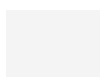


**Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Западно-Казахстанский аграрно-технический университет  
имени Жангир хана**

**НАСИЕВ Б.Н.**

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРОЦЕССОВ  
ДЕГРАДАЦИИ ЛИМАНОВ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА**

**Уральск 2013**



УДК 631.434. 52 (574. 1)

ББК 40.38 + 40. 623.5

Н 31

## **НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ**

### **«Агроэкологический мониторинг процессов деградации лиманов Западного Казахстана»**

рекомендовано к изданию научно-техническим советом Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана 25.10.2013. Протокол № 2

## **НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР:**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор Вьюрков В.В.

## **Рецензенты:**

**Джубатырова С.С.**, доктор с.х. наук, профессор ЗКГУ имени М. Утемисова

**Кучеров В.С.**, доктор с.х. наук, профессор кафедры «Экологии и природопользования» ЗКАТУ имени Жангир хана

**Автор: Насиев. Б.Н.**, член-корреспондент НАН РК, доктор с.х. наук, профессор кафедры «Растениеводство и земледелие» ЗКАТУ имени Жангир хана

Н. Агроэкологический мониторинг процессов деградации лиманов Западного Казахстана. Монография: / Б.Н. Насиев. - Уральск. РИО ЗКАТУ имени. Жангир хана, 2013.- 104 с.

## **ISBN**

В монографии обобщен материал исследований по изучению процессов деградации земель лиманного орошения полупустынной зоны. Показаны степени деградации растительного и почвенного покровов лиманов, указаны основные факторы деградации земель лиманного орошения.

Издание предназначено для специалистов сельскохозяйственного производства, в том числе и руководителей крестьянских хозяйств, а также магистрантов и студентов аграрных вузов.

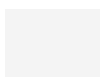
## **ISBN**

**УДК 631.434. 52 (574. 1)**

**ББК 40.38 + 40. 623. 5**

© Б.Н. Насиев

© РГП «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана»



## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение.....                                                                     | 4  |
| Лиманное орошение и его значение в развитии<br>кормопроизводства.....             | 5  |
| Изучение почвенного покрова лиманов Западно-<br>Казахстанской области.....        | 26 |
| Глубина залегания и минерализация грунтовых вод<br>земель лиманного орошения..... | 39 |
| Геоботаническое обследование лиманов.....                                         | 43 |
| Изучение современного состояния растительного покрова<br>лиманов .....            | 53 |
| Анализ использования земель лиманного орошения.....                               | 70 |
| Основные факторы деградации земель лиманного<br>орошения полупустынной зоны.....  | 81 |
| Заключение.....                                                                   | 84 |
| Список литературы.....                                                            | 88 |
| Приложение.....                                                                   | 98 |

## ВВЕДЕНИЕ

Экономический кризис, проявившийся в конце 90-х годов 20 века и в начале 21 века, негативно отразился и на снижении эффективности сельскохозяйственного производства. Резкое падение сельскохозяйственного производства было обосновано отсутствием материально-технических ресурсов и низкими реализационными ценами на различные виды сельскохозяйственной продукции при высоких материальных и энергетических затратах, что сопровождало деградации земель лиманного орошения [1, 2, 3, 4].

Проведенный учеными анализ использования земель лиманного орошения в конце XX века свидетельствует о последовательном систематическом уменьшении затопляемых угодий и снижении их продуктивности. Нарушение в течение 3-5 лет рационального режима затопления лиманов сопровождается процессом ксерофитизации травостоев по периферии ярусов и в наиболее пониженной части на лиманах выпотного типа - галофитизацией. Несоблюдение режима ежегодного затопления привело к развитию вторичного засоления почв и ухудшению их мелиоративного состояния. Одними из главных критериев низкой эффективности инженерных систем лиманного орошения являются переувлажнение и засоление почв, обусловленные подъемом грунтовых вод. В настоящее время продуктивность орошаемых земель, в том числе земель лиманного орошения низкая, на которых урожайность сена не превышает 1,0 т/га. В тоже время, безубыточность производства сена на инженерных лиманах с механической подачей воды для затопления составляет лишь при урожайности сена выше 2,5 т/га [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13].

Для эффективного использования актуальность имеют исследования по установлению степени и факторов деградации земель лиманного орошения. Научные исследования выполнены по бюджетной программе 055 «Научная и/или научно-техническая деятельность», по подпрограмме 101 «Грантовое финансирование научных исследований», по приоритету: 5. Интеллектуальный потенциал страны, по подприоритету: 5.1. Фундаментальные исследования в области естественных наук.



## **ЛИМАННОЕ ОРОШЕНИЕ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В РАЗВИТИИ КОРМОПРОИЗВОДСТВА**

Лиманному орошению принадлежит важная роль в создании устойчивой кормовой базы для животноводства в засушливых степных и полупустынных районах Западного Казахстана. Оно позволяет с максимальной отдачей использовать весенний сток талых вод и рек для увлажнения почвы и получения высоких стабильных урожаев сеяных кормовых культур и трав, естественных лугов и пастбищ. В этой засушливой зоне лиманное орошение является крупным резервом увеличения производства кормов.

Лиманное орошение представляет собой способ однократной весенней влагозарядки почвы водами местного стока, распределяемыми по орошаемой площади системой дамб, перемычек и других гидротехнических сооружений.

Лиманное орошение можно охарактеризовать и как одноразовое увлажнение почвы затоплением естественных замкнутых понижений (естественные лиманы) и обвалованных и оборудованных гидротехническими сооружениями участков (искусственные лиманы) водами местного стока и паводковыми водами степных рек.

По типу образования лиманы различают: естественные, представляющие собой замкнутые понижения степи, затопляемые стоком талых вод в период весеннего снеготаяния и искусственные, создаваемые различными способами в зависимости от рельефа местности (при уклонах 0.0003 — 0.003) системой земляных оградительных валов и плотин. По глубине затопления они могут быть мелководными со средним слоем затопления 15-40 см, среднего наполнения 40-70 см и глубоководные более 70 см. [4].

По современной классификации в отличие от ранее принятой, где лиманы подразделялись в зависимости от источника затопления, в основу различий лиманов положены два признака: по рельефу и источнику водного питания.

Эта классификация может быть выражена в следующем виде:

- лиманы водораздельного плато;
- склоновые лиманы;

- лиманы замкнутых понижений;
- лиманы потяжин и лощин;
- лиманы, питаемые сбросными водами из водохранилищ и прудов;
- лиманы, использующие сток степных рек и их притоков;
- пойменные лиманы;
- лиманы, питаемые водами оросительной обводнительной системы.

Последняя конструкция лиманов, таких как ярусные лиманы комбинированного питания, использующие воды местного стока и оросительной системы, являются наиболее целесообразной и экономически эффективной в засушливых степях. В этом случае исключается основной недостаток лиманного орошения - периодичность затопления и изменения его площади орошения в зависимости от размера весеннего стока, а также появляется возможность проведения наряду с весенним затоплением и летнего подпитывания, что ведет к повышению урожайности или получению двух урожаев кормовых культур [4,5,6].

Наиболее эффективно использование талых вод и площади орошения происходит в мелководных слоем затопления 0,25-0,30 м ярусных лиманах, рассчитанных на 25-30% обеспеченности стока. В этом случае, использование стока многоводных лет для влагозарядки дает возможность получать дополнительную продукцию и создать необходимые резервы кормов на маловодные и засушливые годы [2,4,18].

Поэтому, целесообразно существенно увеличить площади под мелководными лиманами за счет создания новых и реконструкции глубоководных лиманов. Это наряду с улучшением водного режима орошаемых земель ведет к высвобождению водных ресурсов для лиманного орошения дополнительных площадей [4,19].

Выбор той или иной системы лиманного орошения зависит от природных факторов. В связи с этим предложена методика мелиоративного районирования лиманного орошения, использованием пяти факторов:

Климатические (естественное увлажнение).

Гидрологическое (сток снеговых вод).

Рельеф территории.

Почвенные условия.

Характер сельскохозяйственного использования лиманов.

При этом, лиманное орошение станет надежным средством повышения урожайности различных сельскохозяйственных культур при условии выполнения ряда требований:

1. лиманное орошение должно создавать равномерное увлажнение на территории, обеспечивающее получение плановых урожаев;
2. обеспечивать возделывание на его площадях большого ассортимента кормовых и зерновых культур;
3. при лиманном орошении не должно быть переувлажнения, заболачивания и засоления как орошаемых, так и прилегающих к ним земель;
4. при лиманном орошении не должна развиваться водная эрозия;
5. система лиманного орошения должна быть надежной и обеспечивать безаварийную работу всех сооружений на протяжении минимум пятидесяти лет;
6. система лиманного орошения должна обеспечивать автоматическое распределение воды по своей площади с минимальным количеством обслуживающего персонала [4].

Ведущее направление в использовании лиманов - производство кормов. Расположение земель с лиманным орошением в засушливых степных и полупустынных зонах предусматривает выращивание адаптивных к почвенно-мелиоративным особенностям этого региона устойчивых к длительному затоплению многолетних трав, засухо и солеустойчивых культур - ячменя, сорго, кукурузы, суданской травы и др. [20, 21, 22].

Подбор полевых культур и многолетних трав для посева на лиманах осуществляют исходя из продуктивности и эффективности использования оросительной воды на основе типа лиманов и его водного режима.

При эксплуатации систем лиманного орошения с мелководными и небольшими по площади ярусами (60-100 га), с ровным рельефом и управлением водным режимом, формируют состав возделываемых культур в зависимости от хозяйственной целесообразности. Для производства фуражного зерна сеют

ячмень, кукурузу и сорго на зерно; на силос-кукурузу, сорго, подсолнечник; на сено - суданскую траву, а из сеяных многолетних трав используют люцерну синюю и желтую гибридную, костреч безостый, житняк ширококолосый и их смеси. Вероятность получения высоких урожаев яровых зерновых значительно меньше, чем кормовых культур, что в значительной степени связано с запаздыванием сроков посева после затопления.

Интенсификацию использования лиманов следует рассматривать с точки зрения экологических принципов как средство формирования оптимальной продуктивности агроэкосистемы на основе учета особенностей лиманного орошения, почвенно-мелиоративного состояния, уровня плодородия почв и культуры земледелия [20, 21].

Этим условиям отвечает организация травяно-пропашной системы земледелия с внедрением травяно-пропашных севооборотов, создающих условия повышения продуктивности лиманов, расширенного воспроизводства плодородия почвы и улучшения эколого-мелиоративного состояния лиманных земель.

Трудно переоценить противозерозионную значимость лиманного орошения, возможность вовлечения бесполезно стекающих паводковых вод в пополнение запасов почвенной влаги и грунтовых вод, а следовательно и повышение продуктивности агро и фитоценозов. Все эти достоинства лиманов реализуются сельскими товаропроизводителями далеко не полной мере. Возникает необходимость рассмотрения целесообразности лиманного орошения для более полного использования возможностей по увеличению выхода сельскохозяйственной продукции, для чего предельно требуется определенная работа. Прежде всего следует проинвентаризировать с геоботаническим обследованием имеющиеся системы лиманного орошения и определить реальные площади, на которых можно без капитального ремонта выращивать луговые травы и сельскохозяйственные культуры. По итогам инвентаризации необходимо установить объемы и возможные сроки проведения на каждом лимане восстановительных агро и гидромелиоративных работ, включая поверхностное и коренное улучшение травостоя, для

превращения их в высокопродуктивные угодья [3]. При планировании работ по реконструкции лиманов в целях оптимизации затопления, снижения негативного влияния на почву, грунтовые воды и окружающую среду, где это возможно, рационально переходить от восстановления глубоководных к созданию на их базе многоярусных лиманов с мелким слоем затопления [4].

По рекомендациям СГАУ им.Вавилова сельскохозяйственные культуры на землях лиманного орошения целесообразно выращивать в шести-восьмипольном севооборотах, обеспечивающих повышение продуктивности до 2,9...3,2 тыс. корм, единиц с 1 га при содержании протеина 100...110 г. в кормовой единице [20].

Для сохранения и реализации потенциала продуктивности ирригационно освоенных и природных луговых лиманов особое значение имеет выбор правильного режима орошения с чередованием норм по годам. При применении системы водооборота с подачей оросительной воды один раз в 3...4 года промывными нормами создаются наиболее рациональные условия для использования её (экономия до 40%) и поддержания благоприятного эколого-мелиоративного состояния угодья в целом. Необходимым условием сохранения фитоценотических структур и продуктивности луговых лиманов является также проведение подкормок азота, что практически не выполняется [3].

Лиманное орошение - древнейший, рожденный природой, а впоследствии развитый и усовершенствованный способ одноразового ежегодного пополнения запасов почвенной влаги стоком талых и речных вод в ранневесенний период — не утратило высокой народнохозяйственной значимости и в настоящее время. Отличающееся простотой и дешевизной инженерного обеспечения, высокой противоэрозионной значимостью, малозатратного содержания создаваемых для этих целей сооружений и культивируемых на лиманах агрофитоценозов, оно способствует получению более высоких, чем на прилегающей территории, урожаев сельскохозяйственных культур. Поэтому в настоящее время из всех способов полива

предпочтительнее лиманное орошение ввиду его экономичности и неограниченности во времени использования.

### **Мониторинг состояния земель лиманного орошения и его значение в использовании орошаемых земель**

Наука и практика сельского хозяйства в засушливой зоне Поволжья показали, что лиманное орошение вносит существенные изменения в почвообразовательный процесс. На лиманах, расположенных в сухой степи заметно изменяется морфологическое строение почв, развивается дерновый процесс на понижениях, занятых луговой растительностью, повышается плодородие почв. В них накапливается большое количество корневых остатков трав, значительно увеличивается мощность гумусового горизонта и запасы гумуса, улучшается структура.

Большую мелиоративную роль лиманного орошения отмечали известные ученые [4, 6, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41].

В условиях лиманного орошения идет усиленное рассолонцевание с одновременным увеличением мощности гумусового горизонта и количества гумуса в слое 0—0,3 м на 0,8—1,5 % и уменьшением количества растворимых солей в 15—19 раз. При этом соотношение и  $\text{Ca}^{++}$  уменьшается в благоприятную сторону, увеличивается емкость поглощения почв, растет водоудерживающая способность, водопроницаемость и скважность ее верхних горизонтов [6].

Под влиянием 40-летнего лиманного орошения содержание солонцов в почвенном комплексе снизилось с 55-65 до 25—30 %, а легкорастворимые соли опустились за пределы двух метровой толщи почвы. При этом рассоление почв под действием орошения вызвано дренирующим влиянием рек, а обогащение почвы гумусом и улучшение ее физических свойств — сменой полынной растительности на луговую, которая оказывает на почву фитомелиоративное действие [37].

В тоже время рассоление почв при лиманном орошении может идти при залегании грунтовых вод не выше 3,5-4,5 м. При размещении лиманов около степных рек дренирующее их действие зависит от высоты врезанности этих рек, то есть от уровня воды до высоты берега рассматриваемой реки. При

врезанности их в 8-10 м естественная дренированность действует на расстоянии 1-1,5 км, а при 4-5 м - всего на 0,5-0,7 км. Близкое расположение водохранилищ около орошаемой территории оказывает гидростатическое давление и подтопляющее действие, что способствует повышению уровня грунтовых вод и поверхностному засолению орошаемых почв на расстоянии 500-1000 м. поэтому критической глубиной залегания грунтовых вод считается отметка не менее 2,5-2,8 м [35, 36, 37, 38, 39].

При размещении небольших лиманных участков в засушливой степи рассоление почв сопровождается перемещением солевых растворов на края лиманов и отложением солей в почвах при испарении, что вызывает краевое или поясное засоление.

Характерной особенностью лиманного орошения является сезонное перемещение солей, которое в большей степени зависит от уровня залегания грунтовых вод и их минерализации. Промывка солей в глубокие горизонты почвы при весенней влагозарядке сопровождается диффузным и капиллярным поднятием легкорастворимых солей в течение летнего и осеннего периода.

Почвогрунты лиманов отличаются хлоридно-сульфатным типом засоления и поэтому отношение хлоридов к сульфатам отражает состояние засоленности почв и ее направленность в сторону засоления или рассоления. Превышение отношения хлоридов к сульфатам в грунтовой воде над отношением этих же солей в горизонтах почвы означает процесс рассоления, а при коэффициенте меньше единицы - прогрессивное засоление почв [42].

При строительстве крупных систем лиманного орошения с большими площадями ярусов и длительном их использовании с превышающими оптимальные показатели нормами затопления происходит поднятие и близкое залегание бессточных минерализованных грунтовых вод, способствующее засолению и заболачиванию почв и грунтов. В связи с этим, на таких лиманах регулирование и улучшение водного и солевого режимов встречаются большие трудности. Это возможно только за счет выбора оптимальных размеров ярусов лиманов, обеспечивающих

требуемое снижение уровня грунтовых вод и, следовательно, режима их затопления [43].

При систематическом затоплении лиманов и залегании грунтовых вод на глубине 2 м происходит капиллярный подток солей и их отложение на глубине 0,8—1,2 м. В этих условиях постоянно происходят два противоположных процесса: рассоление в период затопления и засоление в течение летнего периода, в результате подъема солей и их накопления в нижней части первого метра и во втором метровом слое почвы.

Положительным проявлением влаго - и солепереноса в почвах естественных лиманов является то, что при любых условиях увлажнения и гидрогеологии наблюдаются опреснительные процессы на глубине с 0,4-0,6 м и более. Это вызвано, в первую очередь, мощным развитием луговой растительности и ее корневой системы в глубоких слоях почвы, что препятствует физическому испарению влаги с поверхности почвы и капиллярному подъему солей в верхние ее горизонты [44].

При организации больших массивов лиманного орошения не исключается возможность вторичного засоления почв. Этому способствует наличие больших запасов солей в почвах Прикаспийской низменности, близость и сильная минерализация грунтовых вод при затрудненном общем их оттоке. Сохранение лиманных земель в опресненном состоянии возможно только при наличии дренажа, который обеспечивает снижение уровня грунтовых вод и сброс дренажных вод вместе с солями за пределы орошаемого массива [40].

Прохождение процессов рассоления и засоления земель лиманного орошения связано не только с гидрогеологическими и водно-физическими свойствами почвы, но и с размерами ярусов лиманов. Это обосновано тем, что при небольших площадях ярусов возможно использование нормированного режима затопления, не вызывающего подъема грунтовых вод.

Сложность гидрогеологических условий полупустынной зоны заключается в низкой водопроницаемости тяжелого гранулометрического состава почвогрунтов, в слабом оттоке, реликтовом морском засолении почв и пород и неглубоком природном залегании минерализованных грунтовых вод.



Стабильное расположение грунтовых вод и амплитуда сезонных годовых колебаний их уровня устанавливаются в течение первых трех-пяти лет после ввода инженерных лиманов в эксплуатацию. При этом глубина залегания грунтовых вод в осенне-зимний период колеблется на уровне 3,0-4,5 м с последующим весенне-летним подъемом до 0,5-1,0 м после затопления и сработкой их в вегетационный период за счет суммарного испарения и подземного оттока в сторону неорошаемых земель. Следовательно, соблюдение равновесия экологической среды в условиях лиманного орошения — это ограничение подъема грунтовых вод выше критической глубины [43].

### **Эффективное использование лиманов**

Рациональная система использования сенокосов на лиманах должна способствовать их высокой продуктивности и получению кормов высокого качества, а также предусматривает наиболее длительное сохранение в травостоях ценных кормовых трав.

Лиманы — природный эксперимент, указывающий как на возможность преобразования полупустыни, так и на улучшение водного режима путем изучения динамики растительности лиманных лугов [45].

Формирование растительности лиманов зависит от степени увлажнения почвы от весны до осени, ее засоления, рассоления или заболачивания, что оказывает воздействие на образование различных сообществ, наиболее приспособленных к экологическим условиям лиманного орошения и размещенных по профилю лиманов в виде растительных поясов.

Растительность лиманов Западного Казахстана имеет широкий флористический состав, который насчитывает до 259 видов растений. В луговой растительности лиманов выделяются четыре основные группы растений: злаки, бобовые, разнотравье и осоки [46, 45, 47, 24, 8].

Наиболее ценными сенокосными угодьями являются площади с пырейной формацией, но в зависимости от степени увлажнения различными ассоциациями. Из них больше всего распространены: пырейная, пырейно-разнотравная, лисохвостно-пырейная, пырейно-бекманиевая, пырейно-осоковая и другие.

Эдификатором в этих сообществах трав является пырей ползучий, а содоминантами - лисохвост луговой, бекмания обыкновенная, осока черноколосая.

Пырейные ассоциации имеют корневищный тип корневой системы, которая способна накапливать в почве много свежего органического вещества и развивать дерновый процесс лиманных почв.

Согласно учению В.Р. Вильямса, по мере уплотнения почвы и снижения ее аэрации, а в связи с этим и обеднения ее подвижными формами питательных веществ, корневищные злаки постепенно вытесняются менее ценными и менее урожайными рыхло кустовыми и плотно-кустовыми злаками, малоценным разнотравьем. А в местах с избыточным увлажнением луговые злаки сменяются болотной растительностью - осоками и мхами.

В связи с этим, необходим систематический уход за травостоем лиманов, в особенности на уплотненных тяжелых лугово-солонцовых почвах, так как со временем неизбежно выпадают ценные в кормовом отношении злаки, и лиманы зарастают малоценной, но неприхотливой к плодородию почв растительностью.

Поэтому при снижении кормовой продуктивности лиманов, в зависимости от состояния трав, в луговом фитоценозе применяют две системы улучшения травостоя: систему поверхностного улучшения и систему коренного улучшения [48, 49, 47, 30].

Поверхностное улучшение лиманов в зависимости от их фитоценоза включает проведение комплекса приемов — механическую обработку дернины с частичным ее разрушением при рыхлении уплотненных слоев почвы, улучшение питания злаков внесением удобрений и фитоценоза лиманного луга - обработкой гербицидами.

Комплексное поверхностное улучшение лиманов с применением агротехнических, агрохимических и агромелиоративных приемов позволяет одновременно улучшить травостой и повысить продуктивность лиманов за счет усиления аэрации почвы, омоложения злаковой растительности, очищения травостоя от малоценных видов трав, повышения эффективного плодородия почвы внесением удобрений.

Поверхностное улучшение травостоя лиманов применяется при снижении доли ценных злаков в общем травостое до 25-30 %, то есть когда есть вероятность улучшения фитоценоза сенокосных угодий без значительных затрат путем проведения механической обработки дернины дисковыми орудиями фрезами. Все способы механической обработки приурочивают в осенний период, когда среднесуточная температура воздуха переходит через 10°C и отсутствует вероятность подсушивания и гибели тонких корней злаков.

Проведение поверхностного улучшения на деградированных лиманах путем дискования дернины совместно с азотной подкормкой злаков повышает долю ценных злаков в травостое с 30-50 до 75-85 %, а урожайность сена - с 1,5 до 3,5-4 т/га [50, 51, 52, 53].

Высокая эффективность поверхностного улучшения достигается лишь при минеральной подкормке азотными удобрениями, которые являются средством восстановления злаковой основы травостоя на деградированных лиманах. При этом осенние сроки внесения азотных удобрений по своей эффективности не уступают весеннему сроку, так как они используются в период осеннего побегообразования и являются наиболее результативными и организационно-приемлемыми. Такой эффект вызван тем, что в этот период проходит максимум летне-осеннего кушения и побегообразования злаковых трав, а внесение питательных веществ способствует накоплению их в растениях, образованию большого количества пластических веществ и укороченных побегов, повышению устойчивости против мороза и вымокания, что в конечном итоге определяет высокий уровень режима питания и урожайности трав [54, 55, 56, 57].

Коренное улучшение травостоя лиманов применяется на ярусах лиманов, где подавлено развитие ценных злаков, и их доля в составе травостоя не превышает 25 %, что проявляется на низкопродуктивных заболоченных лиманах с разнотравно-осоковыми и разнотравно-ситниговыми ассоциациями. Коренное улучшение предусматривает замену естественной низкоурожайной растительности на высокопродуктивные сеяные многолетние травы. Эта технология состоит из обработки почвы

без перемещения генетических горизонтов, уничтожения молоценой растительности, выравнивания поверхности почвы, внесения удобрений, прикатывания и посева многолетних трав, устойчивых к экологическим условиям лиманного орошения [58, 59, 47, 24, 30, 60, 48, 56, 8].

Биологическая основа подбора многолетних трав для подсева состоит в зависимости от водного режима лиманов, степени засоленности и заболоченности почв и преобладания тех или иных злаков в ботаническом составе травостоя. Поэтому на среднепойменных лиманах с лугово-каштановыми и лугово-дерновыми (лугово-черноземными) глубоко осолоделыми почвами эффективна тройная смесь, состоящая из пырея, костреца безостого и люцерны желтогибридной по 8—10 кг/га каждого компонента.

На лиманах с непродолжительным затоплением - тройная смесь из костреца безостого, житняка ширококолосого и люцерны синегибридной. А на ярусах или частях лиманов с луговыми сильно осолоделыми почвами и с длительным стоянием воды, а также со смытыми оглееными почвами целесообразно использовать двойную смесь из трав природного экотипа: пырея ползучего и бекмании обыкновенной, наиболее приспособленных к этим экологическим условиям.

Важным агромелиоративным приемом является регулирование водного режима, то есть снижение водной нагрузки на 1—1,5 тыс. м<sup>3</sup>/га в первые два года после посева трав, что способствует адаптации и укоренению сеяных трав.

Следовательно, эффективное использование земель лиманного орошения зависит, прежде всего, от экологического состояния каждого яруса системы лиманов и разработки и последующего внедрения комплекса агротехнических, агрохимических и агромелиоративных приемов, способствующих восстановлению кормовой продуктивности орошаемых земель.

Повысить эффективность использования лиманов без нанесения ущерба плодородию почв и биологическому разнообразию свойственной им биоты с получением высокого экономического эффекта возможно на основе использования достижений научно-технического прогресса. Определенные научные наработки исследовательских учреждений и высших

учебных заведений по этой проблеме имеются и изложены в виде практических рекомендаций производству. Они отвечают современным требованиям уровня знаний по этой проблеме, раскрывают технологию грамотной работы с природными и искусственными лиманами. Однако ввиду динамики природных процессов под влиянием глобального изменения климата, сложившихся новых социально-экономических условий, поиска путей повышения продуктивности лиманов без истощения почвенного плодородия и нанесения ущерба окружающей среде, а также стремления современного общества к получению при возрастающих техногенных нагрузках экологически безопасной продукции возникает потребность в разработке новых технологий лиманного орошения и создании высокопродуктивных агрофитоценозов [20, 24, 25, 26, 3, 27, 22].

