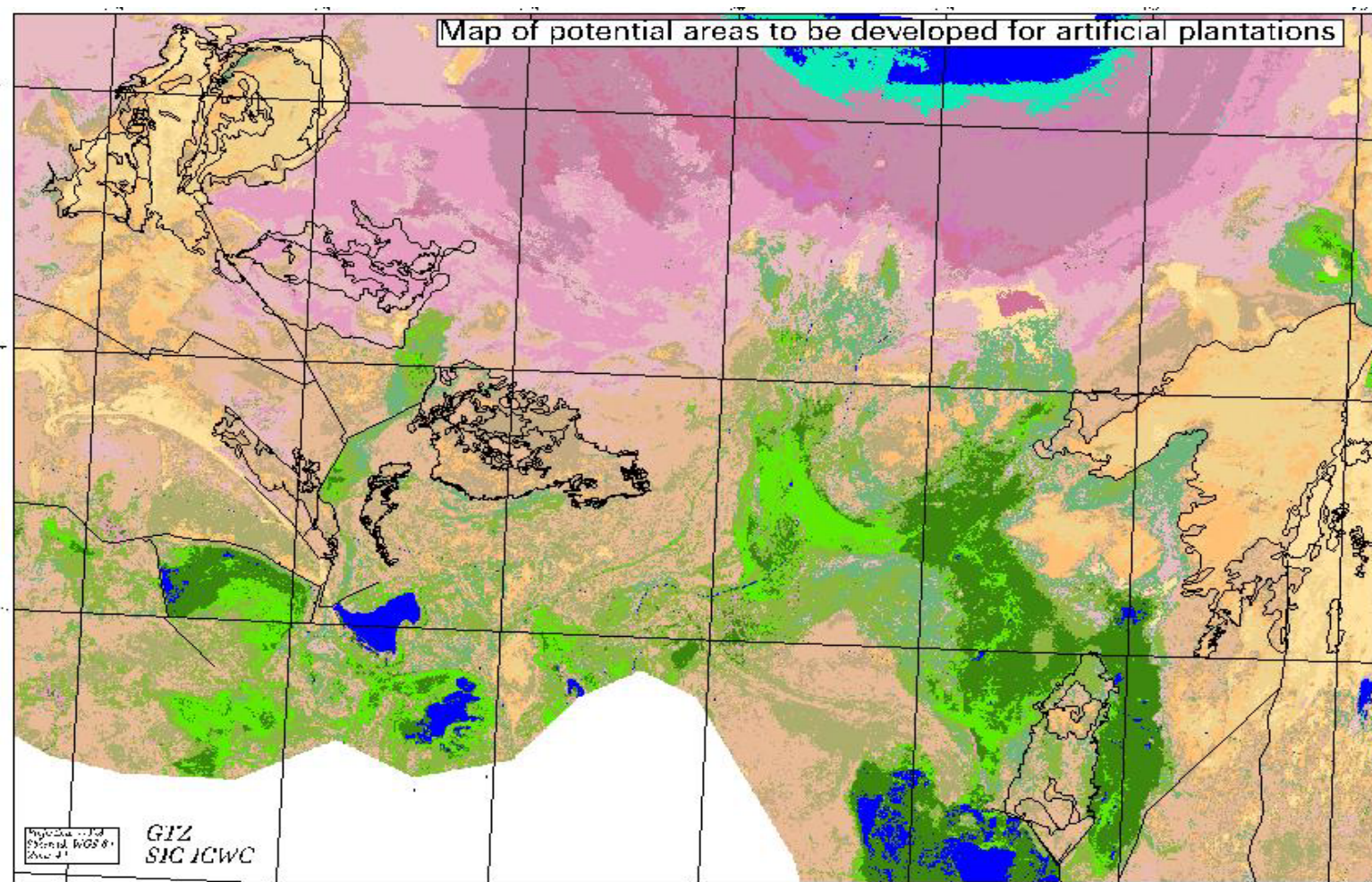


Рис. 69 Зоны предполагаемого освоения и закрепления

В процессе экспедиции выявлены отдельные явления, свидетельствующие о необходимости разработки правил выбора и подготовки зон посадок и посевов для увеличения их приживаемости. На низкую приживаемость могут влиять и некачественные семена или погибшие ко времени посадки (участок 17 экспедиции 3), а также исходные почвенно-гидрогеологические условия, не соответствующие требованиям. Кроме того, имеет значение наступления барханов, что требует их механического закрепления камышом, определения участков с деградирующими посадками саксаула (Тигровый хвост), высыханием джангила, а также многочисленных нарушений принявшихся посадок геологическими и нефтяными разработками, изысканиями и транспортом.

Для этого:

1. Целесообразно разработать и организовать порядок выбора места и сроков новых посадок, отработать методику изысканий под них (почвы, гидрогеология, ландшафт), определить сроки и виды посадок или посевов, организовав 2 - 3 опытных полигона в зоне риска № 3 и 4.

2. С учетом полученных экспериментальных материалов доработать рекомендации по освоению обсохшего дна Аральского моря и опустынивающейся дельты, включая способы освоения.

Заслуживают внимания данные Питера Наворотила о большой заболеваемости рядовых посадок саксаула. Это требует исследования причин и выработки специалистами-дендрологами рекомендаций по изменению порядка посадок и чередования полосного посева с очаговыми.

Практики наработали ряд приемов закрепления песков и подготовки территорий под фитомелиорацию. Целесообразно силами местных специалистов развить эти возможности, организовав под руководством АН Каракалпакстана специальные работы по проектам освоения этих земель. Итогом этому может быть подготовка рекомендаций по освоению будущих территорий стабилизирующегося дна. В зависимости от условий каждого конкретного участка, выбранного для облесения, рекомендации могут быть различными.

3. Для выявления причин плохой приживаемости необходимо проанализировать ретроспективу освоения территории: способ посадок, посевов, качество семян и т.д. с одновременной динамикой изменения ландшафтов. Для этого необходимо провести специальные исследования и сопоставить время посевов с исходными гидрогеологическими и почвенными условиями, а также проследить динамику условий в процессе роста.

4. Для эффективности освоения необходимо разработать проектную документацию, включающую результаты подробных изысканий на выбранной территории, план мероприятий с их обоснованием, порядок освоения. Предлагается на базе GTZ с привлечением специалистов Минсельводхоза, экспертов НИЦ МКВК, ученых лесомелиораторов (Новицкого З.Б., Аметова М.), лаборатории САНИИРИ создать группу для разработки проектов освоения предложенной местности.

5. Для четкого выполнения рекомендаций по освоению территории выработать порядок мониторинга выполняемых работ. Проводить регулярный мониторинг всех параметров, сопровождающих мероприятия (дата, способ, семена, саженцы, их качество, почвы, засоление, у.г.в. и т.д.).

6. Для повышения точности дистанционного мониторинга необходимо доработать методику дешифрирования с учетом особенностей песков, расчлененности и других

земельных покрытий. Яркость аридных ландшафтов существенно зависит от структуры растительного покрова и фактуры поверхности почв. Значения спектральной яркости растительности аридных зон неустойчивы и в различной степени изменяются под влиянием сезонных и погодных условий. Для дешифрирования песчаных пустынь сезонные условия имеют особо важное значение. Степень закрепленности песков определяется не только количеством кустарниковой растительности, вегетирующей продолжительное время года, но и плотностью травянистого покрова, скрепляющего пески. Развитие травянистой растительности в песках происходит весной, в это время закрепленные пески, покрыты кустарниково-травянистой растительностью с наивысшей плотностью. Таким образом, необходимо использовать спутниковые снимки во временном разрешении.

5.3. Будущее Аральского моря

В данном разделе представлены результаты проекта REBASOWS «Восстановление экосистем и биопродуктивности Аральского моря в условиях дефицита воды» (Вена-Ташкент, май 2006). В задачи проекта входило дать прогноз солевому и водному балансу Аральского моря в различных существующих притоках воды к водоему.

В качестве исходного состояния для оценки перспективы Аральского водоема были приняты данные космических наблюдений на 2006 год, в соответствии с которыми площади водной поверхности характеризуются таблицей 32.

Таблица 32 Площади водных объектов Аральского моря на 2006 год

№	Аральское море	м ²	га
1	Западное море	4962799000	496279,9
2	Восточное море	9244248000	924424,8
3	Заливы Восточного моря	1509301000	150930,1
4	Перешеек	55425610	5542,561
	Большое море	15771773610	1577177,361
5	Малое море	2864854000	286485,4

Площади водной поверхности Аральского водоема

Будущее Аральского моря достаточно четко определено для акватории Северного моря – оно должно стабильно поддерживаться на отметке 42 и, таким образом, будет сохранять свой объем в 27,0 км³ при площади 290 км². Некоторое увеличение объема «аппендикита» к Северному морю - заполненному бывшему заливу Сары-чаганак даст приращение в 120 км² и 0,5 км³ воды.

Возможность создания стабильного уровня моря и поддержания необходимого солевого режима в водоемах большого моря будет зависеть от трех видов сценариев:

- сценарии развития бассейна Аральского моря в части солоноватых или не солоноватых параметров изменения воды, водосбережения, развития водохозяйственной инфраструктуры и их режимов;
- сценариев поддержания водных тел моря;
- вариантов обустройства дельты реки Амударья и соответствующего изъятия стока для ее поддержания.

Из многочисленных сценариев развития водохозяйственной обстановки в проекте было рассмотрено три: сохраняющий существующие тенденции, оптимистический и национального видения, каждый из которых был рассмотрен для двух двадцатилетий по

водности стока – маловодного (по анализу 1972-1991 гг.) и многоводного (по анализу 1952-71 гг.).

Анализ, выполненный для 20-тилеток, входящих в ряд естественных водных ресурсов с 1914 по 2001 год (рис.70, 71), показывает значительную изменчивость водности данных периодов как в целом по бассейнам Амударьи и Сырдарьи, так и по отдельным рекам. Суммарная водность 20-тилеток в целом по бассейнам рек колеблется от 87.2 км³/год (средний за 1972-1991 гг) до 96.1 км³/год (средний за 1952-1971 гг), что соответствует обеспеченности для маловодного периода 94%, а для многоводного 3%. Изменчивость стока по 20-леткам для отдельных рек представлена в таблице 33.

Таблица 33 Объемы стока рек по 20-ти леткам (выборка из ряда 1914...2001 гг.)

Река	Годы	Обеспеченность, %	Средний сток за период, км ³ /год
Амударья	1970-1989	99	63.56
	1951-1970	2	69.53
Сырдарья	1925-1944	99	22.09
	1952-1971	2	26.78

В качестве расчетных рядов лет, перенесенных на будущее (2006-2025 гг.), выбраны периоды за 1972-1991 гг. (маловодный) и 1952-1971 гг. (многоводный).