За длительный период эволюции на лиманах сформировались особые лиманные экотипы растений, отличающиеся большой жизнеспособностью, выносливостью и приспособленностью к резким изменениям водного и солевого режима. Они обладают широкой экологической амплитудой, способны переносить как длительное затопление, так и его отсутствие в течение нескольких лет [28, 29, 30, 8, 31, 32, 33, 34].

Важным условием реанимации продуктивности лиманов с восстановлением травостоев следует считать развитие семеноводства лиманных экотипов трав и прежде всего пырея ползучего и бекмании обыкновенной. Крайне необходимы со стороны как государства, так и региональных руководителей экономические меры стимулирования производства семян [3].

Для повышения продуктивности лиманов необходимо возделывать такие высокоурожайные и приспособленные к условиям лиманного орошения кормовые культуры, как кукуруза, сорго и многолетние травы. На засоренных лиманах целесообразно бессменное возделывание кукурузы в течении 3...4 лет с применением гербицидов длительность токсического действия (атразин или тордон 22 к). При этом лиманные земли очищаются от сорняков и обеспечивается получение стабильных высоких урожаев в 21...26 т/га зеленой массы и 4,2...5,2 т. корм. ед. с 1 га. Севообороты, отличающиеся по составу культур, дают на лиманах различные результаты. В шестипольном травяно-

пропашном 50% площади занято многолетней кострцово-люцерновой травосмесью и 33% - кукурузой и сорго. В острозасушливые годы многолетние травы формируют один укос (3,2...3,8 т/га сена), во влажные - два (6,0 т/га).

При этом в травостое в первый год преобладает люцерна. На третий год бобовый компонент изреживается и преимущественно остается за многолетним злаком - кострцом безостым. Урожайность суданской травы составляет 4,5 т сена с 1 га.

Сравнительная оценка севооборотов по выходу кормовых единиц с 1 га лиманного поля свидетельствует о большой продуктивности интенсивного четырехпольного севооборота с однолетними культурами. Однако внедрение травяно-пропашного севооборота также целесообразно с целью получения высокобелкового бобово-злакового сена и сочного силоса кукурузы и сорго, улучшения агроэкологического состояния лиманных земель и плодородия почвы [25].

Для повышения и поддержания высокой продуктивности естественного травостоя лиманов необходимо проводить поверхностное улучшение.

Комплекс приемов поверхностного улучшения включает в себя разрыхление уплотненных почв механической обработкой дернины, уничтожение малоценной растительности, удобрения лугов и подсев многолетних злаковых трав при сильном вырождении злакового травостоя.

Поверхностная обработка луговых лиманов улучшают ботанический состав травостоя, увеличивают в нем долю ценных корневищных злаков пырея, лисохвоста и бекмании с 30-38 до 80-85% за счет усиления вегетативного размножения и дополнительных всходов от подсева, снижают долю малоценного разнотравия и повышают урожайность на 1,0-1,5 т/га [20].

Анализ результатов использования лиманов Александрово-Гайского района показал, что при осеннем затоплении луговых лиманов по сравнению с весенним снижается урожайность трав (на уровне 0,6...1,0 т/га), значительно увеличивается энергозатраты на их выращивание в связи с подачей волжской воды по Саратовскому оросительно-обводнительному каналу для осеннего подпитывания лиманов, а также в 6...7 раз повышается себестоимость кормов [20, 21].

Интенсификация производства кормов при лиманном орошении тесно связана с внедрением комплексной мелиорации лиманов на основе нормированного ресурсосберегающего режима затопления, периодического (раз в 3...4 года) проведения приемов поверхностного улучшения злакового травостоя и применения ежегодной минеральной подкормки трав. При такой технологии использования луговых лиманов можно получать 4...5 т/га сена при высокой рентабельности его производства [25, 35].

Для повышения продуктивности лиманного орошения в ближайшие годы предполагается осуществить следующие работы:

- уменьшить площадь ярусов с 600...800 га до 100 и менее, что обеспечит равномерность затопления лиманов;

- восстановить на части лиманов работоспособную водораспределительную сеть;

- проводить ежегодное коренное улучшение лугов на площади 500...550 га с применением безотвальной обработки почвы;

- внесением органических удобрений, фосфогипса и последующим высевом злаковых многолетних трав;

- ежегодно осуществлять улучшение на 3 тыс.га с проведением щелевания и дискования, внесением азотных удобрений и при необходимости подсевом многолетних трав. Продуктивность лиманов в результате проводимых мероприятий в ближайшие годы может быть доведена до 2,0...2,5 т/га сена, а в дальнейшем - до 3,0...3,5 [27].

Для эффективного использования лиманных земель с поддержанием на высоком уровне плодородия почвы и эколого-мелиоративного состояния систем лиманного орошения необходимо проведение их реконструкции с целью уменьшения и равномерного затопления площади ярусов до 50-80 га с переводом их на весенний срок затопления, что обеспечит снижение оросительной нормы на 22-25%, значительную экономию энергетических и водных ресурсов, получение высоких урожаев с наименьшими экономическими, энергетическими и водными затратами на производство единицы

кормовой продукции и улучшение эколого-мелиоративного состояния лиманных агроландшафтов [22].

В ближайшей перспективе необходима инвентаризация лиманов с определением их продуктивного бонитета, степени деградации и реалий восстановления. Должен осуществляться государственный экологический надзор за их использованием, введен запрет на эксплуатацию без проведения ресурсовосполняющих мероприятий. Некоторые лиманы целесообразно временно перевести на рекреационный режим, исключая пастбу животных. Необходима разработка правового и социально-экономического механизма действий по сохранению лиманов, в том числе финансовой и правовой ответственности за их деградацию [26].

Следовательно, в связи с негативным изменением водного, эколого-мелиоративного и других биогенных режимов на лиманах под влиянием орошения, а также все более увеличивающимися экономическими и энергетическими затратами на подачу оросительной воды, фундаментальной проблемой является разработка технологий по режиму управления водой и созданию высокопродуктивных агрофитоценозов на основе сохранения и улучшения экологического состояния природного ландшафта.

### **Агроэкологический мониторинг эколого-мелиоративного состояния земель лиманного орошения**

Поиск экологически допустимых изменений природной среды под влиянием агромелиоративной деятельности направлен на создание экологической устойчивости системы почвообразования, включая установление причин развития негативных явлений и создание условий, исключающих развитие деградации почв. Поэтому основной задачей становится проведение комплекса эффективных природоохранных мероприятий, препятствующих развитию негативных природных процессов, которые должны обеспечивать сохранность земельных и водных ресурсов в процессе хозяйственной деятельности человека. Эффективность природоохранных мероприятий обоснована в комплексной оценке состояния



орошаемых земель в процессе проведения агроэкологического мониторинга, контроля и дальнейшего прогнозирования последствий антропогенной нагрузки [61].

Основной задачей мониторинга является наблюдение за состоянием земель для своевременного выявления деградации и загрязнения мелиорируемых почв, их оценки, предотвращения и устранения последствий негативных процессов, обеспечения экологической безопасности и осуществления эффективных природоохранных мероприятий.

Возникшие проблемы в результате длительного использования орошаемых земель подлежат устранению на основе нового экономического механизма и эффективного научного обеспечения, что обеспечит развитие системы природопользования, формирование экологически сбалансированных агроландшафтов и устойчивость агропромышленного производства [62, 63].

При разработке экологических основ орошаемого земледелия необходимо сочетание экологической и продуктивной устойчивости агромелиоративных ландшафтов, где должна быть исключена деградация орошаемых земель за счет правильного выбора комплекса мелиоративных мероприятий, способствующих поддержанию высокого уровня плодородия почвы. При этом основными экологическими аспектами рационального водообеспечения агропромышленного комплекса являются: экономия использования природных водных ресурсов, предотвращение засоления, заболачивания и подтопления земель, а также сохранение и восстановление водных и других природных экосистем [64, 65].

В настоящее время основной задачей в мелиорации земель является разработка и внедрение ресурсосберегающих природозащитных технологий, где рассматривается не только эффективность использования водных ресурсов, но и использование малоэнергоемких технологий в связи с резким ростом денежных и энергетических затрат на подачу воды [42].

Поэтому пересмотр расчета суммарного водопотребления и выбор экологически обоснованных небольших оросительных норм сельскохозяйственных культур имеет как экономическую, так и экологическую направленность. При этом экологические

причины пересмотра оросительных норм основаны на отрицательных последствиях применяемых до настоящего времени интенсивных режимов орошения: потери воды, повышение уровня грунтовых вод, засоление

### **Дистанционные методы исследования в оценке эколого-мелиоративного состояния лиманов**

Объективная и достоверная оценка состояния лиманных земель - основа для выявления причин снижения плодородия почвы и ухудшения эколого-мелиоративной обстановки, необходима для выбора и разработки мероприятий по улучшению окружающей среды, точной экологической и экономической оценки земельных ресурсов и целесообразности реконструкции мелиоративных систем.

Широкие возможности получения оперативной и объективной информации о состоянии земельных ресурсов предоставляют мониторинг земель и использование в его системе дистанционных методов.

Мониторинг как новое научное направление в изучении природной среды стал развиваться с начала семидесятых годов 20 века, что обусловлено двумя причинами: ухудшением экологической обстановки и техническим прогрессом, способным обеспечить получение новых средств оперативного контроля за состоянием природной среды.

В настоящее время понятие «мониторинг» трактуется как постоянный учет, контроль и прогноз процессов развития природной среды на основе современных оперативных методов исследования, среди которых главное место занимают дистанционные (аэрокосмические) методы, подтвержденные наземными исследованиями [66, 67, 68, 69].

В тоже время к сфере мониторинга нередко относят эпизодические, и даже случайные наблюдения за различного рода изменениями природной среды [70].

Анализ литературных источников показывает, что в настоящее время большинство исследователей отождествляет понятия «космический мониторинг», «дистанционное

зондирование (дистанционные методы исследования)» и эти термины употребляются как слова-синонимы.

В дистанционном зондировании принято выделение двух взаимосвязанных направлений: научное - космические исследования и инженерное - космические методы [70].

Дистанционное зондирование как естественнонаучная дисциплина изучает пространственно-временные свойства и отношения объектов, проявляющиеся прямо или косвенно в вариациях собственного или отраженного излучения.

Метод этой научной дисциплины основан на использовании снимков - яркостных и спектральных моделей местности.

Космические методы охватывают технические средства и технологию исследований объекта.

Главная задача космических методов заключается в получении и обработке снимков.

Как указывалось выше, дистанционное зондирование - это метод изучения земной поверхности, основанный на неконтактной регистрации электромагнитного излучения земной поверхности в различных диапазонах спектра. Преимуществами данного метода наряду с оперативностью является более экономичное использование трудовых и материальных ресурсов по сравнению с традиционными технологиями применительно к большим территориям исследований.

В настоящее время данные дистанционного зондирования используются в различных областях человеческой деятельности: от военных приложений (воздушно-космическая разведка) до мониторинга окружающей среды (атмосфера, гидросфера, литосфера и биосфера). Научно-технические достижения последних лет в деле создания и развития космических систем, технологий обработки, хранения, интерпретации и использования получаемых данных многократно расширили круг и масштаб задач, решаемых с помощью дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Данные ДЗЗ стали важным инструментом для решения практических задач государственного, регионального и местного управления, мониторинга природных и техногенных объектов и явлений.

Сельское хозяйство - одна из самых перспективных сфер для использования данных дистанционного зондирования Земли

в целях повышения интенсификации животноводческого и особенно растениеводческого производства.

Изображение, полученное на основе космической съемки, несет обширную информацию о земной поверхности, достаточной для решения следующих задач в сельском хозяйстве: определение состава и состояния сельскохозяйственных культур, оценка биомассы, прогноз урожайности и разработка для этого автоматизированных сельскохозяйственных информационных систем; изучение и оценка пастбищных ресурсов; инвентаризация и картографирование земельных угодий; изучение динамики сельскохозяйственного использования земель; контроль над проведением агротехнических мероприятий; изучение систем земледелия; типов организации сельскохозяйственной территории и т.д. Одной из важнейших задач в дистанционном исследовании сельскохозяйственных земель является изучение структуры почвенного покрова, динамических свойств почвы, гумусности, влажности и других, включая развитие неблагоприятных процессов, таких как засоление, эрозия и загрязненность почв [71, 68, 70, 72].

Общие положения, касающиеся создания научно-методических основ и приемов организации дистанционного мониторинга в сельском хозяйстве, рассмотрены в ряде публикаций [71, 68, 73, 69].

Анализ отечественной и зарубежной литературы по применению космических съемок позволяет сделать вывод о широкой практике разработок и научных исследований, связанных с применением ДДЗ в изучении и мониторинге сельскохозяйственных земель, в том числе и орошаемых [74, 75, 76, 77, 78].

Обобщая краткий обзор использования спутниковых технологий, можно утверждать, что в настоящее время разработка дистанционных методов оценки состояния орошаемых земель находится на достаточно высоком уровне и дает богатый методический аппарат для проведения научно-исследовательской работы, а использование геоинформационных технологий на основе данных дистанционного зондирования земли имеет перспективы в развитии системы мониторинга орошаемых земель по причине наличия неоспоримых

преимуществ: оперативности и объективности получаемой информации, существенного снижения трудовых и материальных затрат по сравнению с традиционными технологиями.

# **ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЛИМАНОВ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

## **Агрохимические, агрофизические показатели и степени деградации почв земель лиманного орошения**

Почвенный покров имеет ряд специфических особенностей. Почва, как продукт самой природы, как естественно-историческое тело, многофазная полидисперсная система сформировалась и существует помимо человека.

Человек различными способами воздействуя на почву (вспашка, орошение и т.д.) изменяет ее химические, физические свойства. Воздействие антропогенного фактора может различно отразиться на дальнейшем развитии естественного плодородия, создаваемого в итоге длительного почвообразовательного процесса [15].

В наших исследованиях объектом наблюдений были определены почвы земель лиманного орошения полупустынной зоны Западно-Казахстанской области: Жангалинский, Казталовский, Сырымский и Акжаикский районы.

**Лиман № 50.** Для изучения деградационных процессов в почвенном покрове в Акжаикском районе на территории лимана № 50 были заложены 10 площадки (разрезы с № 1 по № 10). Почвенный покров площадки по физико-химическим, морфологическим свойствам соответствует луговой легкосуглинистой почве.

Для сравнительного изучения почвенного покрова нами был заложен разрез на целине. Контрольном разрезе (недеградированный участок) содержание гумуса в горизонтах А и В<sub>1</sub> составила, соответственно 3,61 и 1,62%. Мощность горизонта А – 15 см, горизонта В<sub>1</sub> – 37 см.

Если сравнивать содержание гумуса по всем шурфам с контрольным разрезом, который был заложен на целине, то содержание гумуса во многих заметно уступает как в пахотном слое так и в горизонте В<sub>1</sub>. Так, в разрезах № 1, № 2 (ярус №1) –

содержание гумуса в профиле почвы  $A+B_1$  по сравнению с исходным разрезом уменьшены на 36,46-54,68 %.

На разрезах № 7, № 8 (ярус №4) № 9 и № 10 (ярус №5) содержание гумуса в слоях почвы А составляет 1,33; 1,30 и 1,35; 1,33 % , в слое  $B_1$  1,26; 1,18 и 1,21; 1,25 % соответственно. Здесь уменьшение запасов гумуса для слоя  $A+B_1$  по сравнению с контролем на уровне 52,37-54,90 %. Содержание гумуса в слоях  $A+B_1$  разрезов № 3 (ярус №2) и № 6 (ярус № 3) по сравнению с контролем уменьшены 17,18-17,65 % и составили в слое А – 3,25 и 3,27, а в слое  $B_1$  – 1,44 и 1,43 % соответственно.

На ярусах 2 и 3 (разрезы № 4 и № 5) отмечено незначительное изменение содержания гумуса по сравнению с контролем. В указанных разрезах уменьшение запасов гумуса по сравнению с контролем на уровне 8,37-9,12%. Содержание гумуса в слое А в этих разрезах составило 3,52 и 3,57%, а в слое  $B_1$  соответственно 1,55 и 1,52%.

По данным агрохимического анализа почвенных проб видно, что на разрезах 1, 7, 8, 9 и 10 отмечено увеличение содержания обменного натрия от емкости катионного обмена по сравнению с контролем на 16,12-19,42 %.

В почвенном покрове яруса 1 (разрез № 2) отмечено увеличение содержания в почве обменного натрия от емкости катионного обмена на уровне 11,85 %, а на разрезах № 3 и № 5 увеличение содержания обменного натрия составило 7,85-8,15 %.

В ходе исследований установлено незначительное увеличение содержания в почве обменного натрия от емкости катионного обмена по сравнению с контролем на уровне 3,92-4,01% на разрезах № 4 (ярус № 2) и № 5 (ярус № 3).

Как показывают данные агрохимических анализов, на исследованных почвах содержание подвижного фосфора уменьшено по сравнению со средней степенью обеспеченности. Если уровень средней обеспеченности почвы подвижным фосфором составляет 1,5, то при содержании данного элемента 0,86-1,37 %, снижение от средней степени обеспеченности составило 8,40-43,33 %. При этом наиболее высокое снижение содержания подвижного фосфора отмечено на разрезах 7, 8, 9 и № 10, соответственно 43,27; 43,33; 42,67 и 42,00 %. Наименьшее снижение содержания подвижного фосфора по сравнению со

средним показателем было в разрезах № 3, № 4, № 5 и № 6 – в пределах 8,40-8,60 %.

Из агрофизических показателей нами определены механический состав, фракции механического состава, объемный вес, структурность и пористость почвы разрезов. Гранулометрический состав, по природе менее всего подвержена резким изменениям. По сравнению с базовым данными контрольного разреза, остальные разрезы имеют меньше физической глины. Если на контроле фракции механического состава <0,01 мм составили 25,9 %, то в изученных разрезах данный показатель находится на уровне 19,04-25,25 %. Уменьшение содержания физической глины на разрезах № 1, № 2, № 7, № 8, № 9 и № 10 по сравнению с контролем составила 21,81-26,72%. Снижение физической глины в разрезах № 3 и № 6 по сравнению с контролем на уровне 9,46-8,03 % соответственно. Незначительное уменьшение физической глины по сравнению с контролем отмечено в почвенных разрезах ярусов 2 и 3 или в разрезах № 4 и № 5 (2,15-2,16%). Структурность почвы во всех изученных разрезах на уровне 31-32 %. Пористость почвы на контроле составила 55,62 %. В почвах изученных нами разрезов лимана № 50 в зависимости от степени деградации пористость колебалась на уровне 53,08-53,85%.

По содержанию валовых и подвижных форм азота и фосфора почва обеспечена в низкой и слабой степени, подвижными формами калия обеспеченность средняя. Если валовой азот в почвенных разрезах был на уровне 0,13-0,14 %, то содержание легкогидролизуемого азота 2,6-3,1 мг/100г.

Данные анализа водной вытяжки показывают, что в разрезах № 1, № 7, № 8, № 9 и № 10 содержание водно-растворимых солей составило 0,250-0,315 %, что указывает на засоленность участков.

Сравнивая результаты исследований можно сделать следующие выводы.

Согласно критериев оценки, почвы ярусов № 1, № 4 и № 5 имеют 3 сильную степень деградации (разрезы 1, 7, 8, 9 и 10). В разрезе № 2 яруса 1 почва лимана имеет умеренную или вторую степень деградации. Почвы разрезов № 3 (ярус 2) и № 6 (ярус 3) имеют 1 слабую степень деградацию.



Агрохимические и агрофизические показатели почвы разрезов 4 (ярус 2) и 5 (ярус 3) по сравнению с контролем изменены незначительно, и почва указанных участков не деградированы, имеют 0 степень деградации (таблица 1, приложение 1).

Таблица 1. Показатели деградации почвенного покрова лимана №50 Акжайикского района

| № раз-реза | № яру-са | Темпы деградации                                     |                                                |                                                                              |                                             |                      | Сте-пень дегра-дации |
|------------|----------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|            |          | Умень-шение запасов гумуса в профи-ле почвы (А+В), % | Умень-шение содержания подвиж-ного фос-фора, % | Увели-чение содержания обмен-ного натрия (в % от емкости катион-ного обмена) | Умень-шение содержания физи-ческой глины, % | Механи-ческий состав |                      |
| 1          | 1        | 54,68                                                | 22,00                                          | 16,12                                                                        | 26,49                                       | Легкий суглинок      | 3                    |
| 2          | 1        | 36,46                                                | 11,13                                          | 11,85                                                                        | 21,81                                       | Легкий суглинок      | 2                    |
| 3          | 2        | 17,18                                                | 8,40                                           | 7,85                                                                         | 9,46                                        | Легкий суглинок      | 1                    |
| 4          | 2        | 8,37                                                 | 8,60                                           | 3,92                                                                         | 2,51                                        | Легкий суглинок      | 0                    |
| 5          | 3        | 9,12                                                 | 8,40                                           | 4,01                                                                         | 2,16                                        | Легкий суглинок      | 0                    |
| 6          | 3        | 17,65                                                | 8,53                                           | 8,15                                                                         | 8,03                                        | Легкий суглинок      | 1                    |
| 7          | 4        | 53,32                                                | 43,27                                          | 19,42                                                                        | 26,56                                       | Легкий суглинок      | 3                    |
| 8          | 4        | 54,90                                                | 43,33                                          | 19,20                                                                        | 26,72                                       | Легкий суглинок      | 3                    |
| 9          | 5        | 52,37                                                | 42,67                                          | 16,12                                                                        | 26,60                                       | Легкий суглинок      | 3                    |
| 10         | 5        | 53,57                                                | 42,00                                          | 18,41                                                                        | 26,64                                       | Легкий суглинок      | 3                    |



Фото 1. Изучение почвенного покрова лиманов Мамайской системы



Фото 2. Определение показателей почв лиманов

**Лиман Бесоба.** В ходе исследований 2013 года для изучения процессов деградации на лимане Бесоба Жангалинского района были заложены 10 разрезов. В качестве контроля 1 разрез был установлен на целине.

Как показывают данные исследований, почвы лимана Бесоба по физико-химическим, морфологическим свойствам соответствует светло-каштановой легко-суглинистой почве.

В результате полевых почвенных изысканий установлено мощность гумусового горизонта почв лимана горизонте  $A+B_1$  в пределах 39,2-42,1 см. Содержание гумуса в горизонте  $A$  мощностью 20,0-24,6 см варьирует по 10 разрезам в пределах 1,08-1,45 %, в горизонте  $B_1$  мощностью 16,0-17,2 см от 0,52 до 0,85 %.

Если сравнивать содержание гумуса по всем шурфам с контрольным разрезом, который был заложен на целине, то содержание гумуса в них заметно уступает в пахотном слое. Так, в разрезах 6, 7, 8, 9 уменьшение запасов гумуса в профиле почвы  $A+B_1$  по сравнению с исходным разрезом составило 25,23-46,91 %. В разрезах 1, 3 и 10 уменьшение запасов гумуса по сравнению с контролем на уровне 17,78-19,37 %. Незначительное уменьшение запасов гумуса (9,53-9,87 %) отмечено в горизонте  $A+B_1$  разрезов № 2, № 4 и № 5.

В изученных разрезах лимана Бесоба содержания в почве валового азота, валового фосфора составляет от 0,13 до 0,14 и от 0,10 до 0,12 % соответственно.

Если в контрольном разрезе содержания подвижного фосфора было 2,1 %, то в разрезах 3, 7, 8, 9 показатель подвижного фосфора на уровне 1,15-1,28 %.

Уменьшения содержания подвижного фосфора по сравнению со средним уровнем обеспеченности в данных разрезах 14,67-23,33 %.

По данным агрохимического анализа почвенных проб видно, что на разрезах 6, 7, 8 и 9 отмечено увеличение содержания обменного натрия от емкости катионного обмена по сравнению с контролем на 12,44-19,78%. В почвенном покрове разрезов № 1, № 3 и № 10 отмечено увеличение содержания в почве обменного натрия от емкости катионного обмена на уровне 7,85-9,78%. В ходе исследований установлено незначительное

увеличение содержания в почве обменного натрия от емкости катионного обмена по сравнению с контролем на разрезах № 2, № 4 и № 5, увеличение составило 3,25-4,38%.

Таблица 2. Показатели деградации почвенного покрова лимана Бесоба Жангалинского района

| № раз-реза | Темпы деградации                                    |                                              |                                                                           |                                            |                      | Сте-пень дегра-дации |
|------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|            | Умень-шение запасов гумуса в профиле почвы (А+В), % | Умень-шение содержания подвижного фосфора, % | Увеличение содержания обменного натрия (в % от емкости катионного обмена) | Умень-шение содержания физической глины, % | Механи-ческий состав |                      |
| 1          | 19,37                                               | 8,67                                         | 7,85                                                                      | 3,11                                       | Легкий суглинок      | 1                    |
| 2          | 9,87                                                | 8,00                                         | 3,25                                                                      | 3,20                                       | Легкий суглинок      | 0                    |
| 3          | 19,29                                               | 8,00                                         | 8,25                                                                      | 3,24                                       | Легкий суглинок      | 1                    |
| 4          | 9,71                                                | 8,00                                         | 4,38                                                                      | 3,06                                       | Легкий суглинок      | 0                    |
| 5          | 9,53                                                | 8,00                                         | 4,21                                                                      | 3,15                                       | Легкий суглинок      | 0                    |
| 6          | 25,23                                               | 14,67                                        | 12,44                                                                     | 13,47                                      | Легкий суглинок      | 2                    |
| 7          | 25,59                                               | 15,33                                        | 13,51                                                                     | 13,61                                      | Легкий суглинок      | 2                    |
| 8          | 46,91                                               | 21,33                                        | 19,78                                                                     | 18,36                                      | Легкий суглинок      | 3                    |
| 9          | 27,65                                               | 23,33                                        | 14,68                                                                     | 17,76                                      | Легкий суглинок      | 2                    |
| 10         | 17,78                                               | 16,67                                        | 9,78                                                                      | 13,47                                      | Легкий суглинок      | 1                    |

По механическому составу данные почвы являются легко-суглинистыми, содержание частиц <0,01 мм в пределах 17,88-21,23 %. Пористость почвы лимана Бесоба при 50,15 % на

контроле была в пределах 53,08-53,85 %. Структурность почвы составила 31-34 % напротив к контролю 35%.

Как показывают данные исследований, наименьшее уменьшение содержания физической глины отмечено в почвенных образцах разрезов № 2, № 4 и № 5 (3,06-3,20 %). Наибольшее снижение содержания физической глины нами установлены на разрезах 7, 8 и 9 (13,61-18,36%). Содержание обменного кальция в почвах горизонтов А+В<sub>1</sub> изученных разрезов составило 12,34-15,12 мг.экв/100 г, а обменного магния 2,25-6,18 мг.экв/100 г..

Сравнивая данные обследования и результаты исследований можно сделать следующие выводы: согласно критериев оценки, почвы разрезов № 2, № 4 и № 5 не деградированы.

Почвы в разрезах № 1, № 3 и № 10 имеют первую или слабую степень деградации.

Почвы разрезов № 6 и № 9 согласно критериям оценки имеют 2 или слабую степень деградации.

На территории лимана Бесоба сильная или 3 степень деградации установлена на разрезе № 8. Данные анализа водной вытяжки показывают, что в разрезе № 8 содержание водно-растворимых солей составило 0,312 %, что указывает на засоленность данного участка (таблица 2, приложение 2)

**Лиманы Мамайской системы.** Для реализации поставленных задач по изучению процессов деградации в 2013 году на территории Мамайской системы лиманов Казталовского района полупустынной зоны также были заложены 15 площадок по одному разрезу глубиной до 1,5 метров с отбором почвенных образцов в горизонте А+В<sub>1</sub>.

Почва Мамайской системы лиманов по агрохимическим и агрофизическим показателям соответствуют светло-каштановой легко-суглинистой.

Почва контрольного разреза заложенного на целине имеет следующие агрохимические и агрофизические показатели: Почва светло-каштановая, слабозасоленная. Мощность горизонта А составляет 25 см содержание гумуса 1,82 %, мощность горизонта В<sub>1</sub> – 15 см, содержание гумуса – 1,56 %. Содержание валового азота, валового фосфора составляет соответственно 0,15 и 0,14 %. Почва не деградированного участка в составе имеет 3,7 мг/100г

гидролизуемого азота и 2,30 мг/100г подвижного фосфора. Содержание в почве обменного кальция и обменного магния при емкости поглощения 21,05 мг/экв./100 г на уровне 11,10 и 9,54 мг.экв./100 г соответственно. Фракции механического состава при объемном весе 1,15 г/см<sup>3</sup>, при пористости 54,40 % составляет 33,7 %.

В ходе изучения почвенного покрова проведено сравнение всех 15 разрезов с контрольным разрезом. Как показывают результаты химического анализа почвенных образцов, на территории Мамайской системы лиманов разрезы № 7 (лиман № 8), № 11 (лиман № 16), № 13 (лиман № 26), № 14 (лиман № 31) и разрез № 15 лимана № 36 имеют 3 сильную степень деградации. Уменьшение запасов гумуса в профиле А+В<sub>1</sub> в указанных разрезах по сравнению с контрольным разрезом составило 41,24-45,42 %. Уменьшение содержания подвижного фосфора по сравнению с средней степени обеспеченности в разрезах с сильной степенью деградации на уровне 43,33-46,67 %. В этих участках отмечено увеличение содержания обменного натрия от емкости катионного обмена на 17,25-19,25 %. Сумма обменных оснований в этих почвенных образцах на уровне 18,54-18,59 мг-экв./100 г почвы. Механический состав данных разрезов средне-суглинистый, объемный вес 1,17-1,18 г/см<sup>3</sup>. Фракции механического состава более 0,01 мм в пределах 24,35-26,15%.

Разрез № 3, который установлен на лимане № 3, разрез № 8 (лиман 10) и разрез № 12 лимана № 22 согласно критериев имеют 2 степень деградации. По сравнению с контрольным разрезом уменьшение запасов гумуса в профиле почвы А+В<sub>1</sub> составляет 27,53-29,02 %, уменьшение содержания подвижного фосфора по сравнению с средней обеспеченностью на уровне 11,93-12,00 %. На данных разрезах отмечено увеличение содержания обменного натрия от емкости катионного обмена на 12,52-14,15 %. При структурности 37-38 %, пористости 55,00 % уменьшение содержания физической глины на уровне 8,07-22,40 %.

По данным мониторинга и химического анализа почвенного покрова на территории Мамайской системы лиманов также установлены разрезы с слабой 1 степенью деградации почвенного покрова. В указанную группу относятся лиманы 4, 5, 7, 12 и 14.

Почвы разрезов № 1 (лиман № 1) и № 2 (лиман № 2) не деградированы. Как показывают данные химического анализа, показатели почвы указанных лиманов имеют незначительные различия по сравнению со свойствами почвы контрольного разреза (таблица 3, приложение 3).

Данные анализа водной вытяжки показывают засоление почвы лиманов Мамайской системы (разрезы № 11, № 12, № 14, № 15 (сумма солей 0,305-0,325 %) в горизонте А+В<sub>1</sub>. Карбонатность в верхнем гумусовом горизонте отсутствует.

**Улентинская система лиманов.** Для изучения деградации почвы в 2013 году на территории Улентинской системы лиманов Сырымского района заложены 20 разрезов.

Как показывают данные исследований, почва лимана Улентинской системы Сырымского района по физико-химическим, морфологическим свойствам соответствует каштановой среднемошной легкосуглинистой почве. На изученных 20 разрезах мощность гумусового горизонта почвы в слое А+В<sub>1</sub> составила в пределах 27,3-39,7 см. Содержание гумуса в горизонте А мощностью 15,2-22,2 см – 1,54-1,70 %, в горизонте В<sub>1</sub> мощностью 12,0-17,7 см – 0,83-1,39 %.

Если сравнивать содержание гумуса изученных разрезов с контрольным, который был заложен на целине, то содержание гумуса в них заметно уступает в пахотном слое. При этом наиболее высокое уменьшение запасов гумуса 46,61-49,21 % установлены на территории лиманов 1, 2, 6, 8 и 9 на разрезах № 1, 5, 14, 16, 18 и 20. Наименьшее уменьшение запасов гумуса установлено на лиманах 1 (разрез 2), 2 (разрез 3), 3 (разрез 7), 4 (разрез 8), 5 (разрез 11), 5 (разрез 12), 7 (разрез 15), 9 (разрез 19). В указанных разрезах уменьшение запасов гумуса по сравнению и контролем в пределах 6,88-9,93 %.

В разрезах № 6 (лиман 3), № 9 (лиман 4), № 13 (лиман 6) и № 17 (лиман 8) уменьшение запасов гумуса по сравнению с контролем на уровне 17,70-19,19%. По данным агрохимического анализа почвенных проб видно, что на лиманах № 1 (разрез 1), № 2 (разрез 5), № 6 (разрез 14), № 7 (разрез 16), № 8 (разрез 18) и лиман № 9 (разрез 20) отмечено увеличение содержания обменного натрия от емкости катионного обмена на 15,88-19,25 %.

Таблица 3. Показатели деградации почвенного покрова лиманов Мамайской системы Казталовского района

| № разреза | № лимана | Темпы деградации                                   |                                             |                                                                           |                                           |                     | Степень деградации |
|-----------|----------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|--------------------|
|           |          | Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (А+В), % | Уменьшение содержания подвижного фосфора, % | Увеличение содержания обменного натрия (в % от емкости катионного обмена) | Уменьшение содержания физической глины, % | Механический состав |                    |
| 1         | 1        | 9,87                                               | 6,00                                        | 3,51                                                                      | 3,53                                      | Легкий суглинок     | 0                  |
| 2         | 2        | 7,42                                               | 5,33                                        | 3,68                                                                      | 3,80                                      | Легкий суглинок     | 0                  |
| 3         | 3        | 28,42                                              | 12,00                                       | 12,52                                                                     | 8,07                                      | Легкий суглинок     | 2                  |
| 4         | 4        | 12,79                                              | 5,33                                        | 7,88                                                                      | 4,07                                      | Легкий суглинок     | 1                  |
| 5         | 5        | 12,39                                              | 12,00                                       | 7,95                                                                      | 8,46                                      | Легкий суглинок     | 1                  |
| 6         | 7        | 14,23                                              | 12,00                                       | 9,02                                                                      | 8,75                                      | Легкий суглинок     | 1                  |
| 7         | 8        | 41,24                                              | 21,33                                       | 17,25                                                                     | 22,82                                     | Легкий суглинок     | 3                  |
| 8         | 10       | 27,53                                              | 11,93                                       | 13,45                                                                     | 9,02                                      | Легкий суглинок     | 2                  |
| 9         | 12       | 15,07                                              | 5,87                                        | 9,12                                                                      | 3,92                                      | Легкий суглинок     | 1                  |
| 10        | 14       | 16,89                                              | 11,87                                       | 9,25                                                                      | 9,26                                      | Легкий суглинок     | 1                  |
| 11        | 16       | 43,87                                              | 22,00                                       | 18,20                                                                     | 22,43                                     | Легкий суглинок     | 3                  |
| 12        | 22       | 29,02                                              | 23,33                                       | 14,15                                                                     | 22,40                                     | Легкий суглинок     | 2                  |
| 13        | 26       | 43,70                                              | 43,33                                       | 18,42                                                                     | 28,75                                     | Легкий суглинок     | 3                  |
| 14        | 31       | 42,70                                              | 45,33                                       | 18,88                                                                     | 27,74                                     | Легкий суглинок     | 3                  |
| 15        | 36       | 45,42                                              | 46,67                                       | 19,25                                                                     | 28,84                                     | Легкий суглинок     | 3                  |



На остальных почвенных разрезах увеличение содержания обменного натрия от емкости катионного обмена на уровне 3,85-13,15 %.

На территории изученных нами лиманов Улентинской системы наиболее высокое снижение содержания подвижного фосфора отмечено на уровне 24,67 (разрезы 1, 10, 16, 18) – 44,0 % (разрез 20).

Наименьшее снижение содержания подвижного фосфора по сравнению с средним показателем было в разрезах № 2, 3, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 15, 17 и № 19, в этих разрезах уменьшение в пределах от 8,67 до 11,33 %.

Как показывают данные изучения агрофизических свойств, в почве 20 разрезов содержание частиц  $<0,01$  мм колебалось в пределах 16,80-23,3 %.

Гранулометрический состав, по природе менее всего подвержена резким изменениям. По сравнению с данными контрольного разреза, остальные 20 разрезов имеют меньше физической глины, вариация по разрезам составляет от 3,65 % до 28,28 %.

По содержанию валовых и подвижных форм азота и фосфора почва обеспечена в низкой и слабой степени, подвижными формами калия обеспеченность средняя.

В результате проведенных полевых и лабораторных исследований нами установлено, что на территориях лиманов Улентинской системы Сырымского района деградированы в разной степени.

Согласно критериев, почва лиманов в разрезах № 2, 3, 7, 8, 11, 12, 15, 19 не деградированы. В разрезах 6, 9, 13 и 17 почва лиманов деградированы в слабой 1 степени.

2 степень деградации почвенного покрова нами установлены на лиманах 1 (разрез 4), 4 (разрез 10).

Наиболее деградированы (3 степень) почва лиманов 1 (разрез 1), 2 (разрез 5), 6 (разрез 14) 7 (разрез 16), № 8 (разрез 18) и лимана 9 (разрез 20).

Данные анализа водной вытяжки показывают, что в разрезах № 1, № 5, № 14, № 16, № 18 и № 20 содержание воднорастворимых солей составило 0,250-0,327 %, что указывает на засоленность участков (таблица 4, приложение 4).

Таблица 4. Показатели деградации почвенного покрова лиманов Улентинской системы Сырымского района

| № разреза | № лимана | Темпы деградации                                   |                                             |                                                                           |                                           |                     | Степень деградации |
|-----------|----------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|--------------------|
|           |          | Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (А+В), % | Уменьшение содержания подвижного фосфора, % | Увеличение содержания обменного натрия (в % от емкости катионного обмена) | Уменьшение содержания физической глины, % | Механический состав |                    |
| 1         | 1        | 46,61                                              | 24,67                                       | 15,88                                                                     | 27,25                                     | Легкий суглинок     | 3                  |
| 2         | 1        | 9,93                                               | 8,67                                        | 3,85                                                                      | 3,65                                      | Легкий суглинок     | 0                  |
| 3         | 2        | 9,49                                               | 9,33                                        | 3,92                                                                      | 3,95                                      | Легкий суглинок     | 0                  |
| 4         | 1        | 29,78                                              | 12,00                                       | 11,12                                                                     | 17,38                                     | Легкий суглинок     | 2                  |
| 5         | 2        | 47,08                                              | 25,33                                       | 16,01                                                                     | 27,73                                     | Легкий суглинок     | 3                  |
| 6         | 3        | 18,62                                              | 8,67                                        | 7,25                                                                      | 6,70                                      | Легкий суглинок     | 1                  |
| 7         | 3        | 9,06                                               | 8,67                                        | 4,01                                                                      | 3,82                                      | Легкий суглинок     | 0                  |
| 8         | 4        | 9,72                                               | 9,33                                        | 4,12                                                                      | 3,78                                      | Легкий суглинок     | 0                  |
| 9         | 4        | 18,80                                              | 11,33                                       | 7,88                                                                      | 7,25                                      | Легкий суглинок     | 1                  |
| 10        | 4        | 30,91                                              | 24,67                                       | 13,15                                                                     | 17,81                                     | Легкий суглинок     | 2                  |
| 11        | 6        | 7,36                                               | 8,67                                        | 4,28                                                                      | 3,95                                      | Легкий суглинок     | 0                  |
| 12        | 5        | 8,15                                               | 8,67                                        | 4,22                                                                      | 3,78                                      | Легкий суглинок     | 0                  |
| 13        | 5        | 19,19                                              | 11,33                                       | 8,01                                                                      | 7,55                                      | Легкий суглинок     | 1                  |
| 14        | 6        | 49,21                                              | 41,33                                       | 18,01                                                                     | 28,27                                     | Легкий суглинок     | 3                  |
| 15        | 7        | 8,74                                               | 8,33                                        | 4,32                                                                      | 4,03                                      | Легкий суглинок     | 0                  |
| 16        | 7        | 45,98                                              | 24,67                                       | 16,85                                                                     | 28,03                                     | Легкий суглинок     | 3                  |
| 17        | 8        | 17,70                                              | 11,27                                       | 8,12                                                                      | 6,22                                      | Легкий суглинок     | 1                  |
| 18        | 8        | 43,40                                              | 24,67                                       | 19,08                                                                     | 28,28                                     | Легкий суглинок     | 3                  |
| 19        | 9        | 6,88                                               | 8,60                                        | 4,55                                                                      | 4,21                                      | Легкий суглинок     | 0                  |
| 20        | 9        | 41,48                                              | 44,00                                       | 19,25                                                                     | 27,90                                     | Легкий суглинок     | 3                  |

## **ГЛУБИНА ЗАЛЕГАНИЯ И МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ЗЕМЕЛЬ ЛИМАННОГО ОРОШЕНИЯ**

Динамика изменения глубин залегания и минерализации грунтовых вод характеризуют условия, при которых возделывался естественный травостой при лиманном орошении.

Минерализация грунтовых вод непостоянна, она меньше после затопления, насыщения почвогрунтов более пресной оросительной водой, поднятия уровня грунтовых вод, а затем к лету и осени, по мере расхода и снижения уровня грунтовых вод, содержание солей в них возрастает.

Нарушение критического режима грунтовых вод и их подъем вызывают восходящее напорное движение грунтовой влаги в верхние слои и расход на испарение, и транспирацию, а затем аккумуляцию солей, образуя соленосный горизонт на уровне залегания капиллярной каймы.

При глубине залегания грунтовых вод выше 2 м, соли вместе с грунтовой влагой при испарении выносятся в верхние слои и осаждаются в полуметровом слое почвы. А при уровне залегания грунтовых вод 2,5 м, равным критической глубине, подъем водорастворимых солей по капиллярам, и отложение их происходит на глубине 1-2 м, образуя солевой горизонт в зоне перепада влажности почвы на границе внутрипочвенного испарения и десукции растений. Ограничение подъема грунтовых вод выше критической глубины является одним из важных требований соблюдения эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель, что может также зависеть от минерализации грунтовых вод. Изменение этих параметров в отрицательную сторону вызывает развитие солончакового процесса и засоление почв. При глубине залегания грунтовых вод в пределах 1,5-2,0 м продуктивность луговых лиманов находится на высоком уровне [16, 17].

Один из видных ученых в области лиманного орошения Н.С. Кистанов [18], обследовавший в 60-е годы 20 столетия многие естественные лиманы считал, что почвы средней и центральной части лиманов в большинстве случаев рассолены до 1 м и глубже. Такое положительное проявление вызвано мощным

развитием луговой растительности и ее корневой системы в глубоких слоях почвы, что препятствует физическому испарению влаги с поверхности почвы и капиллярному подъему солей в верхние ее горизонты. Накопление солей в условиях близкого залегания грунтовых вод происходит во втором метровом слое, а гипса - в нижней части первого метра. Поднятие хлоридов натрия в этих условиях может вызвать развитие солонцовых процессов и осолонцевание почвы.

Глубина залегания и минерализация грунтовых вод на лиманах Прикаспийской низменности подвержены значительным колебаниям в теплый период года.

Результаты исследований показывают, что грунтовые воды под луговыми, каштановыми и светло-каштановыми почвами залегают на небольших глубинах, в пределах 1,1-3,5 м.

Вследствие непостоянного режима затопления лиманов минерализация грунтовых вод подвержены значительным колебаниям. В наших исследованиях минерализация грунтовых вод лиманов в зависимости от типа почвы варьирует от 2,0 до 5,8 г/л (таблица 5).

При этом показатели глубины залегания и минерализации грунтовых вод зависели от эколого-мелиоративного состояния лиманов.

На заболоченных участках лиманов глубина залегания грунтовых вод при их минерализации 2 г/л составила 1,0-1,2 м.

Глубина залегания грунтовых вод на уровне 2,5-3,5 м при их минерализации 4,8-5,8 г/л указывает засоление почвогрунта лиманов.

В участках с нормальным затоплением глубина залегания грунтовых вод составила 1,5-2,5 м, при минерализации 2,1-3,5 г/л.

Проведенными исследованиями установлено, что по сравнению с луговыми и каштановыми почвами высокой степенью минерализацией грунтовых вод отличаются светло-каштановые почвы земель лиманного орошения (Мамайская система) 5,8 г/л, однако грунтовые воды является малодоступной для продукционных процессов ценных злаковых трав.

Таблица 5. Глубина залегания и минерализация грунтовых вод лиманов

| Наименование лиманов | Точки отбора | Наименование почв | Глубина залегания грунтовых вод после уборки, м | Минерализация грунтовых вод после уборки, г/л |
|----------------------|--------------|-------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| № 50                 | 1            | Луговые           | 1,5                                             | 2,1                                           |
|                      | 2            | Луговые           | 1,1                                             | 2,0                                           |
| Бесоба               | 1            | Светло-каштановые | 3,0                                             | 3,5                                           |
|                      | 2            | Светло-каштановые | 1,0                                             | 2,0                                           |
| Мамайская система    | 1            | Светло-каштановые | 2,5                                             | 5,5                                           |
|                      | 2            | Светло-каштановые | 3,0                                             | 5,8                                           |
|                      | 3            | Светло-каштановые | 2,5                                             | 2,7                                           |
| Улентинская система  | 1            | Каштановые        | 2,5                                             | 2,7                                           |
|                      | 2            | Каштановые        | 1,2                                             | 2,0                                           |
|                      | 3            | Каштановые        | 3,5                                             | 4,8                                           |

Проведенными исследованиями определено, что при разных гидрогеологических условиях лиманного орошения представляется возможным на луговых и каштановых почвах получать высокие урожаи сена естественного травостоя. Получение высоких урожаев ценного в кормовом отношении злакового травостоя объясняется тем, что заливы лиманов играют роль промывных поливов.

При ежегодном затоплении лиманов пресными снеговыми водами в ранневесенний период происходит процесс рассоления почвы за счет передвижения солей с водой в глубокие горизонты почв.

В период паводка соли из засоленных почв зоны аэрации промываются, от просачивания талых вод в почву уровень

грунтовых вод поднимается к поверхности почвы и смыкается с ними. В результате этого над грунтовыми водами образуется «подушка» пресных вод, препятствующая проникновению солей из грунтовых вод в корневую систему растений при их вегетации.

С наступлением теплой и жаркой погоды, в результате расхода воды на испарение и транспирацию, уровень воды понижается, «подушка» пресных вод над грунтовыми засоленными водами до уборки естественного злакового травостоя ликвидируется. В период от уборки урожая до наступления минусовых температур, происходит интенсивное накопление солей в верхнем метровом слое.

Исследованиями установлено, что одной из причин формирования высоких урожаев сена естественного травостоя при неглубоком залегании засоленных грунтовых вод является то, что многие ценные кормовые злаки, такие как, пырей ползучий, бекмания обыкновенная, мятлик луговой, овсяница луговая выдерживают большое засоление почвогрунтов при высокой их влажности.

Снижение урожая и выпадение злаков в следующей последовательности: мятлик-кострец - пырей - бекмания возможно только в том случае, если происходит подъем уровня грунтовых вод до 1 м с минерализацией более 3-4 г/л.

Это говорит о том, что отрицательное действие близко залегающих грунтовых вод происходит не столько из-за переувлажнения почвогрунтов, а сколько из-за засоления.

Следовательно, прогнозирование процессов водно-солевого режима почв естественных лиманов полупустынной зоны Западного Казахстана позволяет сделать заключение о возможности поддержания эколого-мелиоративного состояния лиманов, а засоление верхнего метрового слоя почв - на уровне слабой степени.

# ГЕОБОТАНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЛИМАНОВ

## Геоботаническая характеристика естественного травостоя лиманов

Сложная эколого-мелиоративная обстановка отмечается на степных лиманах. Флористический состав лиманов примерно одинаковая. Однако в зависимости от типа почвы, уровня засоления и затопляемости имеются незначительные отличия в ботаническом составе растительности лиманов [19, 20, 21].

В флористическом составе исследованных 4-х лиманов Западно-Казахстанской области были определены 50 вида.

Установлены представители следующих 15 семейств: злаковые, сложноцветные; осоковые; бобовые, астровые, маревые, зонтичные, крестоцветные, розоцветные, гречишные, дербенниковые, свинчатковые, губоцветные, норичниковые, подорожниковые, мареновые.

Основную фитомассу на лиманах создают небольшое количество доминантных и содоминантных видов.

В связи с неблагоприятными условиями обитания (резкие смены водного режима, температурные перегрузки) во флоре преобладают многолетники. Их доля достигает 68% - от общего количества видов.

Среди травянистых многолетников на лиманах преобладают вегетативно подвижные формы, которые способны переносить тяжелые условия существования и могут быстро размножаться вегетативным способом.

Основной удельный вес в сложении лиманных фитоценозов принадлежит однодольным корневищным и корневищно-рыхлодерновинным видам – пырею ползучему, бекмании обыкновенной, осоке черноколосой, осоке ранней, осоке прямоколосой.

Из двудольного разнотравья наиболее часто встречаются такие корневищные виды, как дербенник прутовидный.

Вегетативно неподвижные травянистые многолетники характерны для остепненных окраин лугов (лиман Бесоба

Жангалинского района и Мамайские системы лиманов Казталовского района).

Из стержнекорневых растений чаще всего встречаются подорожник средний, кермек полукустарничковый, кермек Гмелина.

Из бобовых встречаются солодка голая, горошек мышиный, люцерна серповидная, лядвенец рогатый и чина клубненосная.

В местах разрушения дернины механизмами или скотом поселяются клоповник пронзенолистный. Встречаются многие однолетники во второй половине лета, как летне-осенние виды (горец пустынный, дербенник прутьевидный).

Для лиманов Западно-Казахстанской области характерен достаточно широкий набор экологических групп растений. Основная доля приходится к растениям группы мезофитов. Имеются растения группы гигрофитов, гидрофитов, галофитов, ксерофитов и терофитов, а также галомезофитов, эвримезофитов, ксеромезофитов (таблица 6).