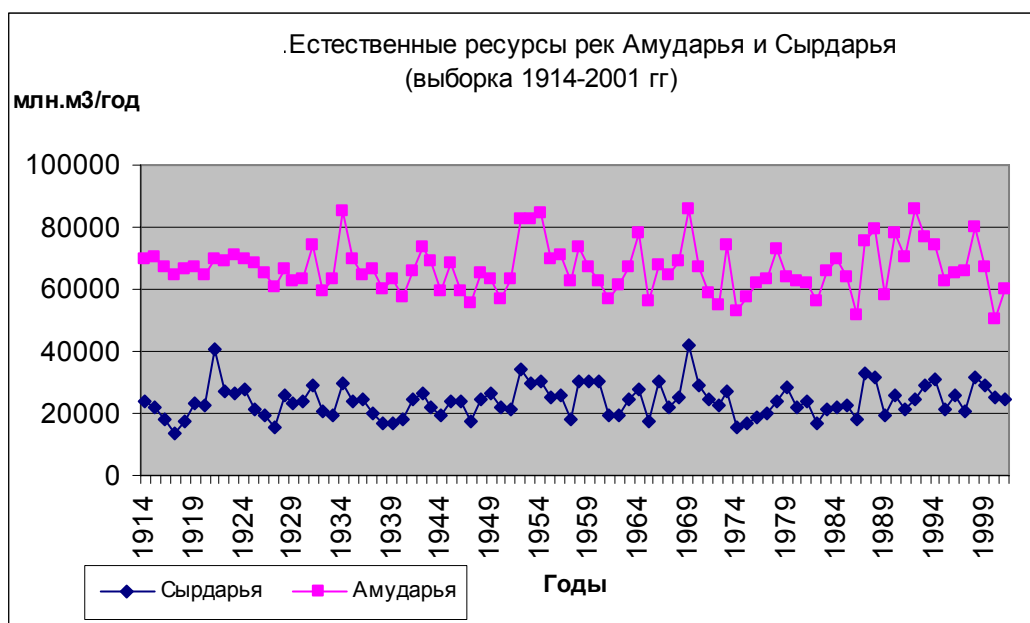


Рис. 70 Естественные ресурсы рек Амударья и Сырдарья (выборка 1914-2001 гг)

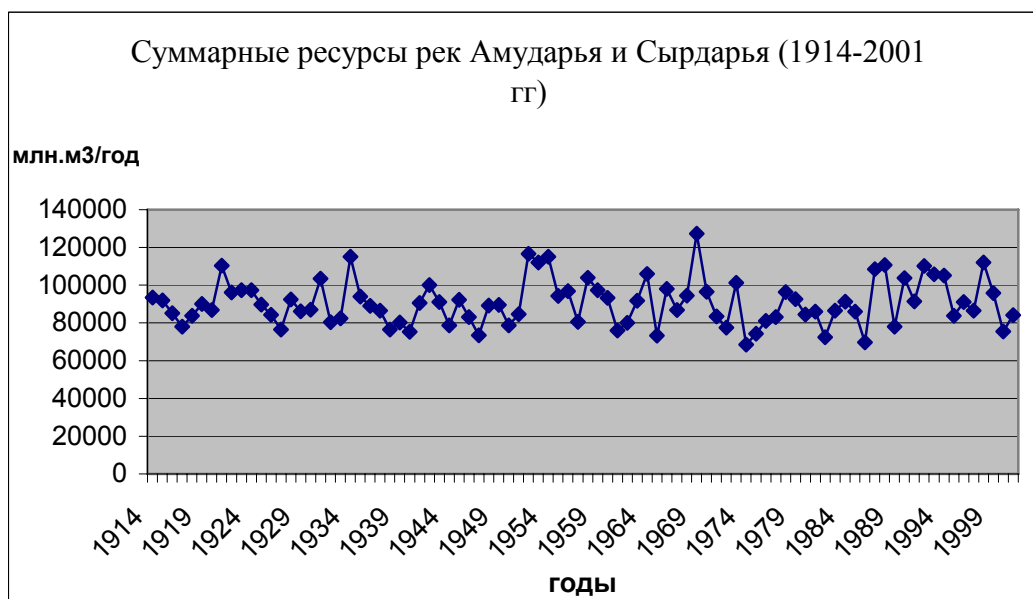


Рис. 71 Суммарные ресурсы рек Амударья и Сырдарья (1914-2001 гг)

Естественный сток рек Амударья и Сырдарья, средний за маловодный период - 1972-1991 гг. (MIN) и многоводный - 1952-1971 гг. (MAX), которые рассматриваются в качестве гидрологических рядов экстремальной водности будущих сценариев (маловодная и многоводная 20-тилетки), приводятся в таблице 34

Таблица 34 Сток рек Амударья и Сырдарья (км³/год), средний за период в 20 лет, соответствующий сценариям водности (MAX, MIN)

Бассейн реки	MAX	MIN	Разница
Амударья	69.30	64.68	4.62
Сырдарья	26.80	22.52	4.28
Итого	96.10	87.20	8.90

Приток в Приаралье по р.Амударье, рассчитанный на ASBMM для двух сценариев водности - маловодная (MIN) и многоводная (MAX) 20-ти летки, и трех сценариев развития стран бассейна (национальное видение, сохранение тенденций, оптимистичный) приводится в таблице 36. Расчеты выполнены в предположении возникновения в будущем (за период 2005/2006 – 2025 гг) маловодной и многоводной 20-ти леток (таблица 35, пункт А) с корректировкой по притоку за 2005/2006 год (таблица 30, пункт В) для всех сценариев, для чего были использованы данные фактического стока реки за октябрь 2005 – май 2006 года и прогноз стока на июнь – сентябрь 2006 года, выполненный по ожидаемому тренду этого периода.

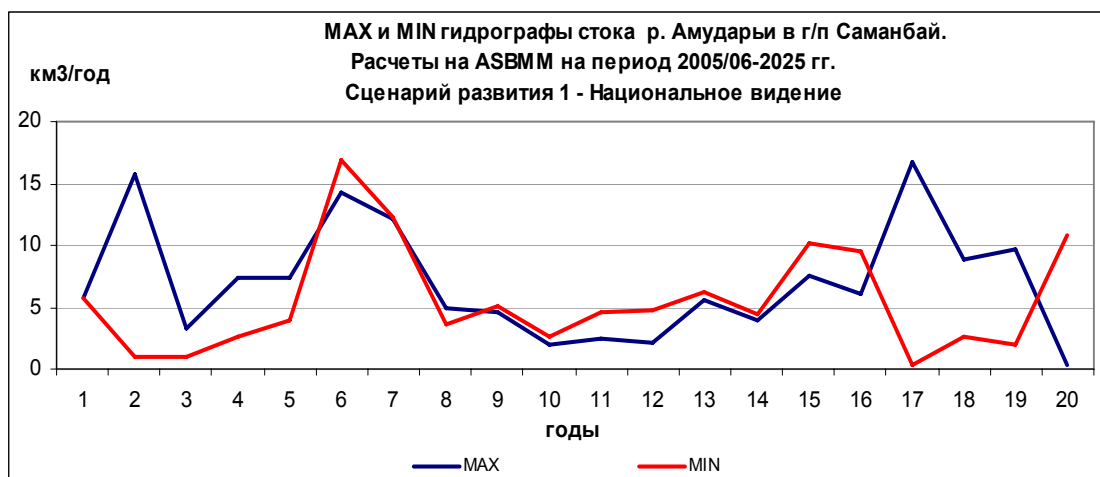
**Таблица 35 Расчетный сток реки Амударья (г/п Саманбай),
средний за 2005/2006-2025 гг (км³/год).**

Сценарии развития	MAX	MIN	Разница
А. Расчет по рядам	1952-1971 гг	1972-1991 гг	
1. Национальное видение	7.51	6.04	1.47
2. Сохранение существующих тенденций	8.24	6.96	1.28
3. Оптимистичный	11.47	9.08	2.39
В. Приведенные к 2005/2006 году			
1. Национальное видение	7.04	5.5	1.54
2. Сохранение существующих тенденций	7.77	6.48	1.29
3. Оптимистичный	11.16	8.9	2.26

Из таблиц 34 и 35 видно, что имеющаяся разница (4.6 км³.год) средних объемов естественного стока для маловодной (MIN) и многоводной (MAX) 20-ти леток, на границе Приаралья (г/п Саманбай) уменьшается, в зависимости от сценария развития бассейна, до 1.3...2.3 км³/год.

Таким образом, естественная изменчивость стока реки “сглаживается” в низ по течению за счет колебаний водозабора и потерь стока, которые в многоводные периоды выше, чем в маловодные.

Ниже на рисунке 72 приводятся гидрографы стока реки в г/п Саманбай для различных сценариев водности и развития бассейна, а также интегральные кривые (суммирующие объемы стока в нарастающем порядке по времени), по которым можно судить о диапазоне водности, в пределах которого находится ожидаемый в будущем гидрограф притока в Приаралье. В приложении отчета приводится график показывающий в сравнении все варианты стока реки Амударья в створе Саманбай.



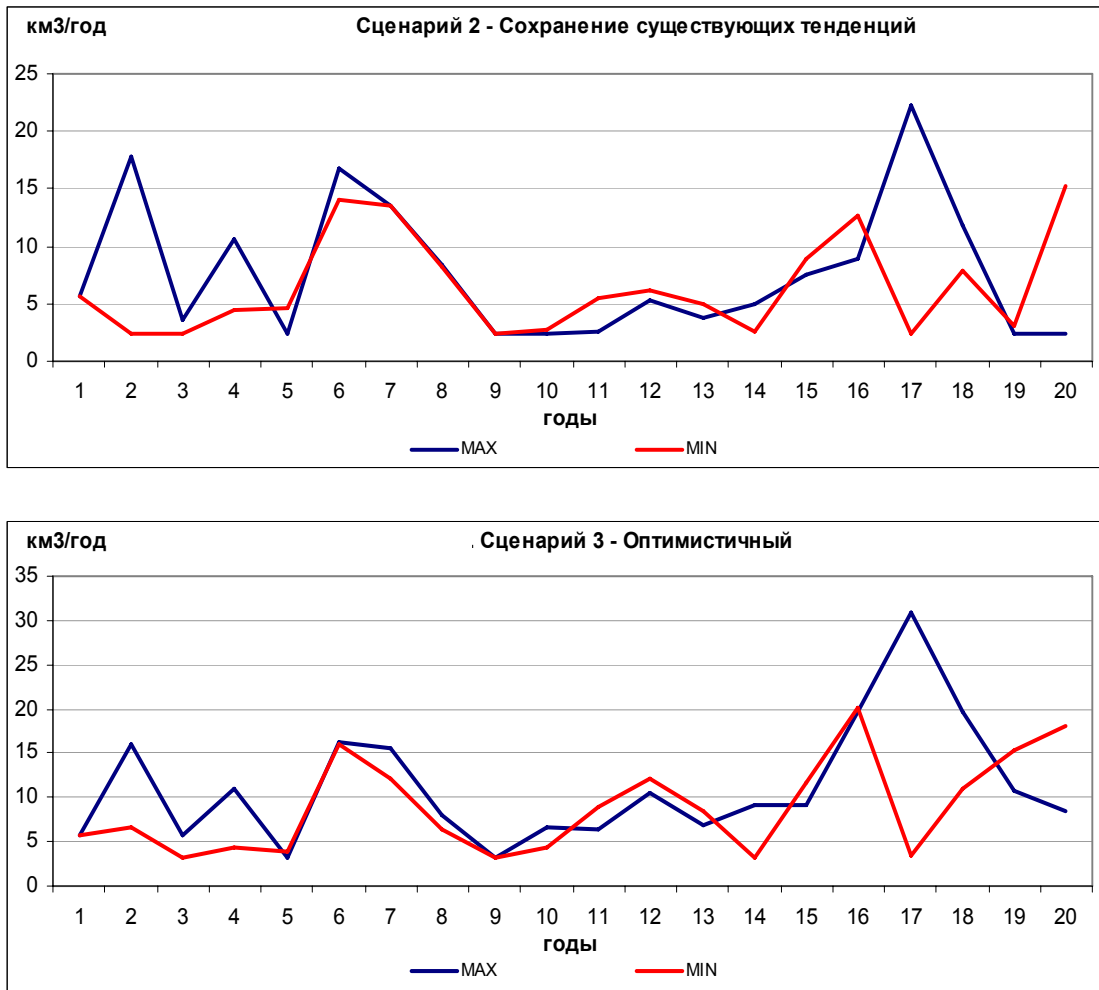


Рис. 72 Гидрографы реки в г/п Саманбай

Приток в Приаралье по р.Сырдарье, рассчитанный на ASBMM для двух сценариев водности - маловодная (MIN) и многоводная (MAX) 20-ти летки, и трех сценариев развития стран бассейна (национальное видение, сохранение тенденций, оптимистичный) приводится в таблице 37. Расчеты выполнены в предположении возникновения в будущем (за период 2005/2006 – 2025 гг) маловодной и многоводной 20-ти леток (таблица 36, пункт А) с корректировкой по притоку за 2005/2006 год (таблица 36, пункт В) для всех сценариев, для чего были использованы данные фактического стока реки за октябрь 2005 – май 2006 года и прогноз стока на июнь – сентябрь 2006 года.