Таблица 6. Ботанический состав травостоев лиманов Западно-Казахстанской области

| Название семейства и растений на русском и латинском языке |                                | Лиманы |       |        |      |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------|-------|--------|------|
|                                                            |                                | Бесоба | Мамай | Улента | № 50 |
| 1                                                          | 2                              | 3      | 4     | 5      | 6    |
| Семейство Мятликовые                                       | Poaceae                        |        |       |        |      |
| Бекмания обыкновенная                                      | Beckmania eruciformis L.       | +      | +     | +      | +    |
| Бескильница расставленная                                  | Puccinella distans L           | +      | -     | +      | +    |
| Вейник наземный                                            | Calamagrostis epigeiros L      | +      | -     | +      | +    |
| Кострец безостый                                           | Bromopsis inermis (Leys) Holub | +      | +     | +      | +    |
| Мятлик луговой                                             | Poa pratensis L                | +      | +     | +      | +    |
| Овсяница луговая                                           | Festuca protensis              | +      | -     | -      | +    |



Продолжение тблицы 6

| 1                      | 2                                     | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------|---------------------------------------|---|---|---|---|
| Острец ветвистый       | <i>Zeymus racemosus</i> (Lam.) Tzvel  | + | - | + | + |
| Полевица белая         | <i>Agrostis flbida trin</i>           | + | - | - | + |
| Пырей ползучий         | <i>Elytrigia repens</i> L             | + | + | + | + |
| Семейство Осоковые     | Cyperaceae                            |   |   |   |   |
| Клубнекамыш морской    | <i>Bolboschoenus</i> (L.) Palla       | + | - | + | + |
| Осока зайчья           | <i>Carex leporina</i> L               | - | + | - | + |
| Осока лисья            | <i>C. vulpina</i> L                   | + | - | - | + |
| Осока прямоколосая     | <i>C. orthostachys</i><br>C.A MEY     | + | + | + | + |
| Осока черноколосая     | <i>C. melanostahia</i> Bieb.          | + | - | + | + |
| Осока ранняя           | <i>C. praecox</i> schreb              | + | + | - | + |
| Семейство Бобовые      | Fabaceae                              |   |   |   |   |
| Горошек мышиный        | <i>Vicia grassa</i> L.                | + | - | + | + |
| Клевер луговой         | <i>Trifolium pretense</i> L.          | + | - | + | + |
| Люцерна серповидная    | <i>Medicago falcata</i> L.            | + | - | + | + |
| Лядвенец рогатый       | <i>Lotus corniculatus</i> L.          | - | - | + | + |
| Солодка голая          | <i>Glicyrrhiza glabra</i> L.          | + | + | + | - |
| Чина клубненосная      | <i>Lathyrus tuberosus</i> L.          | - | - | + | + |
| Семейство Астровые     | Asteraceae                            |   |   |   |   |
| Горчак ползучий        | <i>Acroptilon repens</i> (L.) DC.     | + | + | + | + |
| Грудница мохнатая      | <i>Crinitaria linosyris</i> (L.) Less | + | + | + | - |
| Девясил британский     | <i>Inula britanica</i> L.             | + | - | + | + |
| Дурнишник обыкновенный | <i>Xanthium strumarium</i> L.         | + | + | + | + |

Продолжение тблицы 6

| 1                                  | 2                                                          | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| Крестовник луговой                 | <i>Senecio dubius</i><br>ledeb                             | - | - | + | + |
| Латук татарский                    | <i>Lactuca tatarica</i><br>(L.)                            | + | - | + | + |
| Полынь австрийская                 | <i>Artemisia austriaca</i><br>Jacg.                        | + | + | + | - |
| Тысячелетник<br>обыкновенный       | <i>Achillea</i><br><i>millefolium</i> L.                   | + | + | + | + |
| Чихотник<br>обыкновенный           | <i>A. ptarmica</i> L.                                      | + | - | + | + |
| Семейство Маревые                  | <i>Chenopodiaceae</i>                                      |   |   |   |   |
| Камфоросма<br>монспелийская        | <i>Camphorosma</i><br><i>monspeliacum</i> L.               | + | + | + | - |
| Климакоптера<br>супротивнолистная  | <i>Climacoptera</i><br><i>brachiata</i> (Pall.)<br>Botsch. | + | - | + | + |
| Кохия простертая                   | <i>Kochia prostrate</i> L.<br>Schrad                       | + | + | + | - |
| Лебеда татарская                   | <i>Atriplex tatarica</i> L.                                | + | + | + | + |
| Петросимония<br>супротивноветочная | <i>Petrosimonia</i><br><i>brachiata</i> (Paii.)<br>Bunge.  | + | + | + | - |
| Рогач сумчатый                     | <i>Ceratocarpus</i><br><i>utpiculosus</i>                  | + | + | + | + |
| Семейство<br>Зонтичные             | <i>Apiaceae</i>                                            |   |   |   |   |
| Поручейник<br>широколиственный     | <i>Sium latifolium</i> L.                                  | + | - | + | + |
| Синеголовник<br>плосколиственный   | <i>Eryngium planum</i><br>L.                               | - | - | + | + |
| Семейство<br>Крестоцветный         | <i>Brassicaceae</i>                                        |   |   |   |   |
| Дескурайная Софья                  | <i>Descurainia Sophia</i><br>(L.) Webb. Ex<br>Prant.       | + | + | + | + |

Продолжение тблицы 6

| 1                             | 2                                                   | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------|---|---|---|---|
| Клоповник<br>пронзеннолистный | <i>Lepidium<br/>perfoliatum</i> L.                  | + | + | + | - |
| Семейство<br>Розоцветные      | Rosaceae                                            |   |   |   |   |
| Лапчатка вильчатая            | <i>Potentilla bifurca</i> L.                        | + | + | + | + |
| Лапчатка<br>серебристая       | <i>P. argentea</i> L.                               | + | - | + | + |
| Семейство<br>Гречишные        | Polygonaceae                                        |   |   |   |   |
| Горец пустынный               | <i>Polygonum<br/>arenarium</i> Waldest.<br>Et. Kit. | + | + | - | - |
| Щавель конский                | <i>Rumex confertus</i><br>Willd.                    | + | - | + | + |
| Семейство<br>Ситниковые       | Juncaceae                                           |   |   |   |   |
| Ситник Жерара                 | <i>Juncus gerardii</i> ,<br>Juncaceae               | - | - | + | + |
| Семейство<br>Дербенниковые    | Lythraceae                                          |   |   |   |   |
| Дербенник<br>прутовидный      | <i>Lithrum virgatum</i><br>L.                       | + | - | + | + |
| Семейство<br>Свинчатковые     | Plumbaginaceae                                      |   |   |   |   |
| Кермек Гмелина                | <i>Limonium gmelini</i><br>(Willd.) O.Kuntze        | + | + | + | + |
| Кермек<br>полукустарничковый  | <i>L. suffruticosum</i><br>(L.) O. Kuntze           | + | + | + | - |
| Семейство<br>Губоцветные      | Labiatae                                            |   |   |   |   |
| Зопник<br>клубненосный        | <i>Phlomis tuberosa</i> L                           | + | - | + | + |
| Шалфей степной                | <i>Salfia stepposa</i><br>Schost.                   | + | + | + | - |

Продолжение таблицы 6

| 1                           | 2                         | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------------------------|---------------------------|---|---|---|---|
| Семейство<br>Норичниковые   | Scrophulariaceae          |   |   |   |   |
| Вероника<br>длиннолистная   | Veronica longifolia<br>L. | + | - | + | + |
| Семейство<br>Подорожниковые | Plantaginaceae            |   |   |   |   |
| Подорожник<br>средний       | Plantago media L.         | + | + | + | + |

К гигрофитам относятся: климакоптера супротивнолистная, чихотник обыкновенный.

В галофитам входят: горчак ползучий, грудница мохнатая, дурнишник обыкновенный, а террофитам клоповник пронзеннолистный, дескурная Софья.

Встречаются тысячелетник обыкновенный, камфоросма монспелийская, кохия простертая, лебеда татарская, рогач сумчатый, синеголовник плосколистный, поручейник широколистный, лапчатка серебристая, кермек полукустарничковый, относящийся к ксерофитам.

К эвримезофитам относятся пырей ползучий, вейник наземный, осока ранняя, девясил британский.

К гигромезофитам относятся: бекмания обыкновенная, мятлик луговой, осока черноколосая.

В группу ксеромезофитов входят лапчатка вильчатая, горец пустынный, щавель конский, дербенник прутovidный, подмаренник северный.

Растения различных экологических групп заселяют определенные экологические ниши, сообразно мезо и микрорельефу, степени засоленности почвы.

На систематически затопляемых участках лиманного орошения с каштановыми и луговыми почвами формировались стабильные пырейно-бекманиевые травостой. В этих почвах с залеганием грунтовых вод на глубинах 2,0-3,0 м с минерализацией 2,1-2,7 г/л доминирующими травами в фитоценозе являются: злаки бекмания обыкновенная,

бескильница расставленная, мятлик луговой, пырей ползучий т.д.), а сопутствующими травами - бобовые (клевер луговой, горошек мышиный, лядвенец рогатый), и разнотравье (девясил британский, щавель конский), осоковые (осока зайчья, осока прямоколосья, осока ранняя, осока лисья, осока черноколосья).

Отсутствие затопления лиманов приводит к изменению условий роста и развития луговой растительности, а значит к снижению продуктивности фитоценоза, видового состава травостоя, появлению в большом количестве сорных и малоценных в кормовом отношении трав, и их количественного соотношения в составе травостоя.

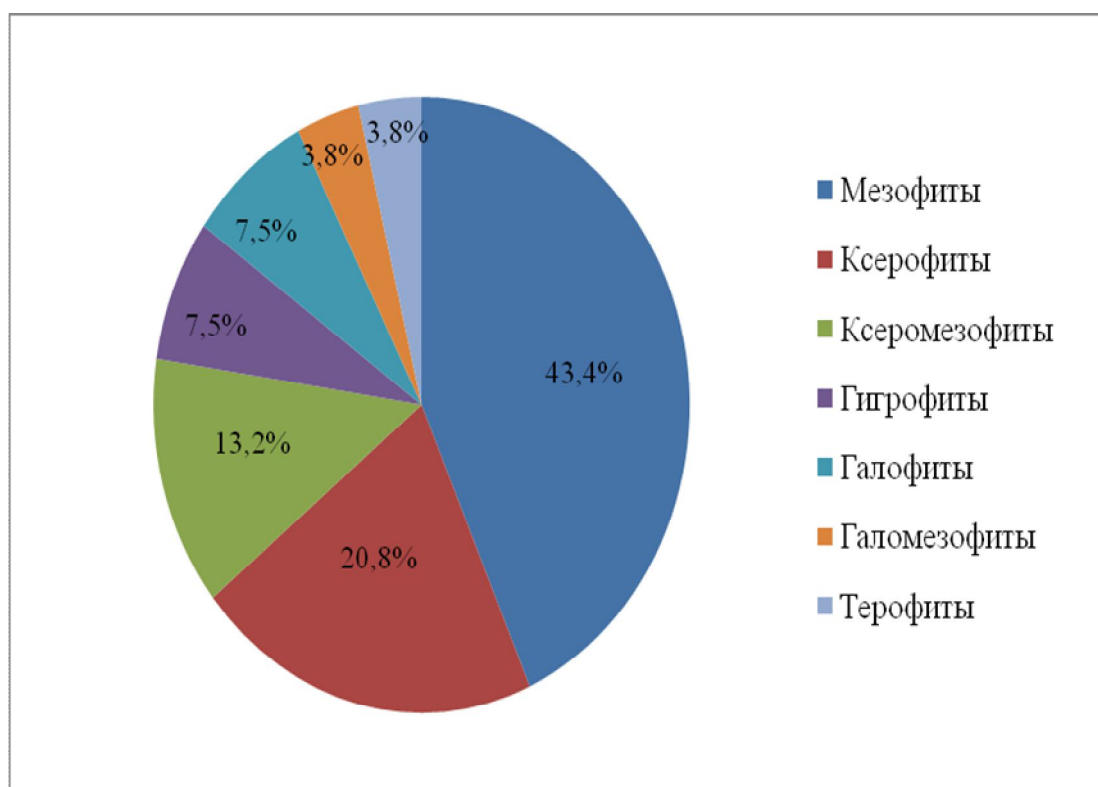


Рисунок 1. Экологические группы флоры и растительности лиманов полупустынной зоны Западно-Казахстанской области





Фото 3. Изучение растительности лиманов Улентинской системы



Фото 4. Изучение растительного покрова на лимане Бесоба

На остепненном лимане Мамайской системы Казталовского района регистрируются такие виды как солодка голая, кохия простертая, горец пустынный, кермек гмелина, а также такие виды полукустарничков, как: полынь австрийская, лебеда татарская, прутняк простертый, кермек полукустарничковый, камфоросма монпельйская.

Экологический анализ флоры в исследуемых лиманах Западно-Казахстанской области показал, что от 35,8 до 52,1 % флоры составляют виды мезофильного характера.

Ксерофильная группа занимает 9-22,2 % от всего числа флоры.

Растения ксеромезофильной, гигрофильная и галофитной группы соответственно имеют долю 15,2-21,2; 1,0-5,7; и 6,8-11,0 %.

В флоре лиманов гигромезофиты занимают от 1,8 до 5,2 %, гидрофиты от 1,5 до 8,7 % и терофиты от 2,0 до 9,0 %.

В таблице 7 приведены доля экологических групп растений в травостоях изученных лиманов Западно-Казахстанской области в зависимости от их почвенно-гидрологических условий.

Таблица 7. Экологический состав травостоев лиманов, %

| Наименование экологических групп | Наименование лиманов |                   |                     |      |
|----------------------------------|----------------------|-------------------|---------------------|------|
|                                  | Бесоба               | Мамайская система | Улентинская система | № 50 |
| Мезофиты                         | 40,8                 | 35,8              | 42,5                | 52,1 |
| Ксеромезофиты                    | 21,2                 | 15,2              | 15,4                | 16,9 |
| Ксерофиты                        | 14,1                 | 22,2              | 12,7                | 9,0  |
| Гидрофиты                        | 3,0                  | 1,5               | 8,7                 | 3,0  |
| Гигрофиты                        | 3,9                  | 1,0               | 5,7                 | 5,1  |
| Галофиты                         | 11,0                 | 13,5              | 7,8                 | 6,8  |
| Терофиты                         | 3,0                  | 9,0               | 2,0                 | 2,0  |
| Гигромезофиты                    | 3,0                  | 1,8               | 5,2                 | 5,1  |





Фото 5. Растительность не деградированного участка  
лимана Бесоба



Фото 6. Растительность не затапливаемой части  
лимана № 50.



# **ИЗУЧЕНИЕ            СОВРЕМЕННОГО            СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЛИМАНОВ**

## **Изучение деградации и продуктивности растительного покрова земель лиманного орошения**

Систематическое затопление лиманов - главное условие получения высоких урожаев с естественных травостоев. Отсутствие затопления таких угодий в течение многих лет приводит к их деградации, в результате чего высокопродуктивный с хорошими кормовыми достоинствами пырейно-бекманиевый злаковый травостой превращается в малоурожайный ксерофитный травостой, дающий корм низкого качества [22, 23, 24].

Продуктивность естественного травостоя на луговых и лугово-каштановых почвах разливов рек зависит от наличия гумуса в почвах, срока залива лиманов, ботанического состава травостоя, водного и воздушного режима почв, внесения азотных удобрений [25, 26, 27].

Наиболее продуктивными лиманами в Нижнем Поволжье и Западном Казахстане по сообщению И.В. Ларина [28] являются лиманы, расположенные на Чижинско-Дюринских разливах правобережье р. Урала, и на разливах рек Булдурты, Калдыгайты, Уленты левобережье р. Урала. Самые продуктивные участки лиманов представлены чистыми пырейниками или травостоем пырея ползучего с примесью бекмании обыкновенной. При правильной эксплуатации оросительных систем лиманного орошения и научно обоснованном уходе за естественным травостоем на лиманах урожайность сена достигает больших величин при невысоких затратах материальных средств на производство кормовой единицы.

Оптимальное лиманное орошение предусматривает применение норм лиманного орошения, сроков залива, продолжительности затопления, обеспечивающих получение максимального урожая естественного травостоя с минимальными затратами материальных средств на единицу растениеводческой продукции. Многолетнее оптимальное лиманное орошение с

разными гидрогеологическими и почвенными условиями позволяет получать высокие величины урожая естественного травостоя с ценными кормовыми качествами.

В условиях 2013 года наибольшая урожайность пырейно-букманиевого сена определена на луговых и каштановых почвах, определена на участках с систематическим ежегодным затоплением.

Проведенные исследования свидетельствуют, что изменение водного режима почв, в связи с периодичностью затопления лиманов, приводит к достоверному изменению урожайности сена естественного травостоя на луговых, каштановых и светло-каштановых почвах.

Результаты исследований показали, что главным фактором, оказывающим влияние на урожайность естественного травостоя при лиманном орошении, является применяемое орошение. В то же время продуктивность лиманов напрямую связано с агрохимическими и агрофизическими свойствами, а также мелиоративными показателями почво-грунтов лиманов.

Как показывают данные исследований, наибольшие величины урожайности сена естественного травостоя отмечены на лиманах с луговыми почвами, промежуточные – на каштановых почвах, наименьшие – на светло-каштановых.

Материалы исследований свидетельствуют о низкой продуктивности естественного травостоя лиманов на светло-каштановых почвах. Одним из факторов низкой продуктивности естественного травостоя является наличие в этих почвах солонцовых комплексов и засоленности почв.

В связи с нехваткой воды большинство лиманы Казталовского района не затопляются. Острый дефицит влаги значительно изменил ботанический состав травостоя и ритмику растений. Наблюдалось смещение фенологических фаз развития при укороченных межфазных периодах. Побеги были недоразвитыми с явными признаками угнетения дефицитом влаги. Формирование генеративных органов у пырея и букмании происходило лишь на лиманах, где норма затопления была достаточной.

Сокращенная облиственность побегов существенно снизила проективное покрытие как в чистых зарослях пырея, так и в сообществах с участием осок и широколистного разнотравья. Заметно изменилась компоновка фитоценозов с сокращением доли участия в травостоях мятликовых. Ботаническое описание травостоев с описаниями свидетельствует об интенсивном сокращении доли бекмании и пырея на лиманах полупустынной зоны. Это объясняется не только складывающимся в последние годы водным режимом, не удовлетворяющим биологические потребности этих видов, но и дефицитом в почве элементов минерального питания. Анализ структуры урожая показал дальнейшее уменьшение доли бекмании в массе трав в тех ассоциациях, где она выполняла роль эдификатора. Динамика изменения видового состава травостоев принимает характер регрессивной сукцессии. Скоростные параметры этого процесса дают основание прогнозировать полную потерю хозяйственной ценности пойменных лугов.

При геоботаническом изучении растительности 4-х лиманов определены их проективное покрытие, высота травостоев. По данным исследований установлена современная продуктивность лиманов. По указанным показателям были установлены степени деградации растительного покрова земель лиманного орошения.

При проведении геоботанических исследований за 2013 год получены результаты, отражающие состояние растительного покрова лимана № 50 Акжайкского района. Так, на № 1 трансекте 1 яруса проективное покрытие ценной растительности составляет 9,2 %, при высоте травостоя 21,44 см. Урожайность травостоев составила 1,62 ц/га. Результаты подсчетов показала, что на данном участке современная продуктивность лимана составила 22,5 % от потенциальной. В целом данный участок по критериям соответствует 3 сильной степени деградации растительного покрова.

Как показывают данные геоботанических исследований, на территории лимана № 50 кормовые угодья сильной 3 степенью деградации установлены также и в 4 и 5 ярусах.

Данные геоботанических исследований показывает, что в указанных ярусах проективное покрытие ценной растительности

составляет 8,3-9,2 %. Урожайность травостоя составила в пределах 1,42-2,21 ц/га. Высота травостоя 21,37-22,42 см.

Трансекта № 2 (ярус 1) по данным геоботанических исследований имеют 2 умеренную слабую степень деградации растительного покрова. На данном трансекте проективное покрытие ценной растительности составляет 12,5 %, Современная продуктивность травостоев при урожайности 3,25 ц/га составляет 78,2 %. Высота травостоя 29,21 см.

Таблица 8. Показатели деградации растительного покрова лимана № 50 Акжаикского района

| № трансекта | Но-мер яру-са | Проек-тивное покрытие ценной расти-тель-ностью, % | Уро-жай-ность, ц/га | Высота траво-стоя, см | Совре-менная продук-тив-ность (% от потен-циаль-ной) | Степени дегра-дации |
|-------------|---------------|---------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------------------------------------|---------------------|
| 1           | 1             | 9,2                                               | 1,62                | 21,44                 | 22,5                                                 | 3                   |
| 2           | 1             | 12,5                                              | 3,25                | 29,21                 | 78,2                                                 | 2                   |
| 3           | 2             | 18,0                                              | 4,20                | 31,16                 | 80,9                                                 | 1                   |
| 4           | 2             | 74,0                                              | 27,51               | 52,56                 | 83,8                                                 | 0                   |
| 5           | 3             | 74,2                                              | 26,31               | 54,24                 | 83,0                                                 | 0                   |
| 5           | 3             | 18,1                                              | 4,14                | 30,55                 | 80,8                                                 | 1                   |
| 7           | 4             | 8,3                                               | 1,42                | 21,86                 | 18,2                                                 | 3                   |
| 8           | 4             | 8,8                                               | 1,63                | 21,37                 | 17,8                                                 | 3                   |
| 9           | 5             | 9,0                                               | 1,82                | 22,00                 | 20,2                                                 | 3                   |
| 10          | 5             | 9,2                                               | 2,21                | 22,42                 | 21,5                                                 | 3                   |

На трансекте 3, расположенного во 2 ярусе лимана № 50 урожайность травостоя при высоте растений 31,16 см составила 4,20 ц/га. Современная продуктивность травостоя на уровне 80,9 % от потенциальной. Проективное покрытие ценной растительности составило 18,0 %. Согласно критериев, данный

трансект имеет 1 слабую степень деградации растительного покрова.

На территории лимана № 50 аналогичными показателями обладает трансекта № 6, размещенный в 3 ярусе. Здесь урожайность травостоя при высоте растений 30,55 см составила 4,14 ц/га. Современная продуктивность травостоя на уровне 80,8 % от потенциальной. Проективное покрытие ценной растительности составило 18,1 %.

Как показывают данные геоботанических исследований, на трансектах 4 (ярус 2) и 5 (ярус 3) получен более высокий урожай кормовой растительности – 52,56-54,24 ц/га. По сравнению с другими изученными участками, в указанных трансектах отмечено более высокое проективное покрытие ценной растительности – 74,0-74,2 %. Высота травостоя на уровне 52,56-54,24 см. На этих участках современная продуктивность составила 83,0-83,8 % от потенциальной. Согласно критериев оценки растительный покров указанных участков не деградирована (таблица 8, рисунок 2).



Фото 7. Уборка сено на лимане Бесоба

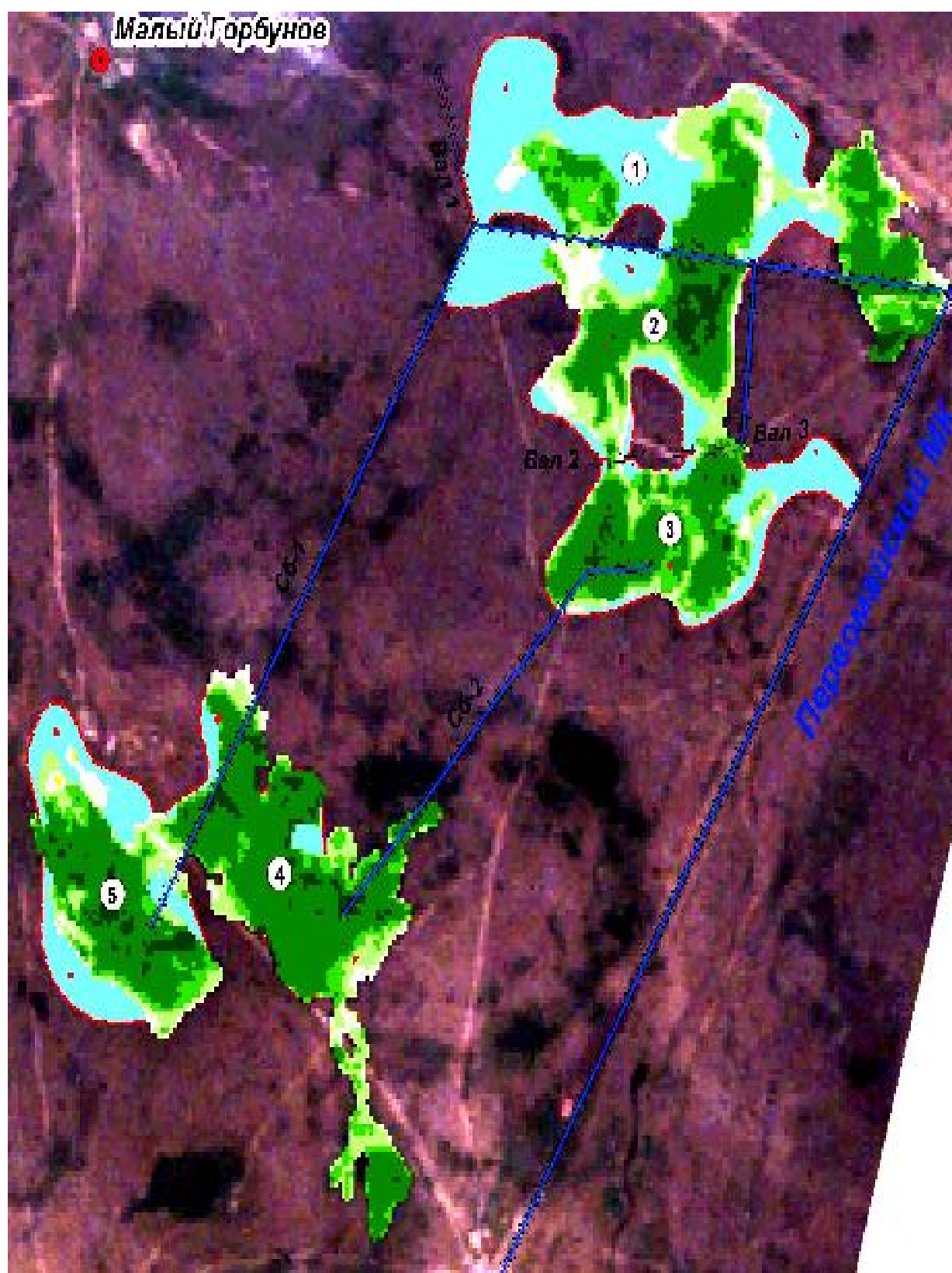


Рисунок 2. Карта состояния растительного покрова лимана № 50 Акжайкского района ЗКО по данным NDVI (снимок Landsat TM)

В 2013 году для установления степени деградации растительного покрова на территориях лимана Бесоба Жангалинского района нами были установлены 10 трансектов. Результаты исследований указывают на неравномерную степень деградации растительного покрова. При этом наиболее сильная 3 степень деградации растительности нами установлена в трансекте № 8. В указанном трансекте проективное покрытие лимана ценной растительностью составила 8,0 %. Высота травостоя на уровне 20,26 см, при урожайности 3,02 ц/га. Результаты подсчетов показала, что на данном участке современная продуктивность лимана была на уровне 20,1 % от потенциальной.

Результаты исследований по определению биометрических и продукционных показателей показали на изменения на трансектах № 6, № 7 и № 9. На данных трансектах проективное покрытие лимана ценной растительностью составляет 11,1-12,0 %. На данных участках урожайность лиманного травостоя составила 3,02-3,18 ц/га, при высоте растительности 24,44-27,81 см. Согласно критериев оценки, трансекты № 6, № 7 и № 9 лимана Бесоба имеют 2 умеренную степень деградации растительного покрова. Показатели современной продуктивности на уровне 73,2-74,6 % от потенциальной.

На лимане Бесоба Жангалинского района трансекты № 1, № 3 и № 10 имели незначительные изменения по показателям биопродуктивности по сравнению с вышеуказанными трансектами. По критериям оценки растительность этих трансектов имеют 1 слабую степень деградации. Состояние растительного покрова достаточно стабильное. Проективное покрытие ценной растительности составляет на уровне 17,0-17,8 %. Высота травостоя при урожайности 4,02-4,06 ц/га составила 25,57-27,81 см. Результаты подсчетов показали, что на данных участках современная продуктивность лимана на уровне 80,5-80,7 % от потенциальной.

Как показывают данные геоботанических исследований, на территориях лимана Бесоба Жангалинского района имеются не деграриованные (0 степень) участки. Так, на трансектах 2, 4 и 5 нами установлены высокие показатели биопродуктивности

лимана. На указанных трансектах проективное покрытие лимана коренной растительностью в пределах 60,8-63,2 %. Урожайность травостоев в период массового цветения ценной растительности была на уровне 21,85-23,35 ц/га. В указанных участках нами отмечены самые высокие биометрические показатели лиманной растительности. Высота травостоев в период уборки была на уровне 42,51-44,12 см. По сравнению с другими изученными нами трансектами в указанных участках определены высокие показатели продуктивности. Так, современная продуктивность растительности на трансектах 2, 4 и 5 была на уровне 82,1-82,5 % от потенциальной (таблица 9, рисунок 3).