Таблица 36 Сток реки .Сырдарья (г/п Казалинск), средний за 2005/2006-2025 гг (км³/год).

Сценарии развития	MAX	MIN	Разница
А. Расчет по рядам	1952-1971 гг	1972-1991 гг	
1. Национальное видение	3.98	2.91	1.07
2. Сохранение существующих тенденций	5.27	4.02	1.25
3. Оптимистичный	7.22	4.96	2.26
В. Приведенные к 2005/2006 году			
1. Национальное видение	3.95	3.04	0.91
2. Сохранение существующих тенденций	5.22	4.12	1.10
3. Оптимистичный	7.27	5.03	2.24

Сравнение таблиц 36 и 37 показывает, что в бассейне Сырдарьи наблюдается та же закономерность, что и в бассейне Амударьи: естественная изменчивость стока реки “сглаживается” в низ по течению за счет колебаний водозабора и потерь стока.

На рисунке 73 приводятся гидрографы стока реки Сырдарья в г/п Казалинск для различных сценариев водности и развития бассейна и интегральные кривые, а распределение объемов притока воды по сезонам и соленость в таблице 37.

Таблица 37 Сток (км³/сезон) / соленость (г/л) реки Сырдарья, средние за 2006-2025 гг, в вегетационный (апрель-сентябрь) и межвегетационный (октябрь-март) периоды.

Сценарий развития	Сезон	MAX	MIN
Национальное видение	межвегетация	3.46 / 1.47	2.61 / 1.61
	вегетация	0.49 / 1.35	0.43 / 1.51
Сохранение существующих тенденций	межвегетация	4.43 / 1.36	3.50 / 1.50
	вегетация	0.79 / 1.30	0.62 / 1.46
Оптимистичный	межвегетация	4.76 / 1.05	3.17 / 1.12
	вегетация	2.51 / 1.00	1.86 / 1.10

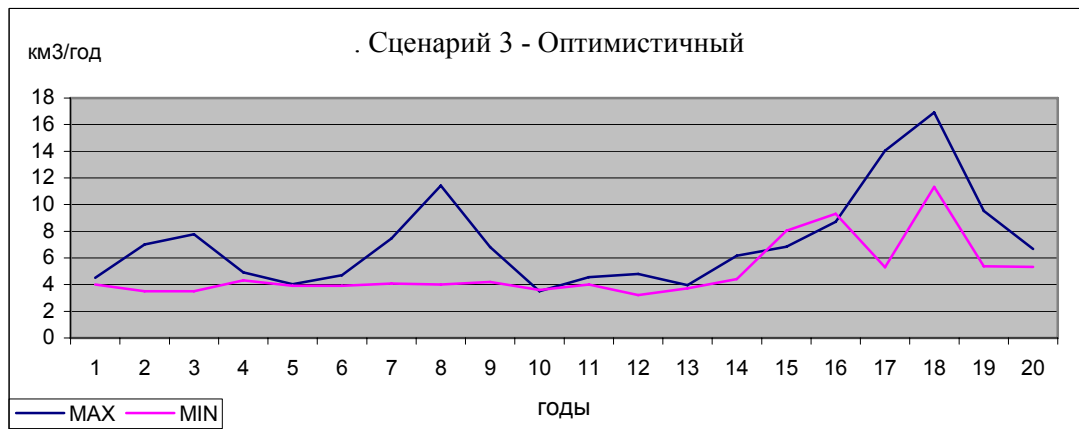
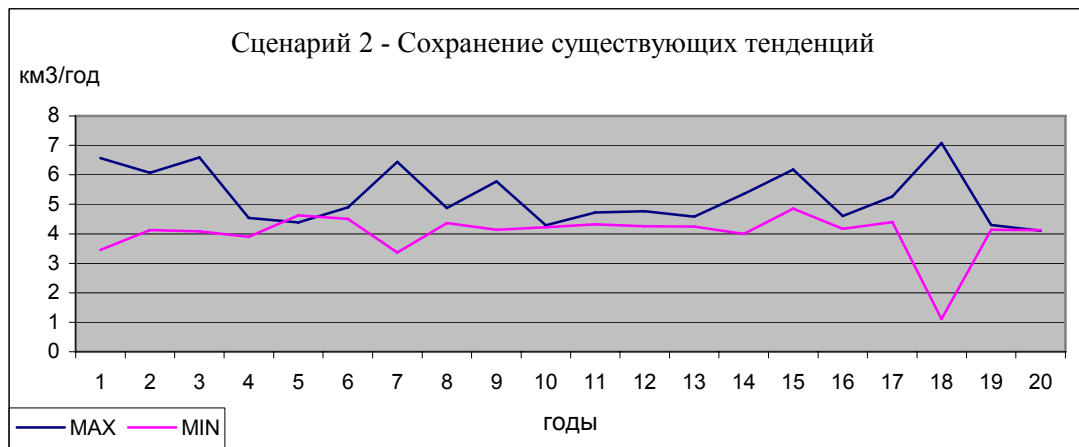
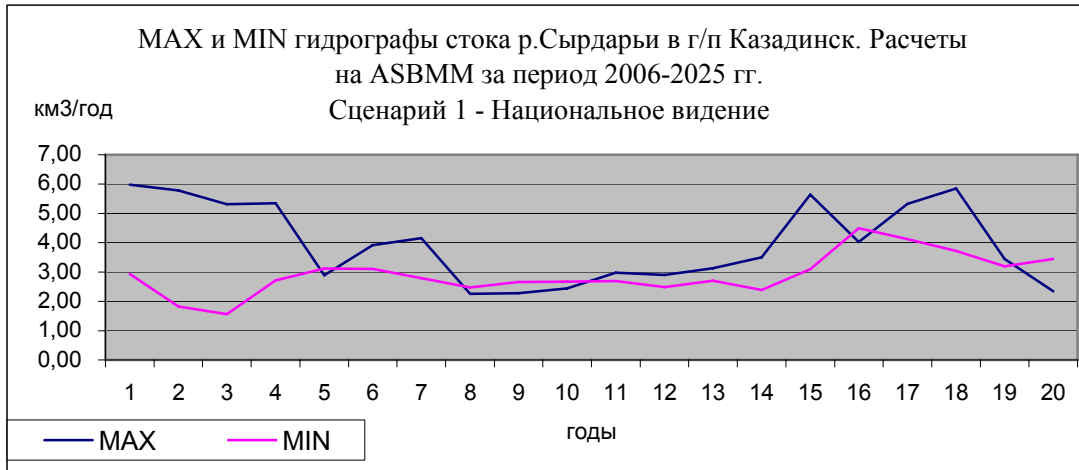


Рис. 73 Гидрографы р.Сырдарья в г/п Казалинск

На эти существующие сценарии накладываются три варианта поддержания водных тел:

- Западное море существует, Восточное усыхает – перемычка перекрывает северную протоку;
- Восточное море существует, Западное море отсечено;
- Оба водных тела существуют.

Кроме того, возможно еще 3 варианта подачи воды в дельту Амударьи:

- существующая схема (status quo)
- подача воды по проекту NATO SFP-974357 в Восточное море;
- подача воды в Западное море по схеме дельты проектом NATO (Гипотетический вариант).

Возможное сочетание вариантов подачи воды в водное тело моря приведено в таблице 38

Таблица 38 Матрица возможных сочетаний вариантов водных тел моря и вариантов подачи воды в море

	I	II	III
1		X	X
2		X	X
3	X		X

Кроме того, было осуществлено 6 вариантов прогноза накопления воды и минерализованного стока в Северное море (табл. 39). Эти расчеты показали, что отметка 42 гарантирована во всех вариантах развития сценариев по бассейну реки Сырдарья, но по минерализации лишь в вариантах 3 и 4 обеспечивается необходимая степень минерализации воды, позволяющая осуществить нерест рыбы.

Таблица 39 Динамика уровня (м) / и солености (г/л) воды в Северном море (на начало года) по вариантам

Года	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
2010	42 / 16,2	43,32 / 14,3	42 / 15,8	43,75 / 13,7	41,60 / 16,7	42,47 / 15,7
2015	42 / 15,8	44,65 / 13,0	42 / 14,7	46,69 / 10,9	40,61 / 18,5	41,66 / 17,5
2020	42 / 15,7	45,63 / 12,4	42 / 14,1	47 / 10,8	42 / 17,2	42,49 / 16,7
2025	42 / 15,4	46,55 / 11,9	42 / 11,4	47 / 9,8	42 / 17,2	43,35 / 15,6
2030	42 / 15,6	46,29 / 12,6	42 / 11,4	46,84 / 10,2	42 / 17,7	43,43 / 16,1
2035	42 / 15,9	46,34 / 13,0	42 / 10,6	47 / 9,9	42 / 18,1	43,63 / 16,3
2040	42 / 16,0	46,61 / 13,2	42 / 9,6	47 / 9,6	42 / 18,2	44,27 / 15,8
2045	42 / 15,9	4,97 / 13,2	42 / 8,4	47 / 9,1	42 / 17,8	45,50 / 14,6
2050	42 / 15,6	46,68 / 13,5	42 / 7,2	47 / 8,4	42 / 17,5	46,44 / 13,9
2055	42 / 15,2	47 / 13,5	42 / 6,3	47 / 7,8	42 / 17,6	46,41 / 14,3

Для Большого моря положение очень неопределенное.

Всего было определено 18 сочетаний различных вариантов, сгруппированных в 3 варианта инфраструктуры подачи воды.