Таблица 9. Показатели деградации растительного покрова лимана Бесоба Жангалинского района

| № трансекта | Проективное покрытие ценной растительностью, % | Урожайность, ц/га | Высота травостоя, см | Современная продуктивность (% от потенциальной) | Степени деградации |
|-------------|------------------------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------------------------|--------------------|
| 1           | 63,2                                           | 22,35             | 44,12                | 82,1                                            | 0                  |
| 2           | 17,8                                           | 4,06              | 27,81                | 80,7                                            | 1                  |
| 3           | 60,8                                           | 21,85             | 43,61                | 82,3                                            | 0                  |
| 4           | 61,5                                           | 22,02             | 42,51                | 82,5                                            | 0                  |
| 5           | 17,5                                           | 4,04              | 25,72                | 80,5                                            | 1                  |
| 6           | 12,0                                           | 3,12              | 25,85                | 74,6                                            | 2                  |
| 7           | 11,8                                           | 3,18              | 24,44                | 74,2                                            | 2                  |
| 8           | 8,0                                            | 1,28              | 20,26                | 20,1                                            | 3                  |
| 9           | 11,1                                           | 3,02              | 27,81                | 73,2                                            | 2                  |
| 10          | 17,0                                           | 4,02              | 25,57                | 80,6                                            | 1                  |



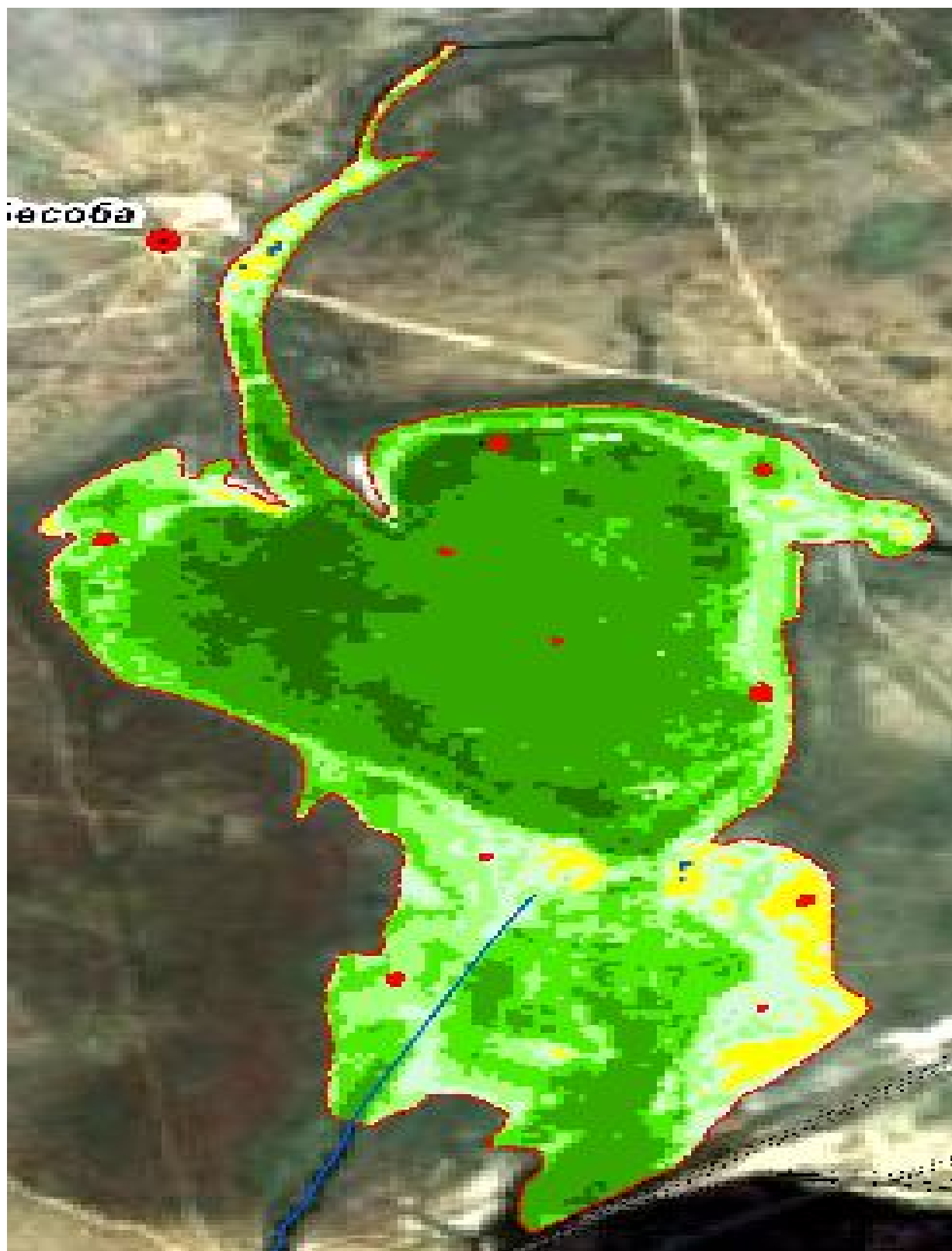


Рисунок 3. Карта состояния растительного покрова лимана Бесоба Жангалинского района ЗКО по данным NDVI (снимок Landsat TM)

Изучение растительного покрова Мамайской системы лиманов Казталовского района с помощью установления 15 трансектов определены различные степени деградации растительного покрова указанной угодий. Так, при изучении растительности лимана № 1 (трансекты 1 и 2) установлена 0 степень их деградации. В указанных участках проективное покрытие лимана ценной растительности на уровне 55,5-58,2 %. Урожайность лиманного травостоя при достижении фазы уборочной спелости составила 11,82-12,41 ц/га, при этом высота растений была на уровне 31,48-32,26 см. Современная продуктивность лимана в указанных трансектах была на уровне 81,1-81,5 % от потенциальной.

На территории Мамайской системы лиманов 1 слабая степень деградации нами установлена на лиманах 4 (трансект 4), 5 (трансекта 5), 7 (трансект 6), 12 (трансект 9) и 14 (трансект 10). В указанных лиманах проективное покрытие ценной растительности составило 16,1-16,9%. При высоте растений 30,08-30,55 см урожайность лиманной растительности была на уровне 3,65-3,81 ц/га. Современная продуктивность лиманов составила 80,1-80,3 % от потенциальной.

Проективное покрытие ценной растительности лимана 3 (трансект 3) на момент их активной вегетации было на уровне 11,9 %. Урожайность лиманной растительности на данном трансекте при высоте растений 28,51 см составила 3,08 ц/га. Современная продуктивность лимана 3 составила 74,2 % от потенциальной. В целом деградация растительности лимана 3 по критериям оценки соответствует 2 умеренной степени. Как показывают данные геоботанических исследований, аналогичными данными обладает растительность лимана 10 (трансект 8). Проективное покрытие ценной растительности составляет 10,8 %. Высота травостоя 27,45 см. Урожайность лиманной растительности на уровне 3,38 ц/га. Современная продуктивность по нашим подсчетам составляет 72,2 % от потенциальной.

На трансекте 12 установленной на лимане № 22 нами также определена 2 умеренная степень деградации лиманной растительности. Урожайность лимана 22 при высоте травостоя

26,81 см составила 2,58 ц/га. При проективном покрытии ценной растительности 10,3 % современная продуктивность лимана была на уровне 71,8 % от потенциальной.

По данным геоботанических исследований на территории Мамайской системы на некоторых лиманах нами установлены 3 сильная степень деградации растительности. В эту группу можно перечислить лиманы 16 (трансект 11), 26 (трансект 13), 31 (трансект 14) и лиман 36 (трансект 15). Урожайность этих лиманов при высоте растительности 16,5-21,72 см составляет 1,12-2,02 ц/га. Проективное покрытие ценной растительности незначительная – 7,8-9,2%. Современная продуктивность лиманов на уровне 16,7-20,5 % (таблица 10, рисунок 4).



Фото 8. Растительность засоленного участка лимана Мамайской системы

Таблица 10. Показатели деградации растительного покрова лиманов Мамайской системы Казталовского района

| № Трансекта | Номер лимана | Проективное покрытие ценной растительностью, % | Урожайность, ц/га | Высота травостоя, см | Современная продуктивность (% от потенциальной) | Степени деградации |
|-------------|--------------|------------------------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------------------------|--------------------|
| 1           | 1            | 55,5                                           | 12,41             | 32,26                | 81,5                                            | 0                  |
| 2           | 2            | 58,2                                           | 11,82             | 31,48                | 81,1                                            | 0                  |
| 3           | 3            | 11,9                                           | 3,08              | 28,51                | 74,2                                            | 2                  |
| 4           | 4            | 16,8                                           | 3,78              | 30,55                | 80,3                                            | 1                  |
| 5           | 5            | 16,9                                           | 3,81              | 30,35                | 80,2                                            | 1                  |
| 6           | 7            | 16,5                                           | 3,75              | 30,33                | 80,4                                            | 1                  |
| 7           | 8            | 9,2                                            | 2,02              | 21,72                | 20,5                                            | 3                  |
| 8           | 10           | 10,8                                           | 3,38              | 27,45                | 72,2                                            | 2                  |
| 9           | 12           | 16,5                                           | 3,68              | 30,24                | 80,1                                            | 1                  |
| 10          | 14           | 16,1                                           | 3,65              | 30,08                | 80,2                                            | 1                  |
| 11          | 16           | 8,8                                            | 1,82              | 21,25                | 20,0                                            | 3                  |
| 12          | 22           | 10,3                                           | 2,58              | 26,81                | 71,8                                            | 2                  |
| 13          | 26           | 8,3                                            | 1,60              | 21,03                | 19,8                                            | 3                  |
| 14          | 31           | 8,0                                            | 1,28              | 17,12                | 17,2                                            | 3                  |
| 15          | 36           | 7,8                                            | 1,12              | 16,50                | 16,7                                            | 3                  |



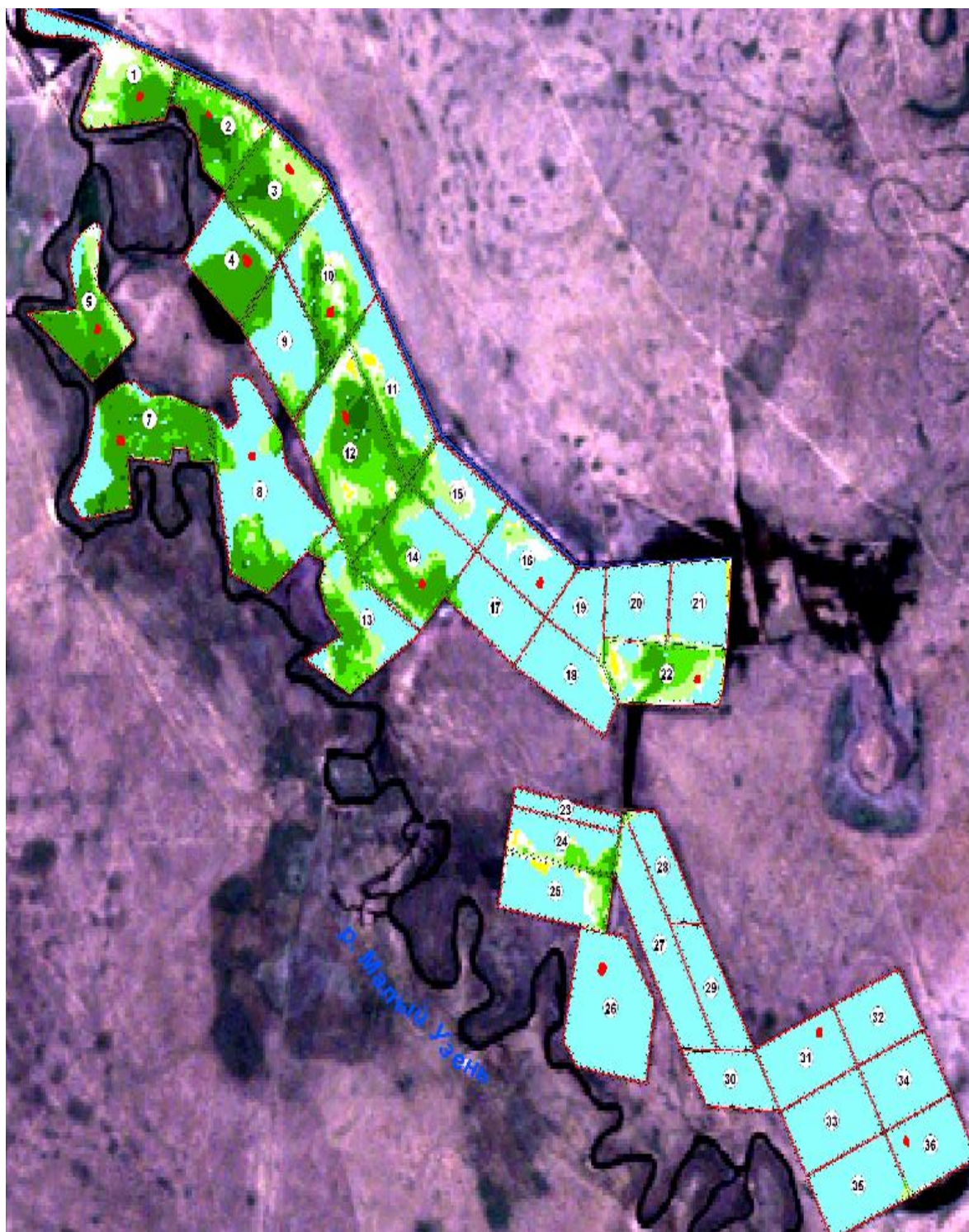


Рисунок 4. Карта состояния растительного покрова лиманов Мамайской системы Казталовского района ЗКО по данным NDVI (снимок Landsat TM)

В условиях 2012-2013 годов для изучения процессов деградации растительного покрова на Улентинской системе лиманов были установлены 20 трансектов.

При проведении геоботанических исследований получены результаты, отражающие состояние растительного покрова лиманов данной системы.

Наиболее благоприятное состояние растительности в период их вегетации нами установлены на трансектах 2 (лиман 1), 3 (лиман 2), 7 (лиман 3), 8 (лиман 4), 11 (лиман 5), 12 (лиман 5), 15 (лиман 7) и 19 (лиман 9).

Как показывают данные геоботанических исследований, в указанных трансектах получен более высокий урожай кормовой растительности – 29,82-33,92 ц/га. По сравнению с другими изученными участками, в указанных трансектах отмечено более высокое проективное покрытие ценной растительности – 74,9-75,5 %. Высота травостоев на момент уборки была на уровне 62,85-66,25 см. На этих участках современная продуктивность составила 84,2-85,4 % от потенциальной. Согласно критериев оценки растительный покров указанных участков не деградирован.

По данным наших исследований на остальных изученных нами лиманах проявляются признаки деградации разной степени. Так, на трансектах 6 (лиман 3), 9 (лиман 4), 13 (лиман 6) и 18 (лиман 8) нами установлена 1 слабая степень деградации растительного покрова. В указанных трансектах проективное покрытие лиманов ценной растительностью было на уровне 18,0-19,2 %. Урожайность травостоев при их высоте 31,82-32,37 см составила 4,29-4,45 ц/га. Современная продуктивность лиманов на указанных трансектах была на уровне 80,8-82,2 %.

На трансекте 4, установленной на территории лимана 1 нами определено проективное покрытие ценной растительности на уровне 13,1%. Здесь высота растений перед их укосом составила 27,21 см. При современной продуктивности 75,2 % от потенциальной урожайность травостоев лимана была на уровне 2,88 ц/га.

Аналогичными показателями обладает участок лимана 4 (трансект 10). Как показывают данные геоботанических



исследований, в указанном трансекте получен урожай кормовой растительности на уровне 3,31 ц/га, проективное покрытие ценной растительности составило 14,5 %.

Высота травостоев на момент уборки была на уровне 29,91 см. На этом участке современная продуктивность составила 78,2 % от потенциальной. Согласно критериев оценки растительный покров указанных 2-х участков деградирована 2 умеренной степени.

По данным геоботанических исследований и подсчета урожайности на территории Улентинской системы лиманов на 5 трансекте установлена 3 сильная степень деградации растительного покрова.

В эту группу можно перечислить лиманы 1, 2, 6, 7, 8 и 9. Урожайность этих лиманов при высоте растительности 21,93-22,81 см составляет 1,71-2,48 ц/га. Проективное покрытие ценной растительности незначительная – 8,5-9,8 %. Современная продуктивность лиманов на уровне 18,3-22,1 %. (таблица 11, рисунок 5).



Фото 9. Геоботаническое исследование лимана № 50  
(деградированный участок)

Таблица 11. Показатели деградации растительного покрова лиманов Улентинской системы Сырымского района

| № тран-секта | Но-мер ли-мана | Проектив-ное покрытие ценной раститель-ностью, % | Уро-жай-ность, ц/га | Высота травос-тоя, см | Совре-менная продук-тив-ность (% от потен-циаль-ной) | Степени дегра-дации |
|--------------|----------------|--------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------------------------------------|---------------------|
| 1            | 1              | 9,8                                              | 2,48                | 22,81                 | 44,8                                                 | 3                   |
| 2            | 1              | 75,5                                             | 33,81               | 65,63                 | 85,4                                                 | 0                   |
| 3            | 2              | 75,3                                             | 33,92               | 66,25                 | 85,3                                                 | 0                   |
| 4            | 1              | 13,1                                             | 2,88                | 27,21                 | 75,2                                                 | 2                   |
| 5            | 2              | 9,2                                              | 2,20                | 22,36                 | 22,1                                                 | 3                   |
| 6            | 3              | 18,0                                             | 4,41                | 31,82                 | 80,8                                                 | 1                   |
| 7            | 3              | 75,8                                             | 32,20               | 65,04                 | 85,0                                                 | 0                   |
| 8            | 4              | 74,9                                             | 32,01               | 64,80                 | 84,8                                                 | 0                   |
| 9            | 4              | 18,3                                             | 4,39                | 32,18                 | 81,0                                                 | 1                   |
| 10           | 4              | 14,5                                             | 3,31                | 29,91                 | 78,2                                                 | 2                   |
| 11           | 6              | 75,0                                             | 32,05               | 64,84                 | 85,0                                                 | 0                   |
| 12           | 5              | 75,1                                             | 33,72               | 66,05                 | 85,0                                                 | 0                   |
| 13           | 5              | 18,5                                             | 4,29                | 32,21                 | 81,1                                                 | 1                   |
| 14           | 6              | 8,5                                              | 1,92                | 21,93                 | 18,3                                                 | 3                   |
| 15           | 7              | 75,2                                             | 30,10               | 63,22                 | 84,5                                                 | 0                   |
| 16           | 7              | 8,7                                              | 1,87                | 22,10                 | 20,2                                                 | 3                   |
| 17           | 8              | 19,2                                             | 4,45                | 32,37                 | 82,2                                                 | 1                   |
| 18           | 8              | 8,6                                              | 1,81                | 22,06                 | 20,2                                                 | 3                   |
| 19           | 9              | 75,2                                             | 29,82               | 62,85                 | 84,2                                                 | 0                   |
| 20           | 9              | 9,7                                              | 1,71                | 22,57                 | 21,8                                                 | 3                   |



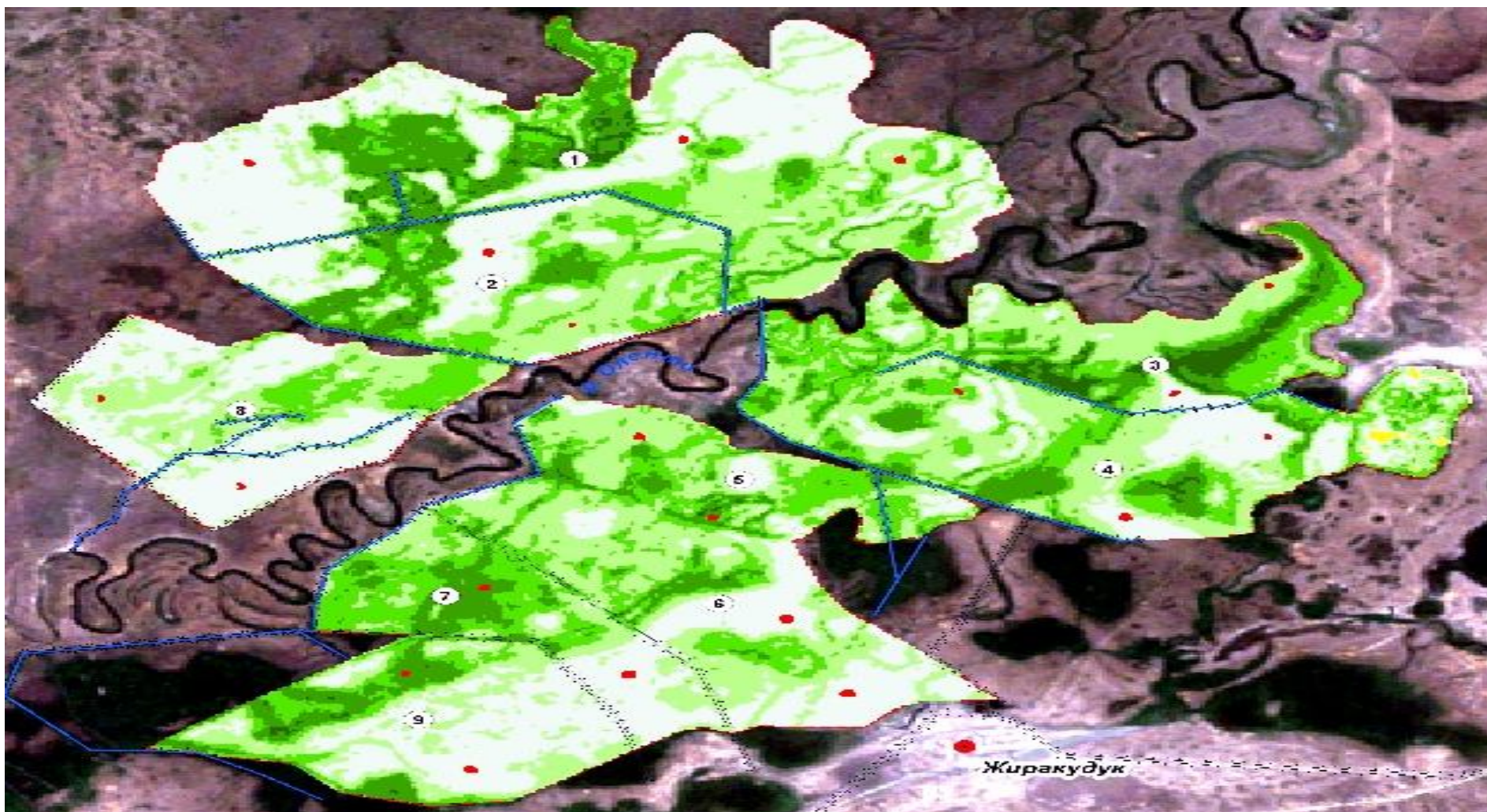


Рисунок 5. Карта состояния растительного покрова лиманов Улентинской системы Сырымского района ЗКО по данным NDVI (снимок Landsat TM)

## **АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ ЛИМАННОГО ОРОШЕНИЯ**

Характерной особенностью территории Западно-Казахстанской области является сильная зависимость результатов сельскохозяйственного производства от засушливости года.

В засушливые годы резко сокращается производство зерна и кормовая база животноводства. Поэтому земельный фонд представлен преимущественно пастбищными угодьями и сенокосами, в области сложилось преимущественно животноводческое направление сельского хозяйства, основанное на природном использовании естественных сенокосов и лиманов.

Это позволило при экономическом зонировании территории республики область рассматривается как один из перспективных животноводческих регионов.

В степных и полупустынных районах Западно-Казахстанской области важная роль в создании устойчивой кормовой базы, производства кормов с малыми затратами и улучшении социально-экономических условий жизни населения принадлежит лиманному орошению. Этот вид позволяет эффективно использовать местный речной сток и воды оросительных каналов для увлажнения почвы и получения высоких и стабильных урожаев кормовых культур.

По Западно-Казахстанской области размещение площадей лиманного орошения по бассейнам рек выглядит следующим образом: бассейн р. Урал - 108,0 тыс. га, р. Волга - 4,8 тыс. га, р. Малый и Большой Узень - 78,4 тыс. га, р. Улента - 29,5 тыс. га, р. Булдурта - 15,9 тыс. га, р. Калдыгайта - 14,3 тыс. га, р. Жаксыбай - 6,0 тыс. га.

К крупным системам лиманного орошения относятся : Урало-Кушумская - 87,1 тыс. га, Мало-Узенская - 44,0 тыс. га, Больше-Узенская - 25,9 тыс. га, Калдыгайтинская - 3,9 тыс. га, Улентинская - 10,3 тыс. га.

Ежегодно в Западно-Казахстанской области затоплению подвергаются в среднем 50-55%, площадей ирригационно-освоенных лиманов.



В границах административных территорий области из 171,2 тыс. га лиманов в настоящее время затопляется 57-75 тыс. га [29].



Фото 10. Состояние гидроузлов Улентинской системы лиманов



Фото 11. Заливаемый участок лимана Улентинской системы



По данным аэрокосмических снимков и натурных исследований, проведенных в 2012, 2013 годах, нами установлены степени затопления 4-х лиманов полупустынной зоны ЗКО.

Как показывают данные таблицы 14, в полупустынной зоне Западно-Казахстанской области на территории изученных 4-х лиманов затопливается 70,02% площади земли (таблица 12).