Сохранение существующей инфраструктуры дельты Амударьи без коренной реконструкции

В этом варианте, наименее капиталоемком, уровень воды Восточного моря будет продолжать снижаться до максимального $\downarrow 28$ в национальном сценарии водопользования при низких рядах водообеспеченности. При оптимистичном сценарии водопользования и максимальных по водности рядах минимальная отметка воды в большом водоеме упадет максимум до $\downarrow 29,5$, но во всех вариантах море стабилизируется по уровню между $\downarrow 29$ и $\downarrow 31$. При этом минерализация воды будет подниматься во всех вариантах к 2008 г. до 150 г/л, а затем линия трендов будет зависеть от сценариев водопользования и водности рядов – в худшем случае она прыгает до 300 г/л, а затем стабилизируется в районе 200 г/л. При оптимистическом сценарии развития водопользования минерализация воды к 2010 г. стабилизируется в пределах 100 г/л, а затем снизится в последнее пятилетие 2020 ... 2025 гг. до 25 г/л. Это связано исключительно с большими объемами сбросов из Северного моря (за последнюю пятилетку 2021-2025 гг., в среднем 7.3 км³/год, максимум 12.8 км³/год). В сценариях “национального видения” и “сохранения существующих тенденций” при низких вариантах водности минерализация воды будет колебаться от 100 до 250 г/л.

В Западной чаше в это время происходит спад воды (до 2020 г.) различными темпами. В годы низкой водности по сценарию национального видения и сценарию сохранения тенденций до отметки 17.5... 18.9 м над уровнем моря, а по оптимистическому сценарию последние пять лет идет подъем воды до отметки 31.34 – при высокой водности и до отметки 27 – при низкой водности, что очень мало вероятно.

Минерализация воды во всех вариантах растет – в наилучшем случае до 102 г/л, в наихудших до 190 г/л.

Далее рассматриваются два варианта, начинающих работать с 2006 года. Конечно, ни один из этих проектов невозможно реализовать в течение одного года, поэтому полученные результаты следует рассматривать как возможную альтернативу развития ситуации в Аральском море.

Вариант комплекса инфраструктуры в дельте Амударьи, предусмотренный в проекте НАТО SFP 974357

Создание инфраструктуры по этому проекту увеличивает продуктивность дельты и снижает социально-экономический и экологический ущерб, но ухудшает положение дел в Большом море: уровень воды в Восточном море снижается до отметки 27,5, в Западном – до 27,6 в худших вариантах, а минерализация воды в Восточном море достигает 370 г/л, хотя в оптимистических сценариях она опускается до уровня 90 ... 106 г/л. Значительно лучшее положение в Западной чаше, где вода в среднем имеет минерализацию 65 ... 75 г/л с лучшими показателями в оптимистическом сценарии со снижением к 2025 г. до 53 г/л.

Гипотетический вариант

Подача воды происходит через вновь построенную систему водных путей Амударья – Судочье - залив Аджибай в Западную чашу. Эта система позволяет полностью переключается на глубоководный водоем. Восточная чаша живет лишь за счет перетоков воды из Западного в Восточное море, плюс попуски из Северного моря. Горизонт воды в Западной чаше во всех вариантах устанавливается в пределах отметок 29 ... 31, с минимумом кратковременным в 28 и максимум – 32,3. Восточная чаша при этом тоже

стабилизируется на отметках 26 ... 27БС. Поднятие воды до отметки 30БС, в оптимистическом сценарии, считаем маловероятным. Такое состояние водоподачи позволяет добиться устойчивого тренда на снижение минерализации воды в Западном море с достижением ее к 2025 г. - 45 г/л с отклонениями ± 16 г/л.

Однако минерализация воды в Восточной чаше стремится к значениям 380 г/л, хотя в области таких высоких концентраций допущения, принятые в модели, становятся недействительными и требуют детального гидрохимического моделирования высоконасыщенных растворов.

Принимая во внимание отчет группы CR-4 по биопродуктивности, представляется крайне сомнительной и малореалистичной возможность осуществления "гипотетического варианта" подачи воды из Амударьи в Западное море в таких размерах, чтобы была получена экономическая целесообразность сохранения акватория Западного моря в экологически активных параметрах – с минерализацией воды менее 20 г/л. Для этого потребуется:

- принятие оптимистического сценария использования воды в бассейне;
- достаточно хорошая естественная водность гидрологических рядов;
- быстрое (5 – 6 лет) осуществление подачи воды в Западное море;
- дополнительная подача коллекторно-дренажных вод из Озерного коллектора с машинной подачей в систему ГЛК и далее в Судочье;
- объем капвложений на эти цели не менее 1,500 – 1,800 млн. долл.

Бесспорно, имеется одна возможность найти такие инвестиции – привлечь финансирование газовых и нефтяных компаний, осваивающих Приаралье, учитывая их интерес к освоению газо-нефтяных запасов, расположенных под дном Восточного Аральского моря.

В нынешней ситуации главное внимание должно быть уделено созданию устойчивой биопродуктивности в дельтах Амударьи и Сырдарьи по разработанным ранее проектам НАТО.

Колебания будущих отметок в зависимости от варианта подачи и водообеспеченности составляют в Восточном море от 20,2 по национальному варианту до 32,7 по оптимистическому варианту.

При этом в обоих водоемах через 20 лет установится определенная стабилизация с флуктуацией в зависимости от водности притока в пределах 1,5-2 метров, что даст практическую осушку и затопление прибрежной полосы в пределах максимум 4000 км².

Для некоторых вариантов (вариант «национального видения») это будет означать уменьшение (увеличение) площади остаточных водоемов на уровне 60 % от среднестабилизирующихся в конце периода (табл.40)

Таблица 40 Варианты сохранения акватория Аральского моря в различных вариантах до 2025 года

Варианты	Западное море		Восточное море		Суммарная поверхность
	отметка	площадь водной поверхности	отметка	площадь водной поверхности	
Существующая инфраструктура дельты					
Нац. видение 2021	21,6	2439	31,0	10365	12804
2025	20,2	2245	29,6	6177,2	8422
BAU 2021	23,8	2865	31,3	11166,2	14031
2025	23,4	2732,5	30,3	7975,0	10707
Оптимальный 2021	31,5	5987,5	32,0	13267,8	20254
2025	32,0	6405,4	32,2	13621,8	20026
Инфраструктура НАТО					
Национальная 2021	26,0	3374,9	30,2	7866	11240
2025	24,0	2911,1	28,8	4940,1	7851
BAU 2021	27,3	3770,8	31,0	10419,1	14189
2025	25,9	3348,6	29,7	6818,4	10167
Оптимальная 2021	31,6	6156,6	31,8	12823,4	18980
2025	31,3	5844,3	31,4	11189,2	17033
Гипотетическая подача					
Национальная 2021	31,6	6119,8	29,5	6934	13054
2025	29,6	4721	28,3	3797	8518
BAU 2021	21,7	6218,6	30,8	9872,7	16091
2025	30,5	5255,5	29,6	6257,4	11513
Оптимальная 2021	32,7	6979	32,5	14333,0	21312
2025	32,1	6484	32,0	13336,9	19813

Таким образом, учитывая, что нынешняя площадь поверхности моря, заполненная водой, составляет 20 тысяч квадратных километров по состоянию на 2006 год. Следует ожидать увеличение площади осушки в среднем на 10 тысяч квадратных километров или еще миллион гектар, из которых половина будет находиться в состоянии переменного подъема и сработки уровня моря. В оптимистическом варианте возможно даже некоторое увеличение обводнения против существующего уровня, но вероятность такой ситуации очень проблематична.

Стало быть, осушенное дно моря будет и впредь являться предметом беспокойства и проведения необходимого мониторинга.

6. Выводы

1. Проведение комплексных двухлетних экспедиционных исследований (почвенных, гидрогеологических, биологических, экологических) на осушенном дне моря в сочетании с дистанционными наблюдениями позволяют осуществить мониторинг ландшафтов, находящихся в состоянии быстро происходящих изменений.

2. Исходя из задач исследований, предложена типизация ландшафтов по классам, сгруппированным в четыре группы экологической стабильности, с определенными разносторонними характеристиками.

3. Дистанционные исследования позволяют с большой степенью точности идентифицировать 11 из 17 классов. Для более точной идентификации остальных 6 классов требуется проведение дополнительных комплексных эталонных наземных наблюдений и анализа соответствия космических образов, особо в весеннее время.

4. Исследования выявили, что изменения происходят как в направлении деградации ландшафтов и усиления их экологической нестабильности, так и в направлении стабилизации нарушенных ранее и дефлируемых поверхностей.

5. Разработанная методика позволяет осуществлять постоянный мониторинг осушенного дна моря и прибрежных территорий и на основе этого оценивать приживаемость посадок, развитие самозарастания, а также определить первоочередные работы по предотвращению опасного влияния зоны риска на социально-значимые объекты. Детальные исследования масштабов стабилизации и особо самозарастания помогут управлять этими процессами.

6. Исследования необходимо продолжить в направлении постоянного мониторинга, использования традиционных методов и поиска новых путей закрепления поверхности земли и снижения экологической опасности осушенного дна моря.

Список использованной литературы

1. Гидрометеорологические проблемы Приаралья.-Л.-Гидрометеиздат. -1990. 276 с.
2. Берг Л.С. Аральское море. Опыт физико-географической монографии // Изв. Туркестанского русского геогр.Общества. - 1908. - Т.5. - 580 с.
3. Blasch, G. Bewertung des Erosions- und Schadpotentials trockengefallener Aralseeböden in Karakalpakstan (Usbekistan). Unpublished MSc thesis, Geographical Institute of the University of Regensburg. Regensburg. - 2007.
4. Богданов Л.А., Пинхасов Б.И. и др. Отчет. Эколого-гидрогеологическая и инженерно-геологическая съемка м-ба 1:200000 осушенной части дна Аральского моря в пределах листов К-41-I, L-41-XXXI. Ташкент. - 1995, 253 с.
5. Богданова Н.М., Костюченко В.П. Процессы соленакопления на осушившемся дне Аральского моря и их связь с геоморфологическими и литологическими условиями. // Изв. АН СССР.- Сер. геол.-1977.-№ 3.-С.29-31.
6. Богданова Н.М., Костюченко В.П. Засоленность почвогрунтов осушившегося дна Аральского моря // Изв. АН СССР.- Сер. географ.-1978.- № 2.-С. 65-71
7. Богданова Н.М., Востокова Е.А. и др. Условия формирования солевых накоплений в Южном Приаралье // Изв. АН СССР. - Сер. географ..- 1981.- № 3.- С. 98-103.
8. Бродская Н.Г. Донные отложения и процессы осадконакопления в Аральском море. Труды Института геол.наук АН СССР, вып. 115, серия геол., 1952
9. Будникова Т.И. Формирование ландшафтов осушенной части дна Аральского моря и прилегающих территорий. Автореф. дисс.канд.географ. наук. -Ашхабад, 1987. - 24 с.
10. Вейнсберг И.Г., Ульст В.Г., Розе В.К. О древних береговых линиях и колебаниях Аральского моря. Вопр. Четв. Геол.VI, Рига, Изд-во “Зинате”, 1972
11. Гелаева О.С. О мониторинге выноса песчано-солевого аэрозоля с осушенной части дна Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. - 1998. Т.3.4. - С. 17 - 21.
12. Гельдыева Г.В., Будникова Т.И. Эоловые процессы на первичных морских равнинах Приаралья // Изв. АН СССР.- Сер.географ. -1985.-№5.-С. 87-91.
13. Гельдыева Г.В. Степные и пустынные ландшафты равнинного Казахстана (систематика, тенденция развития в условиях современного землепользования): Автореф. дисс. докт. географ. наук - Л., 1989. - 32 с.
14. Гельдыева Г.В., Будникова Т.И., Медведева Н.Ю. Основные закономерности естественной стабилизации ландшафтов осушенного дна Аральского моря // Вест. КазГУ. - Сер.географ. - 1996. - № 3. - С.34-40.
15. Городецкая М.Е. О террасах Аральского моря // Геоморфология. - 1978. - № 1. - С. 46-55.
16. Грязнова Т.П. Геоморфологические условия осушившегося юго-восточного Приаралья // Проблемы освоения пустынь. - 1979. - № 2. - С.52-57.
17. Грязнова Т.П. Динамика экзогенных процессов на осушенном дне восточной части Аральского (по данным аэрофотосъемки) //Геоморфология. - 1982. - № 1. - С.71-80.
18. Грязнова Т.П. Процессы рельефообразования на осушившемся дне Аральского моря в районе древней Казалинской дельты Сырдарьи // Геоморфология. - 1986. - № 1. - С. 47-54.
19. Епифанов М.И. О террасах Аральского моря // Тр. Союз. геол.-поиск.конторы. М,: - 1961. Вып. 2. - С. 65-71.
20. Житомирская О.М. Климатическое описание района Аральского моря. Л.: Гидрометеиздат, 1964, 68 с.
21. Zavyalov, P.O. Physical Oceanography of the Dying Aral Sea. Springer/Proxis - 2005.

22. Zobeck, T. M.; Sterk, G.; Funk, R.; Rajot, J. L.; Stout, J. E. & Van Pelt, S. R.: Measurement and data analysis methods for fieldscale wind erosion studies and model validation. *Earth Surface Processes and Landforms*, 28, 2003. pp. 1163-1188
23. Zobeck, T. M. & Van Pelt, S. R.: Wind-induced dust generation and transport mechanics on a bare agricultural field. *Journal of Hazardous Materials*, 2006. pp. 1-13
24. Zolotokrylin A. "Climate fluctuations and change in the Aral Sea basin within the last 50 years", in *Creeping environmental problems and Sustainable development in the Aral Sea basin*", by M. Glantz, Cambridge University press, 1999, pp. 86...99.
25. Ivanov V., Chub V. and other, "Review of the scientific and environmental issues of the Aral Sea basin", in "The Aral Sea basin", NATO ASI Series, 2 env vol. 2, 1996, pp. 9...21.
26. Исаченко А.Г. Основы ландшафтоведения и физико-географического районирования. М.: Высшая школа, 1991.
27. Кабулов С.К. Изменение фитоценоза пустынь в условиях аридизации (на примере Приаралья) // Ташкент, 1990
28. Кесь А.С. Основные этапы развития Аральского моря // Проблемы Аральского моря. М. Наука, 1969. - С. 41-47.
29. Кесь А.С. Естественная история Аральского моря и Приаралья // Изв. АН СССР. - Сер. географ. - 1991. - № 4. - С.36-42.
30. Курбаниязов А.К. Особенности ландшафтов осушенной части дна Аральского моря // Мат-лы межд. научн.- практ.конф. - Нукус: Билим, 1999. - С. 115-116.
31. Курбаниязов А.К. Процессы формирования ландшафтов осушенной части дна Аральского моря // Узбекистон география жамияти ахбороти.- Тошкент. - 2000.- Т. 21. - 55с.
32. Клейнер Ю.М., Кравчук В.Н. О древней террасе Аральского моря // Изв.Вузов. Сер.геол. и разведка. - 1966. - № 9. - С.15-20.
33. Климентов П.П. и др. Техника гидрогеологических исследований // Москва - 1978.
34. Кузнецов Н.Т., Городецкая М.Е. и др. Проблема Аральского моря и Приаралья - настоящее и будущее // География, управление и природопользование. - М.: Мысль. 1986. - С. 111-121.
35. Кокшарова Н.Е.и др. О лесомелиорации осушаемого дна Аральского моря. Проблемы освоения пустынь, №5, 1985.
36. Коровин Е.П. Растительность Средней Азии и южного Казахстана. Изд-во АН УзССР, кн., 1, Ташкент, 1961.
37. Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.Б. К вопросу о фитомелиорации осушающихся побережий Арала. Проблема освоения пустынь, №4, 1984.
38. Letolle, R. & Mainguet, M. *Der Aralsee. Eine ökologische Katastrophe*, Berlin - 1996.
39. Лымарев В.И. Берега Аральского моря - внутреннего водоема аридной зоны. - Л.: Наука, 1967. - 252 с.
40. Мавлянов Т.Э., Пинхасов Б.И., Отеев Р., Курбаниязов А.К. Очаги солепылевыноса на обсохшем дне Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. - 1998. - № 3-4. - С. 119-122.
41. Micklin, P. P. & Williams, W. D. (Eds.). *The Aral Sea Basin*. NATO ASI Series 2, Env. 12, Berlin - 1996.
42. Мильков Ф.Н. Человек и ландшафты. Очерки антропогенного ландшафтоведения. М.: Мысль, 1973.
43. Молоскова Т.И., Ильнък Е.П., "Климатические колебания в генеральной циркуляции атмосферы и типы синоптических процессов в Центральной Азии", труды САРНИИГМИ, Гидрометиздат, 1991, № 141, с. 3...102.
44. Молоскова Т.И. и др. «Климатические последствия в зоне Аральского моря. - М.: Гидрометеиздат, 1987.- 119 с

45. Можайцева Н.Ф., Некрасова Т.Ф. Метод подсчета ветрового выноса солей с обсохшего дна Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. -1984.-№6.-С.15-21.
46. Navratil, P. Object based locust habitat mapping using very high resolution satellite data in the southern Aral Sea basin, Uzbekistan. Unpublished MSc thesis, Geographical Institute of the University of Regensburg. Regensburg - 2007.
47. Некрасова Т.Ф. Особенности водоносного режима почв юго-восточного побережья Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. -1979. -№4. - С.28-31.
48. Никитин П.Д. Полезастные лесные полосы как средство борьбы с пыльными бурями. В кн.: Полезастные лесные полосы как средство борьбы с пыльными бурями. Волгоград, 1969.
49. Niknam F., Ahranjani B. Dunes and Development in Iran Imperial Government of Iran Ministry of Agriculture. 1977, Transnational project to Monitor Desertification processes and related natural resources in Arid and Semi-arid areas of South - vest Asia. A Conf. 74/28 Nairobi: UNEP. 1977.
50. Новикова Н.М. Оценка изменений водного режима наземных экосистем. М.: Наука, 2005.
51. Новицкий З.Б. Пастбищезащитные лесные полосы в пустыне. Овцеводство, №9.. 1984.
52. Новицкий З.Б. Создание защитных насаждений в пустынной зоне (конспект лекции). Пушкино, 1986.
53. Палецкий В.А. и др. Схема смены растений при естественном (без вмешательства человека) успокоении песков. В кн.: Избранные труды по лесопроизведению и гидрологии. Изд-во АН УзССР. Ташкент, 1956.
54. Петров М.П. Подвижные пески и борьба с ними. - М. Изд-во АН СССР.-1950. 454с.
55. Петров М.П. Облесение и закрепление песков пустыни Тар и Индии. В кн.: Опыт работы Репетекской песчано-пустынной станции. Изд-во АН ТССР, Ашхабад, 1963.
56. Пинхасов Б.И. Неоген-четвертичные отложения и новейшая тектоника Южного Приаралья и Западных Кызылкумов. - Ташкент: Фан, 1984. - 148 с.
57. Пинхасов Б.И. Прогноз геоэкологического развития Арала // Проблемы освоения пустынь. - 1998. - № 3, 4. - С.179.
58. Пинхасов Б.И. Палеогеография равнин Турана и Тянь-Шаня в неогене // *Geoljquya va mineral resurslar*, - 2000. - № 6. - 3-8с.
59. Пинхасов Б.И. и др. Новые данные по абсолютному возрасту четвертичных отложений Узбекистана, полученные методом оптически вызванной люминесценции (OSL). Геология и минеральные ресурсы.-2005. -№5. С.3-10.
60. Пинхасов Б.И., Мавлянов Т.Э. Современные геологические процессы на обсохшем дне Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. - 1997. - № 1. С. 68-72.
61. Пинхасов Б.И., Мавлянов Т.Э., Курбаниязов А.К. Отчет по теме №269. Динамика экзогенных геологических процессов и их роль в формировании пустыни Аралкум на обсохшем дне моря. Ташкент: 2002. 116с.
62. Пинхасов Б.И., Мавлянов Т.Э. Эоловые процессы и тенденция развития очагов солепылевыноса на обсохшем дне Аральского моря. В кн. Геология регионов Каспийского и Аральского морей. Международный геологический конгресс. -32. Алматы. - 2004. - С. 206 - 212.
63. Пинхасов Б.И., Мавлянов Т.Э. Отчет по теме П-11.1.11. Оценка геоэкологических условий обсохшего дна Аральского моря для решения проблемы опустынивания и охраны окружающей среды. - Ташкент: 2005. 105 с.
64. Пинхасов Б.И., Отеев Р.Б. и др. Эколого-гидрогеологические и инженерно-геологические исследования и картографирование осушенной части дна