Таблица 12. Площадь затопления земель лиманного орошения Западно-Казахстанской области

| Наименование лиманов | Учетная площадь, га | Затапливаемая площадь, га |
|----------------------|---------------------|---------------------------|
| № 50                 | 898,2               | 741,8                     |
| Улентинская система  | 6 558,9             | 4514,7                    |
| Бесоба               | 1 100,0             | 1051,5                    |
| Мамайская система    | 2 033,3             | 1107,1                    |
| Итого                | 10 590,4            | 7 415,1                   |



Фото 12. Гидроузлы Мамайской системы лиманов

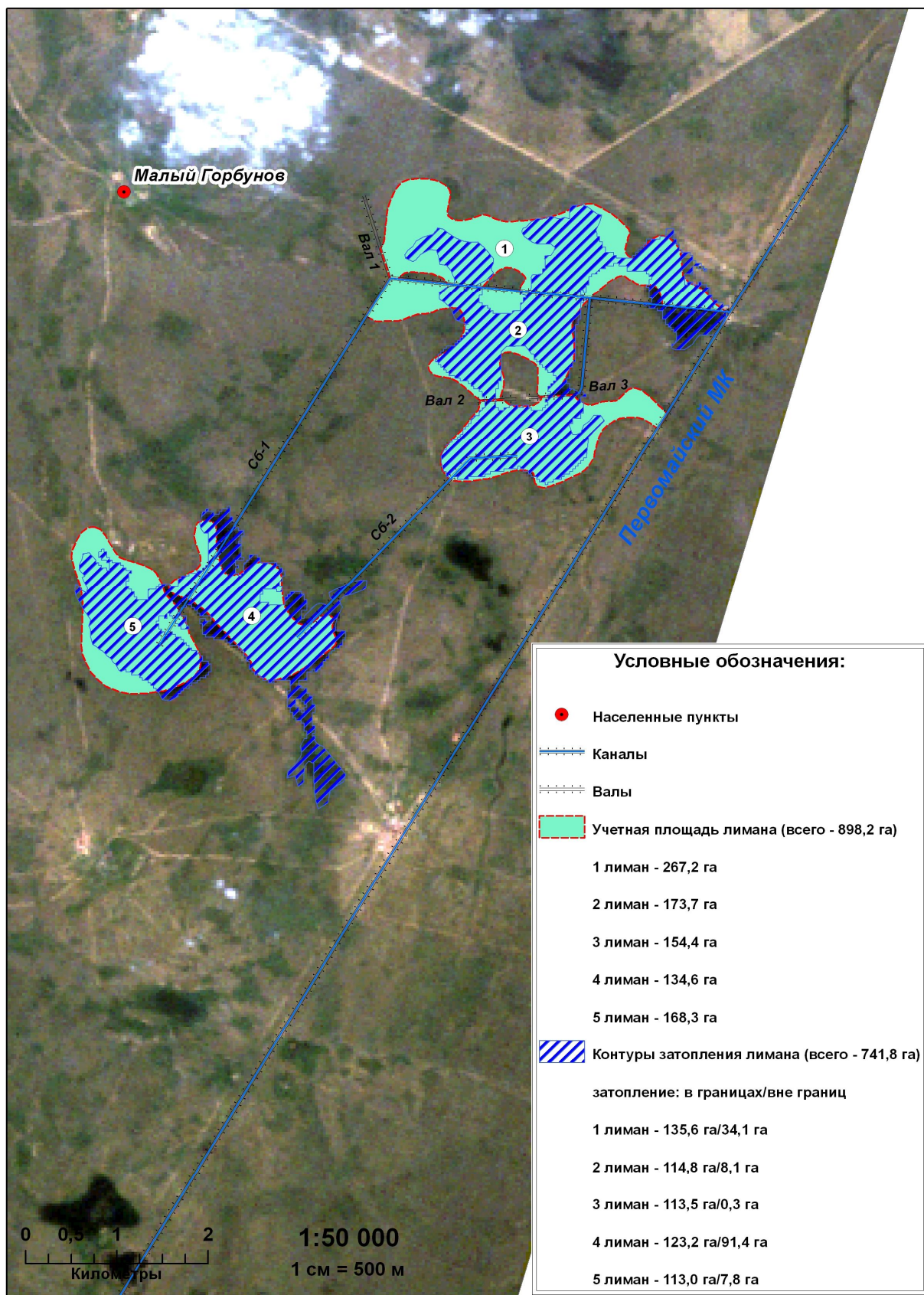


Рисунок 6. Карта затопления лимана № 50



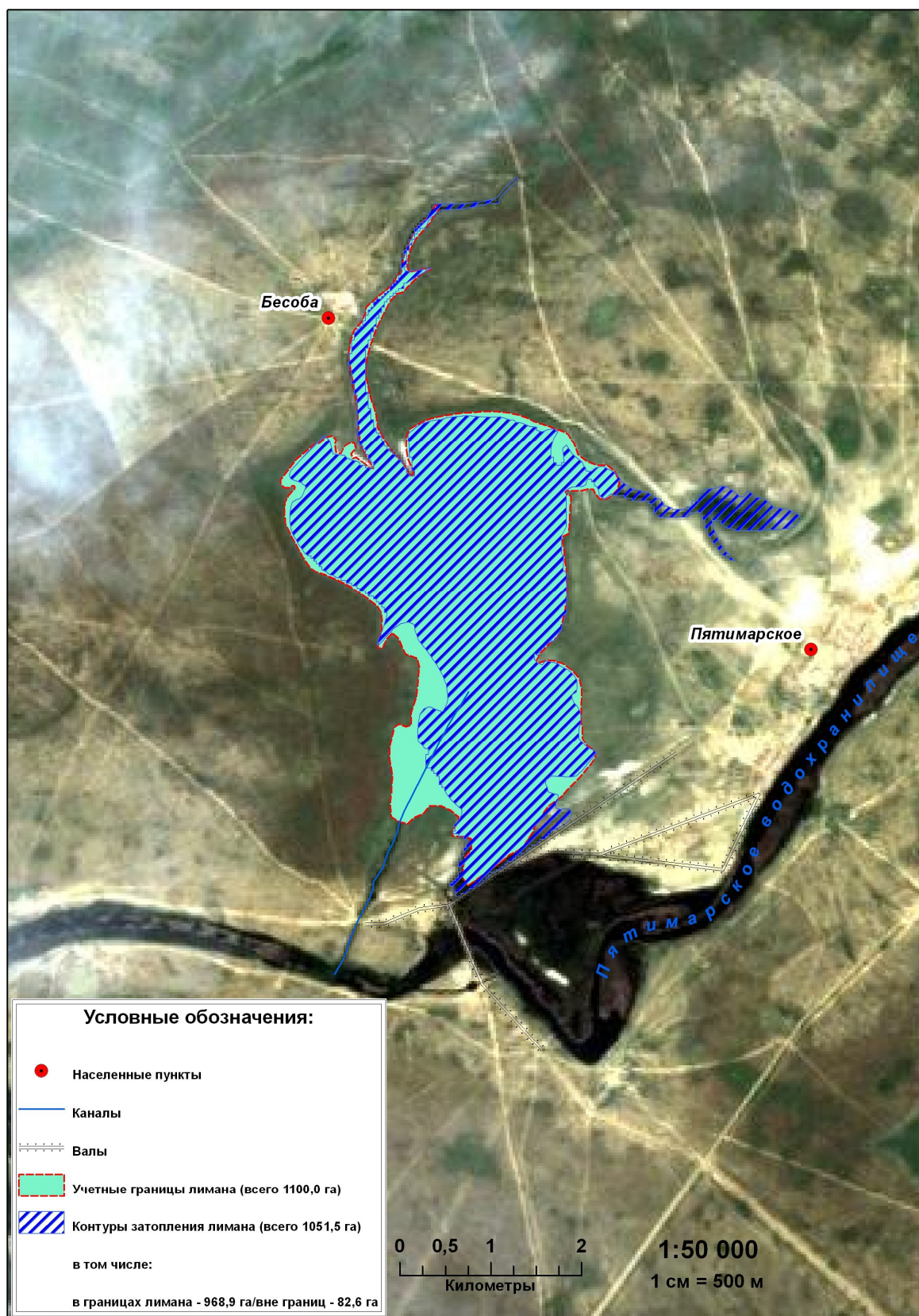


Рисунок 7. Карта затопления лимана Бесоба



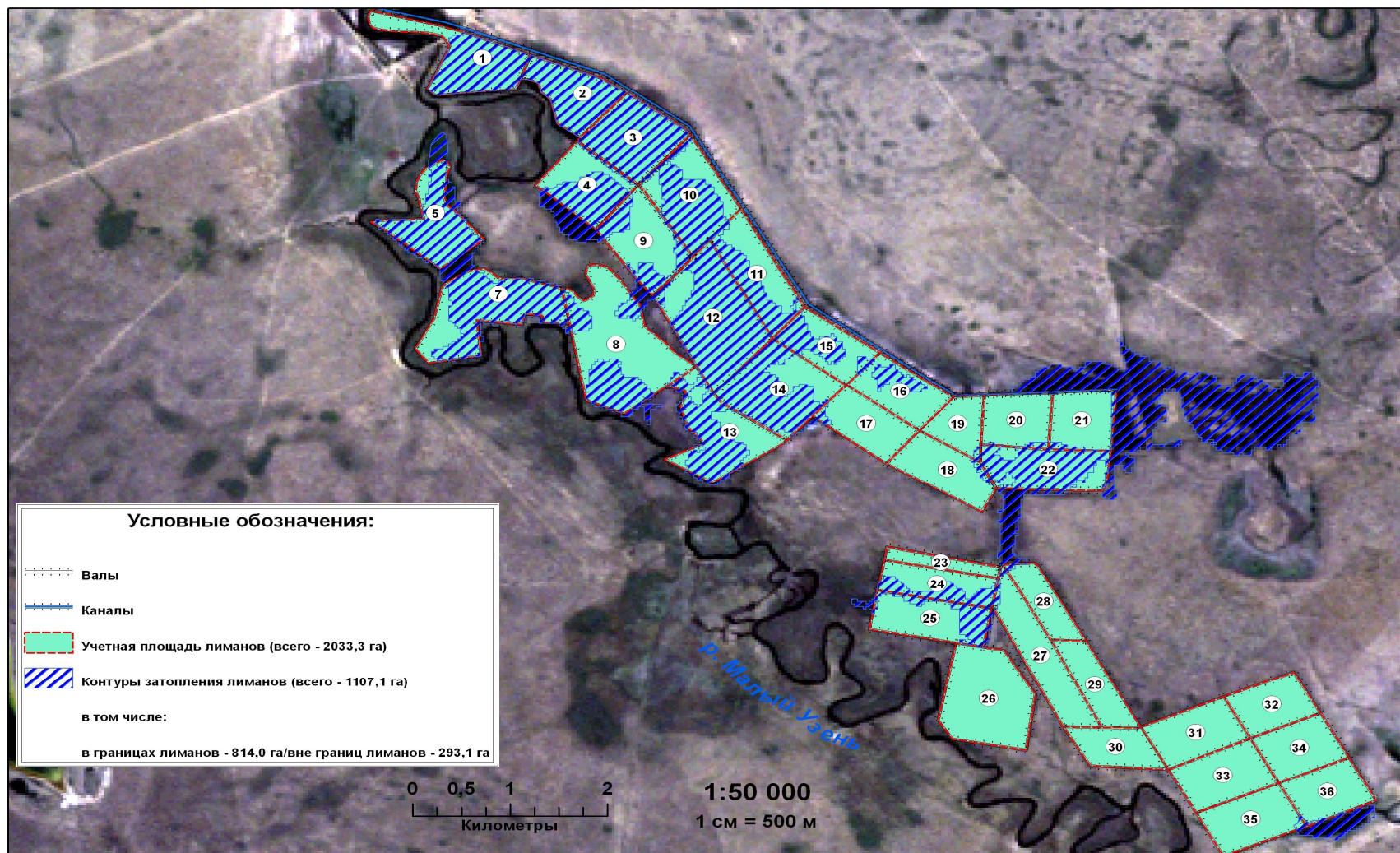


Рисунок 8. Карта затопления лиманов Мамайской системы



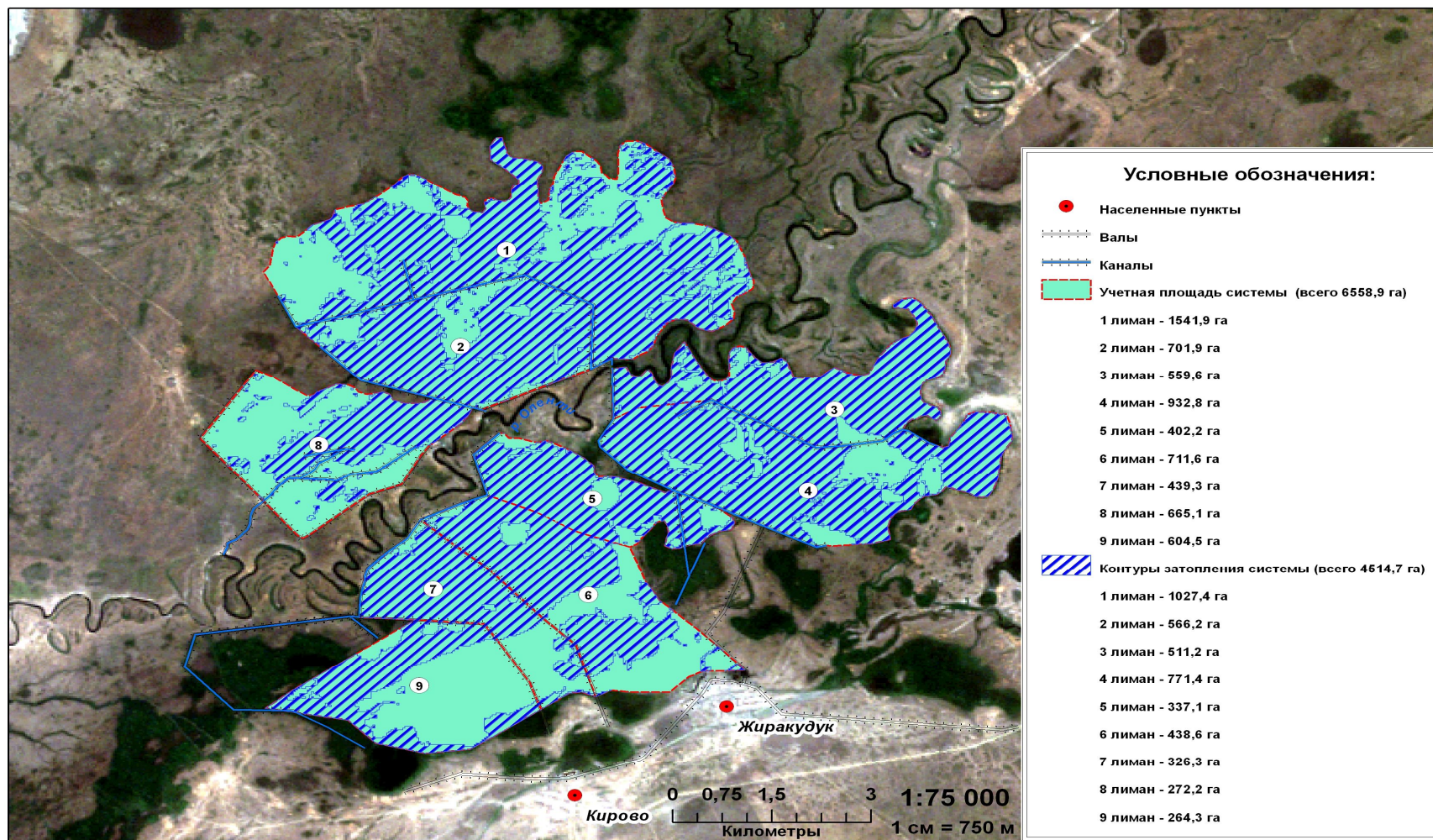


Рисунок 9. Карта затопления лиманов Улентинской системы





Фото 13. Заболоченный участок лимана Бесоба



Фото 14. Растительность заболоченного лимана  
Улентинской системы



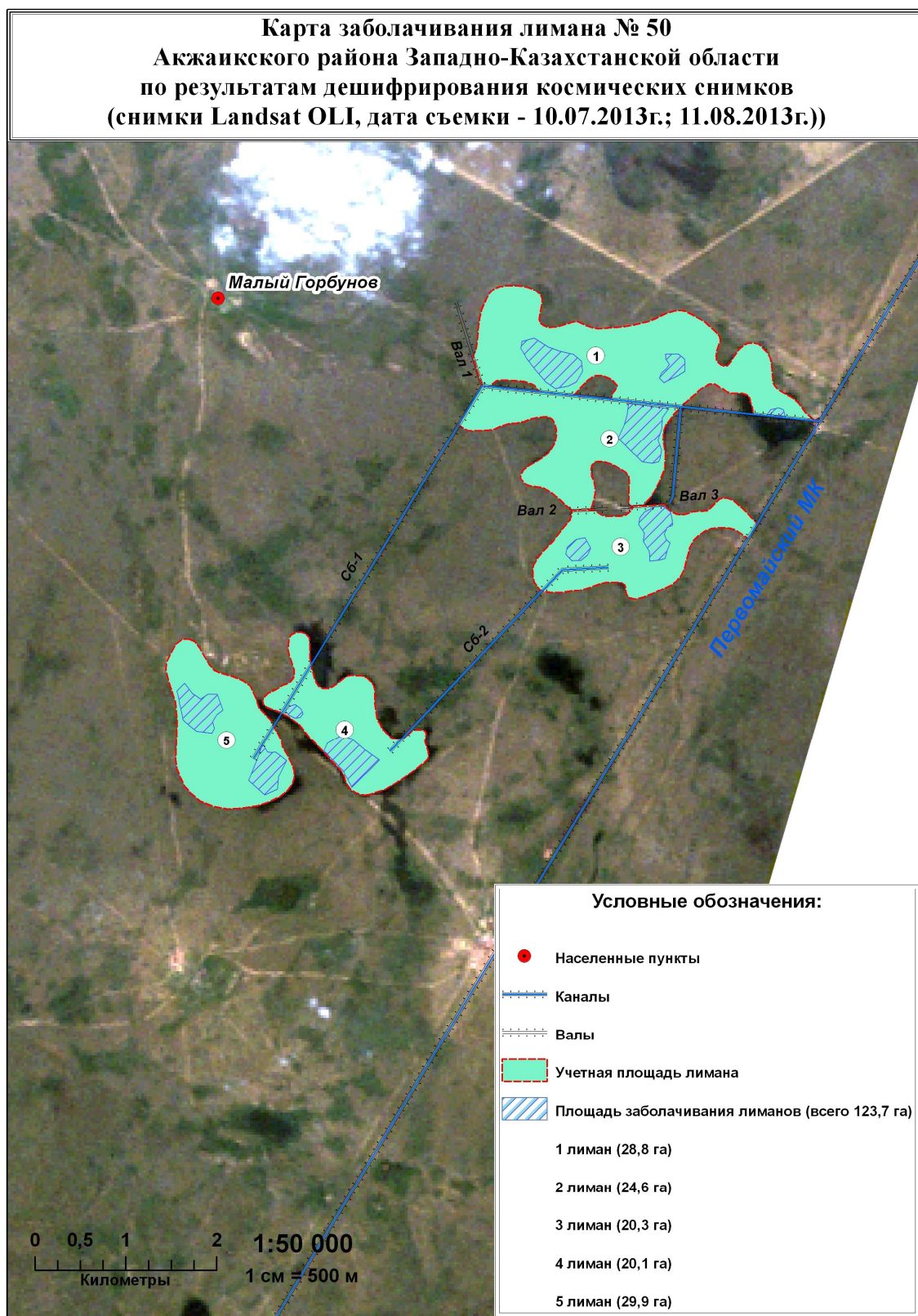


Рисунок 10. Карта заболачивания лимана № 50



Рисунок 11. Карта заболачивания лимана Бесоба



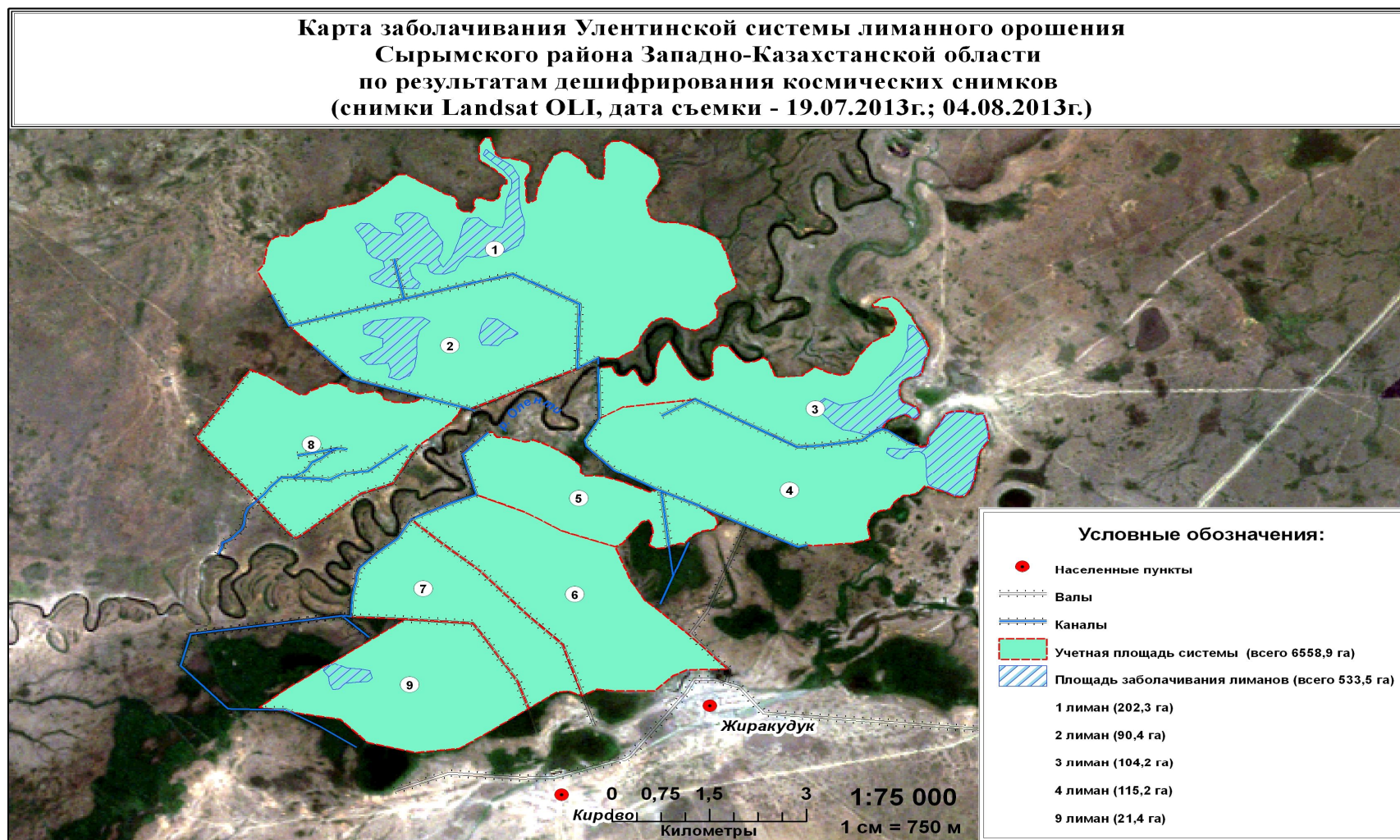


Рисунок 12. Карта заболачивания лиманов Улентинской системы

## **ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ЛИМАННОГО ОРОШЕНИЯ ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОНЫ**

В ходе исследований нами также проводился анализ факторов деградации лиманов.

Основным фактором деградации земель лиманного орошения является все более увеличивающееся антропогенное воздействие, заключающееся в бесхозяйственном, зачастую, бездумном хищническом использовании лиманных ресурсов. Свой вклад вносят причины политического характера: изменение формы хозяйствования, проведение реформ в сельском хозяйстве, изменение законодательства, слабый менеджмент и т.д..

Климатические изменения (аридизация климата, частые засухи), усиленные неправильными методами хозяйственной деятельности, также привели к деградации очень уязвимых к антропогенному воздействию лиманов полупустынной зоны Западного Казахстана.

Деградация земель лиманного орошения возникла из-за нерационального использования лиманов землепользователями, а также изменениями в крупном масштабе, часто вне зоны влияния прямых землепользователей. Усилилось потребительское отношение к земле, в погоне за высокими доходами, отбрасывались, как устаревшие, проверенные технологии их использования.

Основные проблемы деградации земель также связаны с засолением, вызванным высоким содержанием растворимых солей в почвенных слоях.

Причина кризисной ситуации – плохое управление водными ресурсами. После реструктуризации крупных сельскохозяйственных (государственных) формирований на массивах орошения, поделенных между множеством крестьянских (фермерских) и других небольших хозяйств в 90-е годы 20 века, многие внутрихозяйственные оросительные системы остались без организованного содержания и ухода. Это является одной из причин дальнейшего ухудшения мелиоративного состояния земель лиманного орошения и

изменения структуры угодий. Воздействие, которое оказывает деградация земель лиманов на сельское население, увеличивает их уязвимость и вынуждает продолжать интенсивное использование уже нарушенных земельных ресурсов с целью получения краткосрочной выгоды.

Основные причины возникновения сдерживающих факторов и барьеров устойчивого управления земельными ресурсами кроются в сфере национальной политики, законодательных и институциональных рамок, экономических стимулов, знаниях и потенциале прямых землепользователей и ответственных чиновников, а также в отсутствии исследовательских программ по мониторингу и управлению земельными ресурсами.

Сильным тормозом устойчивого использования ресурсов земель лиманного орошения является все еще слабая поддержка сельхозпроизводителей со стороны государства (отсутствие дотаций на горюче-смазочные материалы, слабая материально-техническая база, все более ветшающая сельскохозяйственная техника, отсутствие оборотных средств).

К факторам деградации земель лиманного орошения также относится истощения водных ресурсов больших и малых рек, основными причинами которой являются нарушение гидрологического режима и снижение водности.

В последние годы проблема снижения водности трансграничных с Россией рек Западного-Казахстана стало регулярной и актуальной. Река Урал – третья по протяженности река в Европе. В бассейне находится 70 городов и населенных пунктов с общим количеством населения 4,5 млн. человек. Среднегодовой сток реки подвержен значительным внутригодовым и многолетним колебаниям, доля весеннего стока доходит до 75% от годового, а последний в маловодные годы уменьшается в 3-3,5 раза по сравнению со средними величинами [30].

Аналогичная ситуация складывается в бассейнах малых рек Большой Узень и Малый Узень. В последние годы из-за активного строительства водохранилищ и дамб на территории Российской Федерации отмечается тенденция сокращения объема поступления воды в указанные реки в весенние половодья.



Прекращение поливов вызывает тяжелые экологические последствия. Это связано с затрудненностью реадаптации состава гигромезофильных и мезофильных сообществ к длительно создаваемым ксероморфным условиям. Растения, «приученные» в течение 20-30 лет к бездефицитному водному режиму, в создаваемых условиях постоянного стресса по фактору «вода» теряют жизнеспособность и элиминируются. Освободившаяся ниша может быть заселена ксерофитными видами из семейства мятликовых (житняки, типчак, кострец) в течение 8 и более лет только при определенном соответствии экотипа, то есть в этом случае создается угроза частичного опустынивания площади бывшего лимана. В связи с этим, большие нарушения водного режима за длительный период эксплуатации лиманов привели к значительному ухудшению эколого-мелиоративного состояния лиманов.