- Аральского моря и прилегающей территории масштаба 1:200000 в пределах листов К-40-V, VI, L - 40 - XXXV, XXXVI. Ташкент: - 1999. 274 с.
65. Попов В.А. Роль миграции солей в ландшафтогенезе Приаралья // Проблемы освоения пустынь.-1998. -3,4. - С.179.
 66. Прокаев В.И. Основы методики физико-географического районирования. Л.: НаукаЛенинградское отделение, 1967.
 67. Прохоров И.И. Возможные изменения отдельных климатических характеристик в связи с изменением площади Аральского моря //Вопросы колебания климата и водные ресурсы, Л.: Гидрометеоиздат, 1972. С. 44-49.
 68. Рафиков А.А. Процессы соленакопления на высохшей части дна Аральского моря // ДАН УзССР. -1980. - С. 28-31.
 69. Рафиков А.А. Природные условия осушающегося южного побережья Аральского моря // Ташкент: Фан, 1982. - 147 с.
 70. Рафиков А.А., Тетюхин Г.Ф. Снижение уровня Аральского моря и изменение природных условий низовьев Амударьи - Ташкент: Фан. - 1981. 2с.
 71. Разаков Р.М., Косназаров К.А. Эоловый вынос и выпадение солепылевых частиц в Приаралье // Проблемы Аральского моря и природоохранных мероприятий. - Ташкент. САНИИРИ. - 1987. - С. 24 - 32
 72. Разаков Р.М., Косназаров К.А. Миграция солей и токсикантов в Приаралье // Проблемы освоения пустынь. - 1998. - № 3-4. - С. 63 - 70.
 73. Рубанов И.В. Озерно-почвенное соленакопление в Узбекистане (континентальный галогенез). Ташкент, Изд-во ФАН, УзССР, 1977
 74. Рубанов И.В. Осадки современной осушки Аральского моря, их дигенез и влияние на экологию Приаралья // Литология и полезные ископаемые. - 1994. - № 2. - С. 17-23.
 75. Рубанов И.В. и др. Геология Аральского моря. - Ташкент: Фан, 1987.180с.
 76. Рубанов И.В., Богданова Н.М. Количественная оценка солевой дефляции на осушающемся дне Аральского моря // Проблемы освоения пустынь.-1987.-№3.- С.9-16.
 77. Сектеменко В.Е., Таиров Т.М., Наумов А.Н. Почвенный покров и почвоохранные мероприятия в зоне обсохшего дна Аральского моря. Ташкент: Фан. - 1991. 15с.
 78. Семенов О.Е. Выпадение песчано-солевого аэрозоля на поверхность Приаралья // Проблемы освоения пустынь. - 1998. - №3-4. - С. 37-44.
 79. Сергеева Г.А. Улучшение каракулеводческих пастбищ Узбекистана. Каракулеводство и звероводство, № 4, 1954.
 80. SIC ICWC, 2001. Assessment of Socio-Economic Effects in Result of Ecological Disaster - Aral Sea Desiccation. INTAS/RFBR-1733 Project
 81. Смагулов Е.А. Находка и исследование мазара на дне Аральского моря. - Алматы: Изд-во АН Казахстана //Отанг тарих, 2001, №4. С. 57 - 65.
 82. Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов. Проблемы методологии и теории. М.: Мысль, 1981.
 83. Stulina G., V. Sektimenko. The Change in soil cover on the exposed bed of Aral Sea. Journal of Marine Systems 47, 2004, pp. 121-125.
 84. Толкачева Г.А. и др. Оценка миграции солей в бассейне Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. - 1998. - №3. - С. 55-59.
 85. Wiggs, G.S.F., O'Hara, S.L., Wegert, J., v.d. Meers, J., Small, I., Hubbard, R., 2003. The dynamics and characteristics of aeolian dust in dryland Central Asia: possible impacts on human exposure and respiratory health in the Aral Sea basin. The Geographical Journal 169/2. pp. 142–157.
 86. Fryrear, D. W. A field dust sampler. Journal Soil Water Conserv., 41, 1986. pp. 117–120.
 87. Чалов П.И. Датирование по неравновесному урану. Фрунзе, Изд-во "Илим", 1968.

88. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал республики Узбекистан // Среднеазиатский научно-исследовательский гидрометеорологический институт имени В.А.Бугаева. Ташкент - 2000.
89. Чупахин В.М., Андрушин М.В.. «Ландшафты и землеустройство», ВО Агропромиздат, Москва,1989, с 156.
90. Ягодин В.Н. Средневековой Аральский кризис. Серия «Рабочие документы ИФЕАК». Вып. 13.-Ташкент.- С.1-13.

Приложение

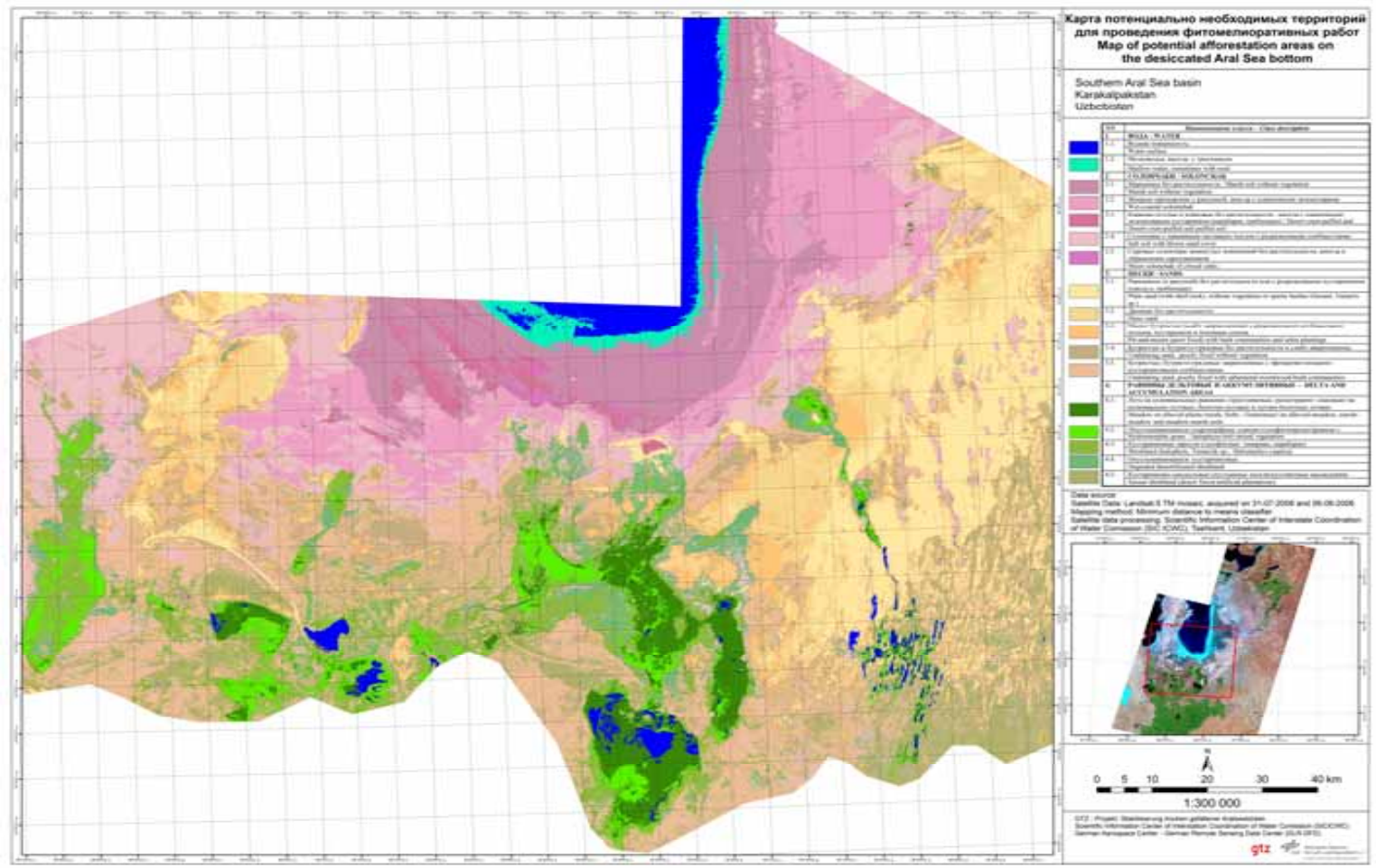


Рис. А1 Карта потенциально необходимых территорий для проведения фитомелиоративных работ

**Таблица А1 Таблица распределения точек полевых исследований
по тематическим классам**

N N	Наименование класса	Порядковый номер экспедиции				
		1	2	3	4	5
1	ВОДА					
1.1	Водная поверхность	-	-	-		
1.2	Мелководья, иногда с тростником	-	-	-		
2	СОЛОНЧАКИ					
2.1	Маршевые без растительности или с сообществами солероса	-	-	-		
2.2	Мокрые-приморские с ракушкой, иногда с единичными экземплярами солероса и сарсазана	-	101,105, 106,108	-		124,125, 126, 128
2.3	Корково-пухлые и корковые без растительности, иногда с единичными экземплярами кустарников (карабарак, гребенщик)	4,35	7,18,32,34, 100, 102,107	-	150	37,39,40, 41,42,43, 44,59,127, 152
2.4	Солончаки с навеванным песчаным чехлом с разреженными сообществами лебеды и селена	2,19,31	3,24,26,28, 29,30,31, 37,63,103, 109,135	59,63,71	37,57,111, 114,122, 123,124, 125	51,52,53, 65,66,69, 70,71,77, 82,119, 131,147
2.5	Соровые солончаки замкнутых понижений без растительности, иногда в обрамлении сарсазанников	13,16,37	142,143	-		
3	ПЕСКИ			-		
3.1	Равнинные (с ракушей) без растительности или с разреженными кустарниками (саксаул, гребенщик)	8,25,34, 39,46	17,60,61, 141,	-	15,17,18, 46,47, 50,51,103, 104, 107,109	24,32,33, 45,46 133,157, 160, 161,162
3.2	Дюнные без растительности	40,41	40,43,58	41,42	7,9,10,12, 14,40,49, 81,79, 12,128,132, 135,137	132,141, 144, 145,158
3.3	Мелко-бугристые (слабо закрепленные) с разреженными сообществами полыни, кустарников и посевами селена.	14,26,28, 43,45,47	9,42,62, 136	50,53,67, 76,78	4,5,6,8,16, 23,24,25, 28,30,31,41 54,58,61, 63,66,67,70, 77,78,106, 110,140, 141	104,117, 130,135, 138,139, 140,146, 148, 150,155
3.4	Бугристые и бугристо-грядовые без растительности и слабо закрепленные.	10,24	36,39,57, 77,79,86, 87	9,32,44, 62,65,66, 72,74	1,3,64,71, 73,76, 138,139	34,35,76, 102,103, 121,122, 137,142, 149,154
3.5	Бугристые, бугристо-грядовые закрепленные с	15,21,36	35,83,84, 85,89,	5,21,33, 36,40,43,	2,20,22,26, 29,32,	5,7,8,73, 74,75,

N N	Наименование класса	Порядковый номер экспедиции				
		1	2	3	4	5
	эфемерово-полынно-кустарниковыми сообществами		99,110, 115,116, 121,130, 132	48,49,51, 54,56	34,39,55, 90,91,92, 93,99,100, 101,145, 147,148, 151,154	89,96,100, 101,105, 112,116, 123,143
4.	РАВНИНЫ ДЕЛЬТОВЫЕ И АККУМУЛЯТИВНЫЕ					
4.1	Луга на аллювиальных равнинах (тростниковые, разнотравно- злаковые) на аллювиально-луговых, болотно-луговых и лугово-болотных почвах	-	72,125	45,20		
4.2	Опустынивающиеся гидроморфные злаково-галофитноразнотравные с кустарниками	27,30	14,22,124, 149	3,7,13	38,48	6,62
4.3	Кустарниковые заросли (галофитные: тамарикс, карабарак)	1,9,18,29	19,21,128, 131	2,6,8,12, 18,19 22,29,34, 39	84,95,102	3,36,47, 60,61, 63,64,80, 91,108, 109
4.4	Опустынивающиеся кустарниковые.	3,7,23,32	94,95,97	4,10,11, 15,16 30,31,60, 73	36,42,43, 44,53, 116,117, 149,155	56,72,107, 113, 114,115
4.5	Кустарниково-саксауловые (пустынные леса/искусственные насаждения).	5,6,11	4,5,6,122, 133,138	14,17,24, 26,27,37, 38,69,70, 75	59,69,74, 75,82,8386, 94,96,97, 98,142,146	2,4,88,90, 111

Таблица А2 Оценка изменения территории Южного Приаралья за период с 1990 года по 2005 год, по Ландшафтной карте Южного Приаралья и результатам обработки спутниковых снимков