Внесение минеральных удобрений прекращено повсеместно и полностью, в результате чего урожайность трав резко снизилась.



Фото 15. Заболоченный участок лимана № 50

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного агроэкологического мониторинга выявлено деградационные процессы почвенного покрова лиманов 4-х районов полупустынной зоны Западно-Казахстанской области.

На территории лимана № 50 Акжайыкского района почвы ярусов № 1, № 4 и № 5 согласно критериев оценки, имеют 3 сильную степень деградации (разрезы 1, 7, 8, 9 и 10). В разрезе № 2 яруса 1 почва лимана имеет умеренную или вторую степень деградации. Почвы разрезов № 3 (ярус 2) и № 6 (ярус 3) имеют 1 слабую степень деградацию. Агрохимические и агрофизические показатели почвы разрезов 4 (ярус 2) и 5 (ярус 3) по сравнению с контролем изменены незначительно, и почва указанных участков не деградированы, имеют 0 степень деградации.

На территории лимана Бесоба почвенный покров разрезов № 2, № 4 и № 5 не деградированы. Почвы в разрезах № 1, № 3 и № 10 имеют первую или слабую степень деградации. Почвы разрезов № 6 и № 9 согласно критериям оценки имеют 2 или слабую степень деградации. На территории лимана Бесоба сильная или 3 степень деградации установлена на разрезе № 8. Данные анализа водной вытяжки показывают, что в разрезе № 8 содержание водно-растворимых солей составило 0,312 %, что указывает на засоленность данного участка.

По данным мониторинга и химического анализа почвенного покрова на территории Мамайской системы лиманов установлены разрезы со слабой 1 степенью деградации почвенного покрова. В указанную группу относятся лиманы 4, 5, 7, 12 и 14. Разрез № 3, который установлен на лимане № 3, разрез № 8 (лиман 10) и разрез № 12 лимана № 22 согласно критериев имеют 2 степень деградации. Почвенный покров разрезы № 7 (лиман № 8), № 11 (лиман № 16), № 13 (лиман № 26), № 14 (лиман № 31) и разрез № 15 лимана № 36 имеют 3 сильную степень деградации. Почвенный покров разрезов № 1 (лиман № 1) и № 2 (лиман № 2) не деградирован.

По данным мониторинга на территории Улентинской системы почвенный покров лиманов в разрезах № 2, 3, 7, 8, 11,

12, 15, 19 не деградированы. В разрезах 6, 9, 13 и 17 почва лиманов деградированы в слабой 1 степени. 2 степень деградации почвенного покрова нами установлены на лиманах 1 (разрез 4), 4 (разрез 10). Наиболее деградированы (3 степень) почвенный покров лиманов 1 (разрез 1), 2 (разрез 5), 6 (разрез 14) 7 (разрез 16), № 8 (разрез 18) и лимана 9 (разрез 20). Данные анализа водной вытяжки показывают, что в разрезах № 1, № 5, № 14, № 16, № 18 и № 20 содержание водно-растворимых солей составило 0,250-0,327 %, что указывает на засоленность участков,

Результаты исследований показывают, что грунтовые воды под луговыми, каштановыми и светло-каштановыми почвами залегают на небольших глубинах, в пределах 1,1-3,5 м. Вследствие непостоянного режима затопления лиманов минерализация грунтовых вод подвержены значительным колебаниям. В наших исследованиях минерализация грунтовых вод лиманов в зависимости от типа почвы варьирует от 2,0 до 5,8 г/л. Показатели глубины залегания и минерализации грунтовых вод зависели от эколого-мелиоративного состояния лиманов. На заболоченных участках лиманов глубина залегания грунтовых вод при их минерализации 2 г/л составила 1,0-1,2 м. Глубина залегания грунтовых вод на уровне 2,5-3,5 м при их минерализации 4,8-5,8 г/л указывает засоление почвогрунта лиманов. В участках с нормальным затоплением глубина залегания грунтовых вод составила 1,5-2,5 м, при минерализации 2,1-3,5 г/л.

В ходе исследований был определен видовой состав флоры и изучено состояние растительного покрова земель лиманного орошения. Полевые исследования проводились общепринятыми геоботаническими методами.

В целом в флористическом составе исследованных лиманов Западно-Казахстанской области были определены 50 вида.

Установлены отличия в ботаническом составе травостоев земель лиманного орошения. На систематически затопляемых участках лиманного орошения с каштановыми и луговыми почвами формировались стабильные пырейно-бекманиевые травостои.

Отсутствие затопления лиманов приводит к изменению условий роста и развития луговой растительности, а значит к снижению продуктивности фитоценоза, видового состава травостоя, появлению в большом количестве сорных и малоценных в кормовом отношении трав, и их количественного соотношения в составе травостоя.

В наших исследованиях в зависимости от степени деградации растительного покрова урожайность естественного травостоя в лугово-каштановых почвах (лиман № 50) составила от 1,42 до 27,51 ц/га, в каштановых (лиманы Улентинской системы) от 1,71 до 33,92 ц/га и светло-каштановых почвах (лиман Бесоба) от 1,28 до 22,35 ц/га и (лиманы Мамайской системы) от 1,12 до 12,42 ц/га.

Данные геоботанических исследований показывает, что в изученных лиманах в зависимости от степени деградации проективное покрытие ценной растительности составляли от 7,8 (Мамайские системы) до 8,5 % (Улентинские системы), высота травостоя от 16,50 до 65,63 см.

Материалы исследований свидетельствуют о низкой продуктивности естественного травостоя лиманов на светло-каштановых почвах. Одним из факторов низкой продуктивности естественного травостоя является деградация растительного и почвенного покрова, связанная с отсутствием затопления большинства лиманов и засоленности почв.

На основании проведенных исследований и мониторинга установлены основные факторы деградации земель лиманного орошения:

- 1). Засоление, вызванное высоким содержанием растворимых солей в почвенных слоях;

- 2). Плохое управление водными ресурсами, снижение уровня затопления в результате нехватки поливной воды;

- 3). Все еще слабая поддержка сельхозпроизводителей со стороны государства (отсутствие дотаций на горюче-смазочные материалы, слабая материально-техническая база, все более ветшающая сельскохозяйственная техника, отсутствие оборотных средств);

- 4). Плохие знания и низкая уровень культуры управления

и использования ресурсов земель лиманного орошения;

5). Отсутствия организационных и агротехнических мер по улучшению земель лиманного орошения, в т.ч. снижение внесенных минеральных удобрений.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шумаков, Б.А. Лиманное орошение / Б.А. Шумаков, Б.Б. Шумаков. - М.: 2003. - 87 с.
2. Дмитриев, В.С. Лиманное орошение - мощный резерв повышения продуктивности кормовых угодий / В.С.Дмитриев // Лиманное орошение. - М.: Колос.- 2004. - С. 46-182.
3. Кружилин, А.С. Лиманное орошение - состояние, проблемы и решение / А.С.Кружилин // Сб.науч.трудов. Волгоград, 2000. - С. 3-13.
4. Шумаков, Б.Б. Гидромелиоративные основы лиманного орошения / Б.Б Шумаков. - Л. :Гидрометеиздат, 2009. - 214с.
5. Шумаков, Б.Б. Научные проблемы комплексной мелиорации земель и вод / Б.Б.Шумаков // Мелиорация и водное хозяйство. - 2011. - № 3.- С. 12-16.
6. Шумаков, Б.Б. К вопросу о дальнейшем развитии лиманного орошения в Поволжье / Б.Б.Шумаков // Использование местного стока для орошения на Северном Кавказе. - Новочеркасск, 2005. - Т. XIII. - вып. 3. - С. 21-26.
7. Шумаков, Б.А. Лиманное орошение и его значение в засушливом степном хозяйстве / Б.А.Шумаков // Сб. научн. работ; Государственный институт сельскохозяйственной мелиорации. - М., 2005. - С.1-64.
8. Бочаров, П.И. Сельскохозяйственное освоение лиманов / П.И. Бочаров, Н.Г. Воронин. - Саратов: Приволж. кн. изд - во, 2004. - 86 с.
9. Иванов, В.В. Эффективность лиманного орошения в засушливых районах / В.В. Иванов. - Саратов.: Сар. СХИ, 2008. - 55с.
10. Алаторцев, Е.К. Комплексное использование местного стока / Е.К. Алаторцев. - М. : Колос, 2011. -198с.
11. Костин, И.С. Орошение в Поволжье / И.С. Костин, Б.А. Шумакова. - М.: Колос, 2001. - 223с.
12. Рыскина, Л.М. Развитие орошения в Саратовской области / Л.М.Рыскина // Изд-во Сар. Университета. – 2009 .- С. 6-14.

13. Островная, Н.Н. Водные ресурсы районов лиманного орошения/ Н.Н. Островная // Лиманное орошение. М.: Колос, 2000. - С.22.
14. Sultangazin, U. Northern Kazakhstan agriculture monitoring by Terra/MODIS / U. Sultangazin, // Proceedings of 31 ISRSE, Saint-Petersburg, 2005.
15. Кузник, И.А. Выбор расчетной обеспеченности лиманного орошения / И.А. Кузник // Сб. науч. работ ВолжНИИГиМ, Саратов, 2003. - Т.2, - С.147-156.
16. Мосиенко, Н.А. Агрогидрологические основы орошения / Н.А. Мосиенко. – Л.: Гидрометеиздат, 2004. - 216 с.
17. Шумаков, Б.Б. Состояние и перспективы развития лиманного орошения / Б.Б. Шумаков // Лиманное орошение. - М.: Колос, 2004. - С.3-8.
18. Туктаров, Б.И. Интенсификация производства кормов на лиманах Саратовской области: Рекомендации / Б.И.Туктаров., Н.А. Мосиенко. - Саратов, 2012. - 41 с.
19. Крамаренко, Л.М. Приемы улучшения эколого-мелиоративного состояния почв и повышения производства кормов на крупных системах лиманного орошения в Саратовском Заволжье: автореферат дис. канд. с.-х. наук. / Крамаренко Л.М. Саратов, 2009. - 24 с.
20. Подмарев, С.А. Ресурсосберегающий режим затопления и продуктивность кормовых культур при лиманном орошении в полупустынной зоне Саратовского Заволжья: автореф. дис. канд. с.-х. наук./ Подмарев С.А. Саратов, 2013. - 29 с.
21. Savin I. Relative time NDVI mosaics as an indicator of crop growth / I. Savin // Proc. SPIE Int. Soc. Opt. Eng., 2003. - Vol. 4879. - P. 100-107.
22. Shi Z. Modeling of Cotton Yields in the Amu Darya River Floodplains of Uzbekistan Integrating Multitemporal Remote Sensing and Minimum Field Data / Z. Shi // Agronomy Journal, Vol. 99, 2013. P. 1317-1326.
23. Шумаков, Б.Б. Теоретическое обоснование элементов техники лиманного орошения / Б.Б. Шумаков // Лиманное орошение. - М.: Колос, 1970. - С. 81-120.

24. Туктаров, Б.И. Лиманное орошение в Заволжье / Б.И. Туктаров. - Саратов: Изд-во СГАУ, 1998. - 316 с.
25. Сабилов, М.С. Лиманное орошение / М.С. Сабилов. - Алма-Ата: Кайнар, 1966. - 172 с.
26. Кригер, Р.Э. Лиманное орошение в Заволжье / Р.Э. Кригер. - М. - Л.: изд-во РАН, 1994. - 80 с.
27. Петров, Е.Г. Лиманное орошение и влагонакопление / Е.Г. Петров, В.А. Соловьев, А. А. Черных. - М.: Сельхозгиз, 2006. - 142 с.
28. Ларионов, А.Г. Сельскохозяйственное освоение лиманов / А.Г. Ларионов. - Волгоград, Волгогр. кн. изд-во, 2007. - 63 с.
29. Бочаров, П.И. Сельскохозяйственное освоение лиманов / П.И. Бочаров, Н.Г. Воронин. - Саратов: Приволж. кн. изд-во. - 2004. - 86 с.
30. Горюнов, Н.С. Режим затопления искусственных лиманов в Казахстане / Н.С. Горюнов, М.С. Сабилов, Ф.Н. Ким / /Сб. научных работ КазНИИВХ. - Джамбул. - 2010. - С.21-26.
31. Воронин, Н.Г. Повышение продуктивности лиманов Поволжья / Н.Г. Воронин, Б.И. Туктаров. - Саратов, Изд-во СГУ. - 1990. - 128 с.
32. Туктаров, Б.И. Использование лиманного орошения для производства кормов в Саратовской области / Б.И. Туктаров, С.Н. Косолапов, В.В. Мироненко // Использование земель лиманного орошения в современных условиях. - Волгоград: ВНИИОЗ. - 2000. - С. 91-96.
33. Янюк, В. М. Обоснование допустимого уровня ирригационной нагрузки на системах лиманного орошения / В. М. Янюк, А. Н. Галибин, В. В. Майоров // Использование земель лиманного орошения в современных условиях. - Волгоград: ВНИОЗ, 2000. - С. 79-85.
34. Тарасенко, П.В. Эффективность сроков затопления лиманов при выращивании кормовых культур в Заволжье / П.В. Тарасенко, С. А. Подмарев // Проблемы землеустройства и мелиорации земель в Саратовской области: Сб. научных работ СГАУ. - Саратов: СГАУ, 2002. - С. 233-235.
35. Подмарев, С.А. Ресурсосберегающий режим затопления и продуктивность кормовых культур при лиманном орошении в

полупустынной зоне Саратовского Заволжья: автореф. дисс. канд. с.-х. наук / С.А. Подмарев. - Саратов: СГАУ. - 2003. - 24 с.

36. Шумаков, Б.Б. Состояние и перспективы развития лиманного орошения в СССР / Б.Б. Шумаков // Лиманное орошение. - М.: Колос, 2004. - С. 38.

37. Насиев, Б.Н. Современное состояние почв лиманов полупустынной зоны / Б.Н. Насиев // Почвоведение и агрохимия. - 2012. - № 2. - С. 5-8.

38. Щербаков, М.Ф. Ускоренное залужение природных кормовых угодий / М.Ф. Щербаков. - М.: Агропромиздат, 2006. - 175 с.

39. Щербаков, А.П. Основные положения экологического земледелия / А.П. Щербаков, В.М. Володин // Вестник сельскохозяйственной науки. - 2011. - № 1. - С. 42-49.

40. Advances in Land Remote Sensing System, Modeling, Inversion and Application / Shunlin Liang - Springer Science+Business Media B. V., 2008. - 497 p.

41. Baez-Gonzalez Á.D. Using Satellite and Field Data with Crop Growth Modeling to Monitor and Estimate Corn Yield in Mexico / Á.D. Baez-Gonzalez // CROP SCIENCE, Vol. 42, 2012, P. 1943-1949.

42. Маевский, В.В. Современное состояние флоры лиманов Саратовского Заволжья / В. В. Маевский // Использование земель лиманного орошения в современных условиях. - Волгоград: ВНИИОЗ, 2000. - С.67-71.

43. Клапп, Э. Сенокосы и пастбища: Пер. с нем. Н. С. Архангельского / Э. Клапп. - М.:, 2011. - 613 с.

44. Мамин, В.Ф. Использование лиманных лугов / В. Ф. Мамин, Л. Ф. Савельева. - М.: Россельхозиздат, 2008. - 69 с.

45. Плешаков, А.А. Выращивание трав при лиманном орошении: рекомендации НТС МСХ СССР. - М.: ВНИИТЭИСХ, 2008. - 41 с.

46. Плешаков, А.А. Выращивание многолетних трав при лиманном орошении на Южном Урале и в Северо-Западном Казахстане / А.А. Плешаков // Лиманное орошение. - М.: Колос, 2004. - С. 127-136.

47. Кружилин, И.П. Лиманное орошение - состояние, проблемы и решения / И.П. Кружилин // Использование земель лиманного орошения в современных условиях. - Волгоград. - 2000. - С. 3-13.

48. Галибин, А.Н. Оценка мелиоративного состояния земель лиманного орошения / А.Н. Галибин, В. М. Янчук, Л.Г. Романова, // Использование земель лиманного орошения в современных условиях. - Волгоград: ВНИИОЗ. - 2000. - С. 85-90.

49. Яковенко, Н. И. Пути улучшения лиманов / Н. И. Яковенко. - Элиста: Калм. кн. изд-во, 2012. - 80 с.

50. Янчук, В.М. Гидрогеолого-мелиоративные аспекты деградации и восстановления земель Малоузенской системы лиманного орошения / В.М. Янчук, С.А. Подмарев. // Проблемы землеустройства и мелиорации земель в Саратовской области: Сб. научных работ СГАУ. - Саратов: Изд-во СГАУ, 2002. - С. 218-226.

51. Мамин, В.Ф. Мелиорация природных луговых лиманов Прикаспийской низменности / В.Ф. Мамин. - М.: Россельхозиздат, 2005. - 26 с.

52. Мац, А.Ф. Моделирование затоплений секций лиманов на ЭВМ / А.Ф. Мац // Лиманное орошение. - М.: Колос, 2004. - С. 92-95.

53. Маслов, Б.С. К вопросу о развитии лиманного орошения в России / Б.С. Маслов // Использование земель лиманного орошения в современных условиях. - Волгоград. - 2000. - С. 21-27.

54. Remote sensing of soil salinization: impact on land management / Graciela Metternicht, J. Alfred Zinck - Taylor & Francis Group, LLC, 2009. - 375 p.

55. Келлер, Б.А. Опреснение на северной окраине Каспийской низменности и южная граница орошения / Б.А. Келлер // Труды СГАУ им. Вавилова. Вып. 1. - 2013. - С. 13-23.

56. Ковда, В.А. Почвы Прикаспийской низменности в Северо-западной части / В.А. Ковда. - М. - Л.: Изд-во РАН, 1990. - 195 с.



57. Бирюкова, А.П. Влияние орошения на водный и солевой режим почв Южного Заволжья / А.П. Бирюкова. - М. - 2012. - 265 с.
58. Кистанов, Н.С. Процессы засоления - рассоления и осолонцевания почв при лиманном орошении / Н.С. Кистанов // Труды ВолжНИИГиМ. т.3. - Саратов. - 2010. - 290 с.
59. Ларионов, А.Г. Основы земледелия при лиманном орошении в Поволжье: автореф. дисс. д-ра. с.-х. наук / А.Г. Ларионов. - Краснодар. - 2011. - 44 с.
60. Полынов, Б.Б. Процессы засоления и рассоления и солевой профиль почв / Б.Б. Полынов // Труды СГАУ им. Вавилова. Вып. 1. 2012. - С. 107-131.
61. Айдаров, И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель / И.П. Айдаров. - М.: Агропромиздат. - 2005. - 304 с.
62. Бегучев, П.П. Сенокосы и пастбища Нижнего Поволжья / П.П. Бегучев. Элиста: Калм. кн. изд-во - 2008. - 95 с.
63. Андреев, Н.Г. Кострец безостый / Н.Г. Андреев, В. А. Савицкая. - М.: Агропромиздат. - 2008. - 184 с.
64. Андреев, Н.Г. Луговое и полевое кормопроизводство / Н.Г. Андреев. - М.: Агропромиздат. - 2009. - 540 с.
65. Воронин, Н.Г. Поверхностное улучшение травостоя лиманов Александрово-Гайской системы / Н.Г. Воронин, С.С. Ермилов // Эффективное использование орошаемых земель в Поволжье: Сборник научных работ Саратовского СХИ. - Саратов: СХИ. - 2012. - С. 59-67.
66. Сафронов, И.Г. Приемы повышения семенной и вегетативной продуктивности лиманных злаковых травостоев / И.Г. Сафронов // Полевое и луговое кормопроизводство на мелиорированных землях. - Волгоград: ВНИИОЗ, 2007. - С. 130-136.
67. Ермилов, С.С. Мелиоративные приемы повышения продуктивности естественных лиманов в полупустынной зоне Саратовского Заволжья: автореф. дисс. канд. с.-х. наук / С.С. Ермилов. - Саратов. - 2009. - 24 с.

68. Туктаров, Б.И. Мелиорация естественных лиманов Заволжья / Б.И. Туктаров, С.С. Ермилов. - Саратов: Изд-во СГАУ, 2002. - 123 с.

69. Томенко, В.С. Эффективность удобрений на лиманах / В.С. Томенко // Вестник с.-х. науки Казахстана. - 2004. - №10. - С. 54-55.

70. Щербаков, М.Ф. Ускоренное залужение природных кормовых угодий / М.Ф. Щербаков. - М.: Агропромиздат, 1986. - 175 с.

71. Мамин, В.Ф. К теории удобрения луговых лиманов как приема повышения плодородия почв / В.Ф. Мамин // Повышение плодородия орошаемых почв при интенсивном использовании: Сб. научных работ ВНИИОЗ. - Волгоград. - 2009. - С. 129-132.

72. Мамин, В.Ф. Лиманы - кладовые кормов / Нижне-Волжское кн. изд-во, 1986.- 144 с.

73. Мосиенко, Н.А. Агрогидрологические основы орошения / Н.А. Мосиенко. - Л.: Гидрометеиздат, 2004. - 210 с.

74. Муратова, Н.Р. Опыт оценки весенних запасов почвенной влаги на основе спутниковой информации и наземных обследований / Н.Р. Муратова, А.Г. Терехов // Сб. науч. стат. Всероссийской конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». - М.: Полиграф сервис. - 2004.- С. 191-196.

75. Нагорный, В.А. Природно-мелиоративные условия и эффективность лиманного орошения в Заволжье / В.А. Нагорный, В. В. Гордиенко // Лиманное орошение в Заволжье. - Саратов: Изд-во СГАУ, 1998. — С. 5-34.

76. Парфенова, Н.И. Принципы экологического обоснования мелиорации земель / Н.И. Парфенова // Мелиорация и водное хозяйство. - 2009. - № 5. - С. 26-31.

77. Ерхов, Н.С. Мелиорация земель: учебник, изд. 2-е / Н.С. Ерхов, Н.И. Ильин. - М.: Агропромиздат, 2011. - 319 с.

78. Заблоцкий, В. Р. Оценка гумусности пахотного слоя почвы на основе космических сканерных изображений: экспериментальный подход / В. Р. Заблоцкий // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. - 2007. - №9. - С.68-83.

79. Израэль, И.А. Экология и контроль состояния природной среды / И.А. Израэль. - Л.: Гидрометеиздат, 2009. - 375 с.

80. Каштанов, А.Н. Научные проблемы современного земледелия / А.Н. Каштанов / Вестник РАСХН. - 1996. - № 2. - С. 21-24.

81. Туктаров, Б.И. Кормовые культуры на лиманах / Б.И. Туктаров // Материалы третьей научн. конференции молодых ученых и специалистов сельского хоз-ва. Часть II.-Саратов, 2005.- С.137-139.

82. Туктаров, Б.И. Системы севооборотов на землях лиманного орошения/ Б.И. Туктаров // В сб. науч. трудов: Использование земель лиманного орошения в современных условиях. - Волгоград. 2000. - С. 59-64.

83. Усов, Н.И. Минерализация почв Каспийской низменности / Н.И. Усов. - Саратов. - 2000. - 439 с.

84. Харченко, С. И. Гидрология орошаемых земель / С. И. Харченко. - Л.: Гидрометеиздат. - 2005. - 372 с.

85. Чандра, А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А. М. Чандра, С. К. Гош. - М.: Техносфера. - 2008. - 254 с.

86. Шатохин, А. В. Сопряженное изучение черноземов Донбасса наземными и дистанционными методами / А. В. Шатохин, М. А. Лындин // Почвоведение. - 2001.-№ 9. - С. 1037-1044.

87. Мамин, В.Ф. 30 лет лиманному стационару ВНИИОЗ / В.Ф. Мамин // В сб. науч. трудов: Использование земель лиманного орошения в современных условиях. - Волгоград. 2000. - С. 65-66.

88. Ярославский, В.А. Предложения по улучшению использования земель лиманного орошения в Саратовской области / В.А. Ярославский // В сб. науч. трудов: Использование земель лиманного орошения в современных условиях.- Волгоград. 2000.-С. 148-149.

89. Насиев, Б.Н. Агроэкологический мониторинг, изучение процессов и факторов деградации земель лиманного орошения

полупустынной зоны. / Б.Н. Насиев // Плодородие. - № 2. - 2011. - С. 3-6.

90. Лейсле, Ф.Ф. Лиманы / Ф.Ф. Лейсле // Растительность Каспийской низменности между реками Волгой и Уралом.: Тр. Совета по изучению производительных сил (СОПС). М.-Л., 2006. -Т.1, вып.3. - С.10-14.

91. Левина, Ф.Я. Растительность лиманов Севера Волго-Уральского Междуречья / Ф.Я.Левина. В кн. Природа и кормовые особенности растительности лиманов Волго-Уральского междуречья. М. Колос. - 2006. - С. 99-257.

92. Гельдыев, Б. В. Определение степени засоления почв с использованием данных дистанционного зондирования / Б. В. Гельдыев, А. Ю. Ротанов. - Терра. - 2008, №3. - С. 51-56.

93. Герасимов, И. 77. Научные основы современного мониторинга окружающей среды / И. П. Герасимов. - Изв. РАН. Сер. геогр. - 1995. № 3. - С. 13-25.

94. Глотова, Т.В. К вопросу о почвенных процессах на лиманах Заволжья / Т.В. Глотова //Сб. научных работ ВолжНИИГиМ. - Саратов. - 2010. т.1. - С.294-311.

95. Маевский, В.В. Современное состояние флоры лиманов Саратовского Заволжья / В.В. Маевский. В сб. науч. трудов: Использование земель лиманного орошения в современных условиях. - Волгоград. 2000. - С. 67-70.

96. Алтунин, Д.А. Удобрение сенокосов и пастбищ в Нечерноземной зоне / Д.А. Алтунин. - М.: Россельхозиздат. - 1983. -144 с.

97. Андроников, В.Л. Аэрокосмические методы изучения почв / В. Л. Андроников. - М.: Колос. - 2009. - 280 с.

98. Булаткин, Г.А. Эколого-энергетические аспекты продуктивности агро- ценозов / Г.А. Булаткин. - Пушкино. - 2006. - 210 с.

99. Варламов, А.А. Мониторинг земель / А.А. Варламов, С. Н. Захарова. - М.:ГУЗ. - 2000. - 158 с.

100. Виноградов, Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем / Б.В. Виноградов. - М.: Наука. - 2004. - 320 с.

101. Nield S.J. Ramsey Digitally Mapping Gypsic and Na- tric Soils Using Landsat and Topographic Data / S.J. Nield // Soil Science Society of America Journal, Vol. 71(1). 2012. - P. 245-252.



## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Приложение 1

Агрохимические и агрофизические показатели почв лимана 50 Акжаикского района

| № разрезов и показатели               | 1                | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                | 7                | 8                | 9                | 10               | Целина           |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Тип почв                              | К                | К                | К                | К                | К                | К                | К                | К                | К                | К                | К                |
| Подтип почв                           | ЛГ <sub>к1</sub> | ЛГ <sub>к1</sub> | ЛГ <sub>к1</sub> | ЛГ <sub>к1</sub> | ЛГ <sub>к1</sub> | ЛГ <sub>к1</sub> | ЛГ <sub>к1</sub> | ЛГ <sub>к1</sub> | ЛГ <sub>к1</sub> | ЛГ <sub>к1</sub> | ЛГ <sub>к1</sub> |
| Цвет                                  | СК               | СК               | СК               | СК               | СК               | СК               | СК               | СК               | СК               | СК               | СК               |
| Мощность А+В1, см                     | 40,3             | 46,3             | 47,6             | 49,4             | 49,2             | 47,4             | 40,9             | 41,6             | 42,7             | 40,9             | 52               |
| Мощность А пах, см                    | 12,1             | 13,5             | 13,9             | 14,2             | 14,1             | 13,8             | 12,2             | 12,7             | 12,7             | 12,3             | 15               |
| Мощность В1, см                       | 28,2             | 34,2             | 28,5             | 34,1             | 35,1             | 28,6             | 28,7             | 28,9             | 30               | 28,6             | 37               |
| Гумус А, %                            | 1,36             | 1,88             | 3,25             | 3,52             | 3,57             | 3,27             | 1,33             | 1,3              | 1,35             | 1,33             | 3,61             |
| Гумус В1, %                           | 1,22             | 1,4              | 1,44             | 1,55             | 1,52             | 1,43             | 1,26             | 1,18             | 1,21             | 1,25             | 1,62             |
| Валовый азот, %                       | 0,14             | 0,13             | 0,14             | 0,14             | 0,14             | 0,13             | 0,13             | 0,13             | 0,14             | 0,14             | 0,15             |
| Валовый фосфор, %                     | 0,18             | 0,17             | 0,15             | 0,18             | 0,18             | 0,16             | 0,16             | 0,15             | 0,16             | 0,14             | 0,21             |
| Гидролизуемый азот, мг/100г           | 2,9              | 3,1              | 2,8              | 2,9              | 3,1              | 2,8              | 2,6              | 2,3              | 2,7              | 2,8              | 3,5              |
| Подвижный фосфор, мг/100г             | 1,17             | 1,333            | 1,374            | 1,371            | 1,374            | 1,372            | 0,851            | 0,85             | 0,86             | 0,87             | 3,0              |
| Подвижный калий, мг/100г              | 45,3             | 43,1             | 44,3             | 49,3             | 45,7             | 47,2             | 43,5             | 40,3             | 44,8             | 45,1             | 60,5             |
| Хлориды в водной вытяжке, %           | 0,075            | 0,068            | 0,035            | 0,041            | 0,013            | 0,045            | 0,071            | 0,053            | 0,067            | 0,053            | 0,044            |
| Сульфаты в водной вытяжке, %          | 0,034            | 0,061            | 0,055            | 0,031            | 0,064            | 0,080            | 0,034            | 0,052            | 0,073            | 0,053            | 0,065            |
| Содержание водно-растворимых солей, % | 0,250            | 0,163            | 0,145            | 0,098            | 0,185            | 0,123            | 0,300            | 0,302            | 0,305            | 0,315            | 0,062            |
| Сумма обменных оснований, мг.экв/100г | 23,16            | 21,19            | 23,82            | 22,56            | 23,39            | 23,45            | 23,25            | 23,37            | 21,17            | 22,9             | 26,37            |
| Обменный кальций, мг.экв/100г         | 14,59            | 13,35            | 15,01            | 14,22            | 14,73            | 14,77            | 14,64            | 14,72            | 13,34            | 14,42            | 16,0             |
| Обменный магний, мг.экв/100г          | 4,84             | 5,33             | 6,94             | 7,46             | 7,72             | 6,77             | 4,09             | 4,16             | 4,42             | 4,26             | 10,18            |
| Обменный натрий, мг.экв/100г          | 3,73             | 2,51             | 1,87             | 0,88             | 0,94             | 1,91             | 4,52             | 4,49             | 3,41             | 4,22             | 0,19             |
| Механический состав                   | лс               | лс               | лс               | лс               | лс               | лс               | лс               | лс               | лс               | лс               | лс               |
| Фракции мех состава <0,001 мм, %      | 12,13            | 11,55            | 11,98            | 12,01            | 10,95            | 11,51            | 11,53            | 11,71            | 11,79            | 11,54            | 11,6             |
| <0,01 мм, %                           | 19,04            | 20,25            | 23,45            | 25,25            | 25,34            | 23,82            | 19,02            | 18,98            | 19,01            | 19,00            | 25,9             |
| Объемный вес, г/см <sup>3</sup>       | 1,22             | 1,22             | 1,21             | 1,2              | 1,2              | 1,21             | 1,22             | 1,22             | 1,22             | 1,22             | 1,2              |
| Структурность, %                      | 31               | 31               | 31               | 32               | 32               | 31               | 31               | 31               | 31               | 31               | 33               |
| Пористость, %                         | 53,08            | 53,08            | 53,46            | 53,85            | 53,85            | 53,46            | 53,08            | 53,08            | 53,08            | 53,08            | 55,62            |

Приложение 2

Агрохимические и агрофизические показатели почв лимана Бесоба Жангалинского района

| № разрезов и показатели               | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | целина |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Тип почв                              | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К      |
| Подтип почв                           | К1    | К1    | К1    | К1    | К1    | К1    | К1    | К1    | К1    | К1    | К1     |
| Цвет                                  | СК    | СК    | СК    | СК    | СК    | СК    | СК    | СК    | СК    | СК    | СК     |
| Мощность А+В, см                      | 40,4  | 42,1  | 40,6  | 42    | 41,9  | 39,5  | 39,7  | 34,2  | 39,2  | 41    | 43     |
| Мощность А пах, см                    | 23,4  | 24,6  | 23,3  | 24,6  | 24,5  | 22,7  | 22,8  | 20    | 22,7  | 23,5  | 25     |
| Мощность В, см                        | 16,8  | 17,2  | 16,7  | 17,1  | 17    | 16    | 17,2  | 16,3  | 17    | 17,2  | 17,5   |
| Гумус А, %                            | 1,33  | 1,45  | 1,32  | 1,45  | 1,46  | 1,28  | 1,27  | 1,08  | 1,26  | 1,33  | 1,5    |
| Гумус В1, %                           | 0,78  | 0,82  | 0,79  | 0,83  | 0,83  | 0,72  | 0,71  | 0,52  | 0,68  | 0,8   | 1      |
| Валовый азот, %                       | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,13  | 0,14  | 0,15   |
| Валовый фосфор, %                     | 0,12  | 0,12  | 0,11  | 0,12  | 0,12  | 0,10  | 0,11  | 0,11  | 0,10  | 0,10  | 0,14   |
| Гидролизуемый азот, мг/100г           | 1,6   | 1,7   | 1,6   | 1,5   | 1,6   | 1,7   | 1,5   | 1,5   | 1,3   | 1,4   | 2,7    |
| Подвижный фосфор, мг/100г             | 1,37  | 1,38  | 1,38  | 1,38  | 1,38  | 1,28  | 1,27  | 1,18  | 1,15  | 1,25  | 2,1    |
| Подвижный калий, мг/100г              | 34,2  | 35,1  | 32,5  | 31,3  | 31,8  | 31,5  | 33,1  | 35,7  | 36,3  | 33,1  | 42,5   |
| Хлориды в водной вытяжке, %           | 0,045 | 0,011 | 0,031 | 0,057 | 0,033 | 0,022 | 0,024 | 0,018 | 0,027 | 0,013 | 0,015  |
| Сульфаты в водной вытяжке, %          | 0,018 | 0,12  | 0,044 | 0,031 | 0,027 | 0,030 | 0,016 | 0,010 | 0,028 | 0,024 | 0,011  |
| Содержание водно-растворимых солей, % | 0,197 | 0,159 | 0,225 | 0,209 | 0,154 | 0,193 | 0,181 | 0,312 | 0,223 | 0,196 | 0,090  |
| Сумма обменных оснований, мг.экв/100г | 19,21 | 19,73 | 19,13 | 19,14 | 19,23 | 18,54 | 18,14 | 18,44 | 19,09 | 20,21 | 23,12  |
| Обменный кальций, мг.экв/100г         | 13,06 | 13,42 | 13,01 | 13,01 | 12,24 | 12,60 | 12,34 | 12,54 | 12,98 | 13,74 | 10,1   |
| Обменный магний, мг.экв/100г          | 4,64  | 5,67  | 4,54  | 5,29  | 6,18  | 3,63  | 3,35  | 2,25  | 3,31  | 4,49  | 12,56  |
| Обменный натрий, мг.экв/100г          | 1,51  | 0,64  | 1,58  | 0,84  | 0,81  | 2,31  | 2,45  | 3,65  | 2,80  | 1,98  | 0,46   |
| Механический состав                   | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс     |
| Фракции мех состава <0,001 мм, %      | 12,1  | 12,5  | 12,2  | 11,7  | 11,5  | 11,9  | 11,7  | 11,9  | 11,3  | 12,0  | 11,2   |
| <0,01 мм, %                           | 21,22 | 21,2  | 21,19 | 21,23 | 21,21 | 18,95 | 18,92 | 17,88 | 18,01 | 18,95 | 21,9   |
| Объемный вес, г/см <sup>3</sup>       | 1,21  | 1,2   | 1,21  | 1,2   | 1,2   | 1,21  | 1,21  | 1,22  | 1,21  | 1,21  | 1,2    |
| Структурность, %                      | 33    | 34    | 34    | 33    | 34    | 33    | 31    | 31    | 33    | 34    | 35     |
| Пористость, %                         | 53,46 | 53,85 | 53,46 | 53,85 | 53,85 | 53,46 | 53,46 | 53,08 | 53,46 | 53,46 | 50,15  |

Приложение 3

Агрохимические и агрофизические показатели почв лиманов Мамайской системы Казталовского района

| № разрезов и показатели               | 1     | 2    | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8    | 9    | 10   | 11    | 12   | 13    | 14    | 15    | 10<br>(целина) |
|---------------------------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|----------------|
| 1                                     | 2     | 3    | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9    | 10   | 11   | 12    | 13   | 14    | 15    | 16    | 17             |
| Тип почв                              | К     | К    | К    | К     | К     | К     | К     | К    | К    | К    | К     | К    | К     | К     | К     | К              |
| Подтип почв                           | К1    | К1   | К1   | К1    | К1    | К1    | К1    | К1   | К1   | К1   | К1    | К1   | К1    | К1    | К1    | К1             |
| Цвет                                  | СК    | СК   | СК   | СК    | СК    | СК    | СК    | СК   | СК   | СК   | СК    | СК   | СК    | СК    | СК    | СК             |
| Мощность А+В1, см                     | 38,7  | 38,9 | 35,5 | 37,7  | 37,7  | 37,3  | 33,6  | 35,5 | 37,1 | 36,7 | 33,3  | 35,1 | 33,5  | 33,71 | 33,18 | 40             |
| Мощность А пах, см                    | 24,5  | 24,6 | 23,4 | 23,9  | 24    | 23,7  | 22,7  | 23,5 | 23,5 | 23,3 | 22,5  | 23,3 | 22,6  | 22,7  | 22,3  | 25             |
| Мощность В1, см                       | 14,2  | 14,3 | 12,1 | 13,8  | 13,7  | 13,6  | 10,9  | 12   | 13,6 | 13,4 | 10,8  | 11,8 | 10,9  | 11,0  | 10,9  | 15             |
| Гумус А, %                            | 1,7   | 1,75 | 1,42 | 1,69  | 1,7   | 1,68  | 1,21  | 1,45 | 1,67 | 1,66 | 1,2   | 1,44 | 1,2   | 1,21  | 1,18  | 1,82           |
| Гумус В1, %                           | 1,44  | 1,45 | 1,26 | 1,39  | 1,39  | 1,38  | 1,1   | 1,25 | 1,38 | 1,35 | 0,99  | 1,23 | 0,98  | 1     | 0,95  | 1,56           |
| Валовый азот, %                       | 0,14  | 0,14 | 0,14 | 0,14  | 0,13  | 0,14  | 0,14  | 0,14 | 0,13 | 0,14 | 0,14  | 0,14 | 0,14  | 0,13  | 0,13  | 0,15           |
| Валовый фосфор, %                     | 0,12  | 0,11 | 0,11 | 0,12  | 0,10  | 0,13  | 0,13  | 0,11 | 0,12 | 0,11 | 0,11  | 0,11 | 0,11  | 0,11  | 0,12  | 0,14           |
| Гидролизуемый азот, мг/100г           | 2,8   | 2,6  | 2,7  | 2,8   | 2,5   | 2,8   | 2,9   | 2,7  | 3,0  | 2,6  | 2,7   | 2,8  | 2,6   | 2,7   | 2,8   | 3,7            |
| Подвижный фосфор, мг/100г             | 1,41  | 1,42 | 1,32 | 1,42  | 1,32  | 1,32  | 1,18  | 1,32 | 1,41 | 1,32 | 1,17  | 1,15 | 0,85  | 0,82  | 0,8   | 2,30           |
| Подвижный калий, мг/100г              | 35,1  | 34,3 | 35,4 | 34,3  | 35,1  | 33,1  | 34,2  | 35,2 | 34,0 | 34,3 | 33,7  | 35,2 | 35,7  | 35,47 | 34,9  | 37,1           |
| Хлориды в водной вытяжке, %           | 0,053 | 0,02 | 0,06 | 0,070 | 0,067 | 0,059 | 0,038 | 0,01 | 0,04 | 0,04 | 0,05  | 0,04 | 0,04  | 0,04  | 0,03  | 0,043          |
| Сульфаты в водной вытяжке, %          | 0,015 | 0,03 | 0,03 | 0,033 | 0,039 | 0,017 | 0,051 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,05  | 0,03 | 0,03  | 0,03  | 0,03  | 0,031          |
| Содержание водно-растворимых солей, % | 0,216 | 0,20 | 0,22 | 0,201 | 0,209 | 0,223 | 0,238 | 0,22 | 0,21 | 0,21 | 0,305 | 0,20 | 0,317 | 0,320 | 0,325 | 0,200          |

Продолжение приложения 3

| 1                                                   | 2     | 3    | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17    |
|-----------------------------------------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Сумма обменных оснований<br>мг.экв/100г             | 19,08 | 18,5 | 18,4 | 19,1  | 19,53 | 19,21 | 18,76 | 19,6 | 18,6 | 18,3 | 18,5 | 19,4 | 18,6 | 18,5 | 18,5 | 21,05 |
| Обменный кальций,<br>мг.экв/100г                    | 15,26 | 14,8 | 14,7 | 15,28 | 15,63 | 15,37 | 15,00 | 15,7 | 14,8 | 14,6 | 14,8 | 15,5 | 14,9 | 14,8 | 14,8 | 11,10 |
| Обменный магний,<br>мг.экв/100г                     | 3,15  | 3,03 | 1,38 | 2,31  | 2,35  | 2,11  | 0,52  | 1,29 | 2,02 | 1,97 | 0,33 | 1,13 | 0,29 | 0,21 | 0,14 | 9,54  |
| Обменный натрий,<br>мг.экв/100г                     | 0,67  | 0,68 | 2,31 | 1,51  | 1,55  | 1,73  | 3,24  | 2,64 | 1,69 | 1,69 | 3,36 | 2,75 | 3,42 | 3,50 | 3,57 | 0,41  |
| Механический состав                                 | лс    | лс   | лс   | лс    | лс    | лс    | лс    | лс   | лс   | лс   | лс   | лс   | лс   | лс   | лс   | лс    |
| Фракции<br>механического<br>состава<br><0,001 мм, % | 16,3  | 17,2 | 16,5 | 17,4  | 16,2  | 17,3  | 16,3  | 16,3 | 17,4 | 17,7 | 18,8 | 18,0 | 17,9 | 17,3 | 18,7 | 18,31 |
| <0,01 мм, %                                         | 32,51 | 32,4 | 30,9 | 32,33 | 30,85 | 30,75 | 26,01 | 30,6 | 32,3 | 30,5 | 26,1 | 26,1 | 24,0 | 24,3 | 23,9 | 33,7  |
| Объемный вес,<br>г/см <sup>3</sup>                  | 1,15  | 1,15 | 1,17 | 1,16  | 1,16  | 1,16  | 1,18  | 1,17 | 1,16 | 1,16 | 1,18 | 1,17 | 1,18 | 1,18 | 1,18 | 1,15  |
| Пористость, %                                       | 55,77 | 55,8 | 55,0 | 55,38 | 55,38 | 55,38 | 54,62 | 55,0 | 55,4 | 55,4 | 54,6 | 55,0 | 54,6 | 54,6 | 54,6 | 54,40 |
| Структурность, %                                    | 39    | 39   | 38   | 39    | 39    | 39    | 38    | 37   | 39   | 37   | 37   | 38   | 38   | 37   | 36   | 40    |

Приложение 4

Агрохимические и агрофизические показатели почв лиманов Улентинской системы Сырымского района

| № разрезов и показатели               | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | целина |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1                                     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12     |
| Тип почв                              | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К      |
| Подтип почв                           | К2    | К2    | К2    | К2    | К2    | К2    | К2    | К2    | К2    | К2    | К2     |
| Цвет                                  | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К      |
| Мощность А+В, см                      | 27,8  | 39,1  | 39    | 33    | 27,9  | 36,2  | 38,9  | 39,1  | 36,2  | 32,8  | 41,0   |
| Мощность А пах, см                    | 15,8  | 21,9  | 22,1  | 18,5  | 15,6  | 20,4  | 22,2  | 21,8  | 20,5  | 18,4  | 23     |
| Мощность В1, см                       | 12    | 17,2  | 16,9  | 14,5  | 12,3  | 15,8  | 16,7  | 17,3  | 15,7  | 14,4  | 18     |
| Гумус А, %                            | 1,58  | 1,67  | 1,71  | 1,63  | 1,58  | 1,65  | 1,72  | 1,67  | 1,65  | 1,62  | 1,8    |
| Гумус В1, %                           | 0,85  | 1,38  | 1,35  | 1,11  | 0,83  | 1,29  | 1,36  | 1,39  | 1,28  | 1,09  | 1,42   |
| Валовый азот, %                       | 0,15  | 0,15  | 0,15  | 0,14  | 0,14  | 0,15  | 0,15  | 0,15  | 0,14  | 0,15  | 0,16   |
| Валовый фосфор, %                     | 0,10  | 0,11  | 0,10  | 0,09  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,09  | 0,11   |
| Гидролизуемый азот, мг/100г           | 1,5   | 1,3   | 1,7   | 1,3   | 1,4   | 1,7   | 1,5   | 1,6   | 1,4   | 1,4   | 1,7    |
| Подвижный фосфор, мг/100г             | 1,13  | 1,37  | 1,36  | 1,32  | 1,12  | 1,37  | 1,37  | 1,36  | 1,33  | 1,13  | 2,29   |
| Подвижный калий, мг/100г              | 31,4  | 34,7  | 35,1  | 36,1  | 36,4  | 34,7  | 33,1  | 36,5  | 35,9  | 35,1  | 45,4   |
| Хлориды в водной вытяжке, %           | 0,071 | 0,045 | 0,039 | 0,014 | 0,016 | 0,041 | 0,024 | 0,019 | 0,040 | 0,019 | 0,038  |
| Сульфаты в водной вытяжке, %          | 0,068 | 0,040 | 0,043 | 0,024 | 0,085 | 0,014 | 0,016 | 0,013 | 0,009 | 0,040 | 0,041  |
| Содержание водно-растворимых солей, % | 0,250 | 0,154 | 0,116 | 0,157 | 0,270 | 0,178 | 0,156 | 0,035 | 0,118 | 0,115 | 0,091  |
| Сумма обменных оснований, мг.экв/100г | 21,3  | 21,15 | 20,15 | 20,19 | 19,53 | 20,17 | 20,13 | 20,31 | 20,59 | 20,18 | 23,52  |
| Обменный кальций, мг.экв/100г         | 17,04 | 16,92 | 16,12 | 16,15 | 15,62 | 16,14 | 16,10 | 16,24 | 16,47 | 17,36 | 10,5   |
| Обменный магний, мг.экв/100г          | 0,88  | 3,42  | 3,24  | 1,79  | 0,78  | 2,57  | 3,22  | 3,23  | 2,5   | 0,17  | 12,71  |
| Обменный натрий, мг.экв/100г          | 3,38  | 0,81  | 0,79  | 2,25  | 3,13  | 1,46  | 0,81  | 0,84  | 1,62  | 2,65  | 0,31   |
| Механический состав                   | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс     |
| Фракции мех состава <0,001 мм, %      | 12,46 | 13,81 | 13,24 | 13,08 | 13,01 | 13,71 | 13,01 | 13,16 | 13,24 | 13,10 | 12,2   |
| <0,01 мм, %                           | 16,95 | 22,45 | 22,38 | 19,25 | 16,84 | 21,74 | 22,41 | 22,42 | 21,61 | 19,15 | 23,3   |
| Объемный вес, г/см <sup>3</sup>       | 1,22  | 1,2   | 1,2   | 1,22  | 1,22  | 1,21  | 1,2   | 1,2   | 1,21  | 1,22  | 1,2    |
| Структурность, %                      | 31    | 32    | 32    | 30    | 31    | 31    | 31    | 31    | 30    | 31    | 34     |
| Пористость, %                         | 53,08 | 53,85 | 53,85 | 53,08 | 53,08 | 53,46 | 53,85 | 53,85 | 53,46 | 53,08 | 55,27  |



Продолжение приложения 4

| 1                                     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12     |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                       | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | целина |
| Тип почв                              | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К      |
| Подтип почв                           | К2    | К2    | К2    | К2    | К2    | К2    | К2    | К2    | К2    | К2    | К2     |
| Цвет                                  | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К     | К      |
| Мощность А+В, см                      | 39,7  | 39,5  | 35,9  | 27,3  | 39,5  | 27,82 | 36,2  | 28,22 | 39,8  | 28,65 | 41     |
| Мощность А пах, см                    | 22,1  | 22    | 20,3  | 15,2  | 22    | 15,32 | 20,4  | 15,52 | 22,1  | 15,75 | 23     |
| Мощность В1, см                       | 17,6  | 17,5  | 15,6  | 12,1  | 17,5  | 12,5  | 15,8  | 12,7  | 17,7  | 12,9  | 18     |
| Гумус А, %                            | 1,7   | 1,69  | 1,66  | 1,54  | 1,68  | 1,58  | 1,68  | 1,6   | 1,7   | 1,62  | 1,8    |
| Гумус В1, %                           | 1,39  | 1,39  | 1,28  | 0,83  | 1,38  | 0,91  | 1,29  | 0,98  | 1,4   | 1,01  | 1,42   |
| Валовый азот, %                       | 0,14  | 0,05  | 0,15  | 0,14  | 0,14  | 0,15  | 0,15  | 0,14  | 0,14  | 0,15  | 0,16   |
| Валовый фосфор, %                     | 0,12  | 0,12  | 0,10  | 0,12  | 0,12  | 0,11  | 0,11  | 0,12  | 0,12  | 0,12  | 0,11   |
| Гидролизуемый азот, мг/100г           | 1,5   | 1,5   | 2,0   | 1,4   | 1,4   | 1,35  | 1,3   | 1,5   | 1,3   | 1,1   | 1,7    |
| Подвижный фосфор, мг/100г             | 1,37  | 1,37  | 1,33  | 0,88  | 1,375 | 1,13  | 1,331 | 1,13  | 1,371 | 0,84  | 2,29   |
| Подвижный калий, мг/100г              | 29,4  | 30,4  | 31,3  | 30,7  | 29,3  | 29,7  | 29,7  | 31,3  | 30,3  | 31,6  | 45,4   |
| Хлориды в водной вытяжке, %           | 0,037 | 0,009 | 0,095 | 0,031 | 0,011 | 0,025 | 0,031 | 0,049 | 0,033 | 0,048 | 0,038  |
| Сульфаты в водной вытяжке, %          | 0,071 | 0,054 | 0,071 | 0,053 | 0,022 | 0,034 | 0,029 | 0,066 | 0,038 | 0,086 | 0,041  |
| Содержание водно-растворимых солей, % | 0,261 | 0,217 | 0,224 | 0,320 | 0,285 | 0,265 | 0,284 | 0,327 | 0,213 | 0,325 | 0,091  |
| Сумма обменных оснований, мг.экв/100г | 20,17 | 19,78 | 20,19 | 20,12 | 20,06 | 20,01 | 20,84 | 19,11 | 20,63 | 20,02 | 23,52  |
| Обменный кальций, мг.экв/100г         | 16,14 | 15,83 | 16,15 | 15,70 | 16,04 | 16,01 | 16,67 | 14,93 | 16,50 | 15,57 | 10,5   |
| Обменный магний, мг.экв/100г          | 3,17  | 3,12  | 2,42  | 0,8   | 3,15  | 0,63  | 2,48  | 0,53  | 3,19  | 0,6   | 12,71  |
| Обменный натрий, мг.экв/100г          | 0,86  | 0,83  | 1,62  | 3,62  | 0,87  | 3,37  | 1,69  | 3,65  | 0,94  | 3,85  | 0,31   |
| Механический состав                   | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс    | лс     |
| Фракции мех состава <0,001 мм, %      | 13,09 | 13,31 | 12,40 | 13,18 | 12,72 | 13,12 | 13,15 | 13,01 | 13,06 | 13,31 | 12,2   |
| <0,01 мм, %                           | 22,38 | 22,42 | 21,54 | 16,72 | 22,36 | 16,77 | 22,85 | 16,71 | 22,32 | 16,8  | 23,3   |
| Объемный вес, г/см <sup>3</sup>       | 1,2   | 1,2   | 1,21  | 1,22  | 1,2   | 1,22  | 1,21  | 1,22  | 1,20  | 1,22  | 1,2    |
| Структурность, %                      | 31    | 31    | 31    | 32    | 31    | 32    | 31    | 32    | 31    | 32    | 34     |
| Пористость, %                         | 53,85 | 53,85 | 53,46 | 53,08 | 53,85 | 53,08 | 53,46 | 53,08 | 53,85 | 53,08 | 55,27  |