<i>NN На карте</i>	<i>Тип ландшафта Источник: «Карта ландшафтов Южного Приаралья», состояние местности 1990 год САНИИРИ</i>	<i>Площадь (га) - Area (ha) Степень экологической опасности</i>	<i>NN Класса на снимке</i>	<i>Тип ландшафта Источник: Карта «Площади эрозионной опасности осушенного дна Аральского моря», состояние местности 2006 год</i>	<i>Площадь (га) - Area (ha) Степень экологической опасности</i>
1	Прибрежная морская равнина. Область разгрузки грунтовых вод с гидроморфным режимом формирования приморских «маршевых» солончаков. Аккумулятивные морские отложения песчанно илисто-суглинистые, слоистой структуры. В районе дельты преобладают супеси. Минерализация грунтовых вод высокая 25-50 г/л. Растительность сведово солеросная - очагами. Эрозия водная. По времени - начало формирования полигональных почвенных структур.	146952,91 <i>нет</i>	2.1.	Маршевые без растительности или с сообществами солероса. Растительность сведово солеросная - очагами.	168708,88 <i>нет</i>
2	Морская равнина с микрорельефом и сформировавшимися приморскими гидроморфными корковыми и непрочно корковыми, местами пухлыми солончаками. Минерализация грунтовых вод 25-5 г/л. Почвы: слоистые комплексы, преимущественно песчанно-глинистые с прослойками супесей различных фракций. Помимо сведово-солеросной растительности местами укореняются солянка Рихтера, тамариски и другие растительные ассоциации. Общее проективное покрытие - 0,1 %. По времени завершение формирования полигональных поверхностных структур.	30183,95 <i>нет</i>	2.2.	Мокрые-приморские с ракушкой, иногда с единичными экземплярами солероса и сарсазана. Помимо сведово-солеросной растительности местами укореняются солянка Рихтера, тамариски и другие растительные ассоциации. Общее проективное покрытие до 5 %.	125357,0 <i>нет</i>
3	Равнина сложенная аккумулятивными смешанными слоистыми аллювиально-дельтовыми и морскими песчанно-суглинистыми и илистыми фракциями.	92549,88	2.3.	Корково-пухлые и корковые без растительности, иногда с единичными экземплярами	23220,0

<i>NN</i> <i>На</i> <i>карте</i>	<i>Тип ландшафта</i> <i>Источник: «Карта ландшафтов Южного Приаралья»,</i> <i>состояние местности 1990 год</i> <i>САНИИРИ</i>	<i>Площадь (га)</i> <i>- Area (ha)</i> <i>Степень</i> <i>экологической</i> <i>опасности</i>	<i>NN</i> <i>Класса</i> <i>на</i> <i>снимке</i>	<i>Тип ландшафта</i> <i>Источник: Карта «Площади</i> <i>эрозионной опасности</i> <i>осушенного дна Аральского</i> <i>морья», состояние местности</i> <i>2006 год</i>	<i>Площадь (га) -</i> <i>Area (ha)</i> <i>Степень</i> <i>экологической</i> <i>опасности</i>
	Представлена приморскими остаточными гидро-, а южнее полугидроморфными корковыми, корково-пухлыми, местами пухлыми солончаками, припесчаненными сверху песками и супесями. Распространены заросли сведы на солончаках и песках. По мере снижения степени засоления территории начинают осваиваться многолетние гидро и мезафиты. Полигональные структуры способствуют усыханию почв, подвергаются воздействию осадков и ветра, заполняются песком, способствуя перемещению солей в микропонижения. Полигональные элементы способствуют прорастанию семян эфемеров и многолетних растений. В зависимости от местоположения контура, механический состав может в значительной степени варьироваться в сторону тяжелых или легких фракций.	<i>средняя</i>		кустарников (карабарак, гребенщик). Общее проективное покрытие 5 - 7 %.	<i>средняя</i>
4	Отличается от 3 механическим составом и более легкими фракциями в поверхностном слое, повышенной способностью к миграции солей. Режим грунтовых вод преимущественно гидроморфный и полугидроморфный. Минерализация грунтовых вод в Центральной части около 40 г/л., в западной части - более 50 г/л. Растительный покров представлен разреженными сведовыми группами, а при смыкании с супесчаными почвами лебедовыми и сведово-лебедовыми (на западе и юге контура). Эрозия - водная и эоловая.	53024,75 <i>сильная</i>	2.4.	Солончаки с навеванным песчаным чехлом с разреженными сообществами лебеды и Селена. Общее проективное покрытие до 10 %.	226477,69 <i>сильная</i>
5	Обширная морская равнина, сложенная глинами, тяжелыми и средними суглинками с прослойками супесей и песков, по поверхности перекрытая в начальный период эоловой	18919,68	2.5. 3.4. 3.5.	Тип ландшафта преобладающий на территории Акпеткинского	326578,73

<i>NN На карте</i>	<i>Тип ландшафта Источник: «Карта ландшафтов Южного Приаралья», состояние местности 1990 год САНИИРИ</i>	<i>Площадь (га) - Area (ha) Степень экологической опасности</i>	<i>NN Класса на снимке</i>	<i>Тип ландшафта Источник: Карта «Площади эрозионной опасности осушенного дна Аральского морья», состояние местности 2006 год</i>	<i>Площадь (га) - Area (ha) Степень экологической опасности</i>
	переработки слоем суглинков, супесей и песков. Солончаки приморские остаточны автоморфные, местами полу-автоморфные в микропонижениях корковые. Формируются в период интенсивного испарения накопленной на поверхности влаги за счет осадков. Соли, песок и супеси легко смываются осадками в трещины полигональных структур. Территория потенциального рассоления и отакыривания. В местах накопления влаги развивается растительность из гидрофитов и мезофитов. Из многолетних растений территория осваивается тамариском. Общий коэффициент зарастания колеблется от 0 до 1 %. Местами наблюдается интенсивное освоение многолетней растительностью до 5 % в очагах, а по валам отступления морской границы более плотные колонии. Минерализация грунтовых вод колеблется от 25 до 50 мг/л.	<i>слабая</i>		Архипелага. Сложено ново-аральскими отложениями. Низко - высокобарханные пески. Овальные западины сложены соленосными черными илами, суглинками и тонкими песками, перекрыта пухляковым тернадитом, пластовыми залежами мирабилит-галита и рапой. Частично закрепленные растительностью. Общее проективное покрытие 40 - 50 %.	<i>слабая</i>
6 8	Морская равнина, рельеф сформирован под воздействием: морских течений; поверхностных вод; эолового воздействия. Аккумулированные фракции представлены песчаными и супесчаными прослойками с подстиланием суглинков и глин, в целом плоско и мелко бугристые, полужакрепленные пески в сочетании с пустынными, песчаными примитивными почвами. Значительная доля представлена мезорельефом. На почвах развивается лебедово-сведовые группы и тамариски, освоение территории от 0,5 % до 10 %. Режим автоморфный. Эрозия - водная и эоловая.	101073,59 <i>средняя</i>	4.3. 4.4. 4.5.	Реликтовые ландшафты морского побережья с фрагментами песчаного берегового вала. Кустарниковые заросли (галофитные: тамарикс, карабарак) -естественное зарастание и Кустарниково-саксауловые -искусственные насаждения. Общее проективное покрытие 50 - 60 %.	389823,15 <i>нет</i>

<i>NN</i> <i>На</i> <i>карте</i>	<i>Тип ландшафта</i> <i>Источник: «Карта ландшафтов Южного Приаралья»,</i> <i>состояние местности 1990 год</i> <i>САНИИРИ</i>	<i>Площадь (га)</i> <i>- Area (ha)</i> <i>Степень</i> <i>экологической</i> <i>опасности</i>	<i>NN</i> <i>Класса</i> <i>на</i> <i>снимке</i>	<i>Тип ландшафта</i> <i>Источник: Карта «Площади</i> <i>эрозионной опасности</i> <i>осушенного дна Аральского</i> <i>морья», состояние местности</i> <i>2006 год</i>	<i>Площадь (га) -</i> <i>Area (ha)</i> <i>Степень</i> <i>экологической</i> <i>опасности</i>
7	Морская равнина расположена в центре бывшего залива Джылтырбас, отличается от бывшего залива Аджибай более высоким освоением однолетними и многолетними растениями. Режим питания грунтовых вод полуавтоморфный. Минерализация грунтовых вод колеблется в пределах от 30 до 60 г/л.	22285,77 <i>нет</i>	4.1.	Луга на аллювиальных равнинах (тростниковые, разнотравно- злаковые) на аллювиально-луговых, болотно-луговых и лугово-болотных почвах. Общее проективное покрытие 45-50 %.	76295,98 <i>нет</i>
9 10	Морская равнина на аккумулятивных морских песчано-суглинистых и песчано-илисто-суглинистых отложениях. Такие территориальные образования представляют собой включения в виде микропонижений, что способствует вторичному засолению и формированию солончаков за счет поверхностного перераспределения солей. Солончаки в основном полу-автоморфные и автоморфные. В сильно увлажненных местах развиваются гидрофиты в сочетании с мезофитами (на засоленных участках коэффициент зарастания составляет не более 1-2 %). За счет частичного поверхностного рассоления создаются благоприятные условия для интенсивного укоренения и развития эфемеров и многолетней растительности. На этих участках коэффициент растительного покрова составляет 15 %, а на наиболее заросших участках до 25-30 %. Эрозия - водная и эоловая. Минерализация грунтовых вод составляет от 30 до 50 г/л.	168623,67 <i>слабая</i>	4.2.	Опустынивающиеся гидроморфные злаково-галофитноразнотравные с кустарниками. Проективное покрытие колеблется от 10 % на засоленных участках, на наиболее заросших участках (частично искусственные посадки) до 70 %.	57475,04 <i>слабая</i>
11	Пески представлены в зоне осушки довольно обширными территориями, отличающимися лишь происхождением		3.1. 3.2.	Подвижные пески в различной стадии эоловой переработки:	

<i>NN На карте</i>	<i>Тип ландшафта Источник: «Карта ландшафтов Южного Приаралья», состояние местности 1990 год САНИИРИ</i>	<i>Площадь (га) - Area (ha) Степень экологической опасности</i>	<i>NN Класса на снимке</i>	<i>Тип ландшафта Источник: Карта «Площади эрозионной опасности осушенного дна Аральского моря», состояние местности 2006 год</i>	<i>Площадь (га) - Area (ha) Степень экологической опасности</i>
	наносов. Подавляющая площадь песка не закреплена и находится в подвижном состоянии. Процесс закрепления проходит медленно и связан с формированием бугров, барханов и гряд. Подвижность песка способствует выносу иловатых частиц и солей. Наиболее интенсивный процесс закрепления песков идет в дельте реки Амударьи. Наилучшее прорастание и развитие 5 растительности происходит в местах, где имеется сочетание небольшого слоя песка (от 10 до 50 см) покрывающего супесчаные и глинистые платформы. Такая комбинация хорошо сохраняет влажность почвы.	190330,13 <i>сильная</i>	3.3.	равнинные (с ракушей) без растительности или с разреженными кустарниками; дюнные без растительности; мелко-бугристые (слабо закрепленные) с разреженными бществами полыни, кустарников и посевами селена. Проективное покрытие колеблется от 20 % до 30 % (частично искусственные посадки).	378529,54 <i>сильная</i>
	ОБЩАЯ ПЛОЩАДЬ	823944,33		ОБЩАЯ ПЛОЩАДЬ -	1772466,01

Таблица А3 Оценка изменения территории Южного Приаралья, по Карте литологического состава покровных (четвертичных) отложений природных комплексов обсохшего дна Аральского моря и результатам обработки спутниковых снимков

<i>NN На карте</i>	<i>Тип ландшафта Источник: «Карта литологического состава покровных (четвертичных) отложений природных комплексов обсохшего дна Аральского моря» по состоянию местности 1993-1996 гг. ГИДРОИНГЕО</i>	<i>Площадь (га) - Area (ha) Степень экологической опасности</i>	<i>NN Класса на снимке</i>	<i>Тип ландшафта Источник: Карта «Площади эрозионной опасности осушенного дна Аральского моря», состояние местности 2006 год</i>	<i>Площадь (га) - Area (ha) Степень экологической опасности</i>
1, 2, 25, 26	Приморская равнина и маршевая зона, сложенная влажными мелко-среднезернистыми подводно-отмельными песками и мокрой илистой глиной, покрытыми соляной коркой. Растительность отсутствует.	52978,56 <i>нет</i>	2.1.	Маршевые без растительности или с сообществами солероса. Растительность сведово солеросная - очагами.	176185,00 <i>нет</i>
3, 27	Приморская равнина, сложена влажными мелкозернистыми песками и суглинками - влажными и высыхающими. Покрывается соляно-гипсовой коркой (0.5 -2 см), с многочисленными валиками и бугорками вспучивания и трещинами на суглинистых отложениях. Суглинки подвержены активному физико-химическому выветриванию, на протяжении 5-6 лет, лишены кустарниковой растительности.	159904,31 <i>нет</i>	2.2.	Мокрые-приморские с ракушкой, иногда с единичными экземплярами солероса и сарсазана. Помимо сведово-солеросной растительности местами укореняются солянка Рихтера, тамариски и другие растительные ассоциации. Общее проективное покрытие до 5 %.	163604,00 <i>нет</i>
43, 44	Равнины в комплексе с солончаковыми понижениями на песках. Равнины сложены ровными мелкозернистыми песками, пылеватыми супесями и суглинками, покрытыми	191096,7 <i>средняя</i>	2.3.	Корково-пухлые и корковые без растительности, иногда с единичными экземплярами	24252,0 <i>средняя</i>

NN На карте	<p><i>Тип ландшафта</i> <i>Источник: «Карта литологического состава покровных (четвертичных) отложений природных комплексов обсохшего дна Аральского моря» по состоянию местности 1993-1996 гг.</i> <i>ГИДРОИНГЕО</i></p>	<p><i>Площадь (га) - Area (ha)</i> <i>Степень экологической опасности</i></p>	<p><i>NN</i> <i>Класса на снимке</i></p>	<p><i>Тип ландшафта</i> <i>Источник: Карта «Площади эрозионной опасности осушенного дна Аральского моря», состояние местности 2006 год</i></p>	<p><i>Площадь (га) - Area (ha)</i> <i>Степень экологической опасности</i></p>
	<p>тонкой сухой соляной коркой. Солончаковые понижения корковые и корково-пухлые. Эоловыми процессами поражено 20-30% территории. Ровные пески чередуются с песками в начальной стадии эолового преобразования, представленными дефляционными и аккумулятивными формами рельефа. Проектное покрытие территории от 1 до 5 %.</p>			<p>кустарников (карабарак, гребенщик).</p> <p>Общее проективное покрытие 5 - 7 %.</p>	
7, 11, 28, 34-36	<p>Равнины, сложенные песками и суглинками, покрытые тонкой соляной коркой или пухлой коркой, находящиеся в начальной стадии эолового преобразования. Часть территории представлена песками, навейными на влажные солончаки. Суглинки разбиты на крупные полигоны, разделенные трещинами усыхания, процесс физико-химического выветривания завершен. Активная дефляция, эоловая аккумуляция. Единичный тамариск, кандым.</p>	<p>115006,2 <i>сильная</i></p>	2.4.	<p>Солончаки с навейным песчаным чехлом с разреженными сообществами лебеды и селена.</p> <p>Общее проективное покрытие до 10 %.</p>	<p>198573,00 <i>сильная</i></p>
4, 40-42, 47	<p>Голоценовые древнеаральские и новоаральские морские отложения, Акпеткинского архипелага.</p> <p>Острова Акпеткинского архипелага сложены песчаными и алевроито-глинистыми породами. Древнеаральские пески ровные и низко-бугристые, местами переуглубленные дефляцией. Заросли густым невысоким (1,5 - 2 м) саксаулом (60-80%). Саксаул угнетенный и наполовину высох.</p> <p>Обсохшее дно заливов и проливов архипелага сложено</p>	<p>384926,1 <i>слабая</i></p>	2.5. 3.4. 3.5.	<p>Тип ландшафта преобладающий на территории Акпеткинского Архипелага. Сложено новоаральскими и древнеаральскими (островная часть) отложениями.</p> <p>Низко - высокобарханные пески. Овальные западины сложены соленосными</p>	<p>401027,00 <i>слабая</i></p>

NN На карте	Тип ландшафта Источник: «Карта литологического состава покровных (четвертичных) отложений природных комплексов обсохшего дна Аральского моря» по состоянию местности 1993-1996 гг. ГИДРОИНГЕО	Площадь (га) - Area (ha) Степень экологической опасности	NN Класса на снимке	Тип ландшафта Источник: Карта «Площади эрозионной опасности осушенного дна Аральского моря», состояние местности 2006 год	Площадь (га) - Area (ha) Степень экологической опасности
	новоаральскими отложениями. Пески хорошо заросли высоким тамариском и саксаулом. Проективное покрытие от 20 до 40 %. Дно многочисленных овальных западин (1-2м) русла и протоки Тогызаркана сложены соленосными черными илами, суглинками и тонкими песками, перекрытыми пухляковым тенардитом, пластовыми залежами мирабилит-галита. Общее проективное покрытие 40 - 50 %.			черными илами, суглинками и тонкими песками, перекрыта пухляковым тенардитом, пластовыми залежами мирабилит-галита и рапой. Частично закрепленные растительностью. Общее проективное покрытие 40 - 50 %.	
12, 19-24, 31-33, 45, 46	Прибрежные острова и песчаные пляжи, созданные волно-прибойной деятельностью и сочлененный с ними береговой склон. Пески сильно перевеяны. Бугристо-ячеистый рельеф островов зарос песчаной акацией, кандымом и мощными кустами тамариска. Присутствует также древесно-травянистая растительность. Пляжные пески перевеяны, частично закрепленные саксаулом, кандымом, тамариском, песчаной акацией (10-30%). Господствует дефляционное перемещение песка на более низкие отметки прилегающего обсохшего дна. Прирусловые валы и разделяющие их понижения сложены песками и алевролитами, отвечающими заключительному циклу амударьинской аккумуляции. Равнина сформирована в 60-80-х годах прошлого века при выдвигении устьевых русел вслед за отступающим морем. Бугристые пески частично закреплены кустарниками (10-30%).	167286,2 <i>слабая</i>	4.3. 4.4. 4.5.	Реликтовые ландшафты морского побережья с фрагментами песчаного берегового вала. Кустарниковые заросли (галофитные: тамарикс, карабарак) - естественное зарастание и кустарниково-саксауловые -искусственные насаждения. Общее проективное покрытие 50 - 60 %.	397549,00 <i>нет</i>
30, 38, 39	Равнина бывшего прибрежно-морского тростникового мелководья. Песчаные равнины, сложены супесями, с	80695,06	4.1.	Луга на аллювиальных равнинах (тростниковые,	107921,00

NN На карте	Тип ландшафта Источник: «Карта литологического состава покровных (четвертичных) отложений природных комплексов обсохшего дна Аральского моря» по состоянию местности 1993-1996 гг. ГИДРОИНГЕО	Площадь (га) - Area (ha) Степень экологической опасности	NN Класса на снимке	Тип ландшафта Источник: Карта «Площади эрозионной опасности осушенного дна Аральского моря», состояние местности 2006 год	Площадь (га) - Area (ha) Степень экологической опасности
	мелкими озерами и лужами периодически возникающими во время сброса из водохранилищ. Песчаные равнины осложнены низкими береговыми валами (0,5-1,5 м) и солончаковыми понижениями. Пески перевеяны. Эоловые процессы замедлены. Незасоленные территории хорошо заросли тамариском, карабараком и тростником. Проективное покрытие 30-60 %.	нет		разнотравно- злаковые) на аллювиально-луговых, болотно-луговых и лугово-болотных почвах. Общее проективное покрытие 45-50 %.	нет
14, 37	Ровные и низко-бугристые пески в комплексе с солончаками (многочисленные западины дна бывших озер). Сложены пухляковыми супесями, суглинками и песками. Находятся в различных стадиях эолового преобразования: от полей площадной дефляции до сформировавшихся барханов. Активная дефляция и эоловая аккумуляция. Зарастание мозаичное, от единичного тамариска до участков покрытых густым тростником, на периодически обводняемых территориях. Проективное покрытие от 10 до 40 %.	73162,86 слабая	4.2.	Опустынивающиеся гидроморфные злаково-галофитноразнотравные с кустарниками. Проективное покрытие колеблется от 10 % на засоленных участках, на наиболее заросших участках (частично искусственные посадки) до 70 %.	99753,00 слабая
5, 6, 8-10, 13, 15-18, 29	Низко-высоко-барханные и фито-бугристые пески. Разрастающиеся маломощные покровы ровных и низкобугристых песков, местами с гравием, зарастают тамариском, кандымом и селеном (проективное покрытие от 10 до 30 %). Низко-высокобарханные пески мелко-среднезернистые, подвижные, практически лишенные растительности. Межгрядовые понижения покрыты (обогащены) ракушей кардиумов «осевшие» из песка унесенного ветром. Активная эоловая аккумуляция.	146945,8 сильная	3.1. 3.2. 3.3.	Подвижные пески в различной стадии эоловой переработки: равнинные (с ракушей) без растительности или с разреженными кустарниками; дюнные без растительности; мелко-бугристые (слабо закрепленные) с разреженными ообществами	403627,00 сильная

<i>NN На карте</i>	<i>Тип ландшафта Источник: «Карта литологического состава покровных (четвертичных) отложений природных комплексов обсохшего дна Аральского моря» по состоянию местности 1993-1996 гг. ГИДРОИНГЕО</i>	<i>Площадь (га) - Area (ha) Степень экологической опасности</i>	<i>NN Класса на снимке</i>	<i>Тип ландшафта Источник: Карта «Площади эрозионной опасности осушенного дна Аральского моря», состояние местности 2006 год</i>	<i>Площадь (га) - Area (ha) Степень экологической опасности</i>
	Высоко-барханные пески, мелкозернистые лишённые растительности, находящиеся в стадии активного динамического развития. Частично закреплены саксаулом, кандымом и тамариском. (Проективное покрытие от 5 до 30 %). На территориях с высоко-барханными мелкозернистыми песками эоловые процессы замедлены.			полыни, кустарников и посевами селена. Проективное покрытие колеблется от 20 % до 30 % (частично искусственные посадки).	
	ОБЩАЯ ПЛОЩАДЬ	1372001,79		ОБЩАЯ ПЛОЩАДЬ -	1972491,00

Отпечатано в НИЦ МКВК

Адрес редакции:
Республика Узбекистан,
100187, г. Ташкент, массив Карасу-4, дом 11

e-mail: info@icwc-aral.uz

Наш адрес в Интернете:
www.icwc-aral.uz

