

Онаев М.К., Туктаров Р.Б.

*РГП на ПХВ «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет
им. Жангир хана», Республика Казахстан,
ФГБНУ «ВолжНИИГиМ», Российская Федерация*

ОЦЕНКА УРОВНЯ ДЕГРАДАЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЛИМАНА

Аннотация

В статье приведены результаты исследований степени покрытия естественным травостоем участков лимана с неравномерным затоплением. Анализ проведен по материалам дистанционного зондирования лимана Урало-Кушумской оросительно-обводнительной системы за период многолетней эксплуатации. Оценка состояния растительного покрова лимана проводилась с использованием нормализованного дифференциального вегетационного индекса.

Ключевые слова: лиман, растительный покров, дистанционное зондирование, уровень деградации.

Введение

Продуктивность естественного травостоя на инженерных лиманах во многом зависит от своевременного и полноценного затопления в весенний период. Однако, как показывают исследования, отдельные участки лиманов Урало-Кушумской оросительно-обводнительной системы характеризуются значительной степенью неравномерности затопления, как в площадном, так и во временном диапазоне [1, 2].

Ненадлежащая эксплуатация оросительных систем приводит к ухудшению эколого-мелиоративного состояния орошаемых участков, снижается продуктивность естественного травостоя, а на значительной части изменяется видовой состав растительности [3, 4].

Ниже приведен анализ степени покрытия растительностью на лимане Урало-Кушумской оросительно-обводнительной системы (ОСС) за период многолетней эксплуатации. Статья подготовлена по материалам исследований в соответствии с заданием Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Материалы и методы

Объектом исследований являются участки лимана 49 с.о. Тайпак Урало-Кушумской ООС. Общая площадь лимана составляет 3877 га и состоит из более 35 клеток. В целом для лимана характерна светло-каштановая тяжелосуглинистая почва. Грунтовые воды на глубине около 3 метров. Подача воды на лиман обеспечивается системой открытых каналов в земляном русле. В силу ряда причин степень затопления клеток лимана носит неравномерный характер во временном периоде.

Исследования были направлены на оценку степени деградации растительного покрова лимана, обусловленной продолжительными перерывами в затоплении.

Для достижения поставленной цели решалась задача по дистанционной оценке состояния растительного покрова лимана на основе построения индексных изображений с использованием картографического материала.

Обработка спутниковых изображений, выделение предметно-содержательной информации о характеристиках объекта исследования проводилась с использованием программного комплекса ENVI 4.8. Для операций с векторными данными, создания тематических картографических слоев, включающих атрибутивную, семантическую, географическую и графическую информацию об объекте исследований использовался ГИС-пакет ArcGIS 10.0.

При выполнении работ был использован архив спутниковых изображений низкого (250 м) разрешения (более 200 снимков), полученных радиометром MODIS (спутники

Terra/Aqua) и мультиспектральные снимки среднего (30 м) со спутников серии Landsat за период с 2000 по 2015 гг.

Для оценки и картографирования состояния растительного покрова отдано предпочтение изображениям, снятым в период май-июль месяцы.

Результаты исследований

Технологии оценки и картографирования мелиорируемых земель по данным, получаемых со спутников, позволяют получить высокоинформативные документы, отражающие современное состояние мелиорируемых агроландшафтов. Они позволяют оценить уровень и степень деградации растительного покрова, определить величины и места расположения деградированных площадей, выявить тенденции их пространственного распределения.

На этапе предварительной обработки снимков производились: трансформация исходных снимков в единую проекцию и систему координат; пакетирование отдельных растровых изображений в единый файл; синтез цветных изображений; процедуры преобразования контрастности снимка, направленные на улучшение качества изображения для визуального дешифрирования; географическая привязка изображений дополнительных картографических материалов, несущих информацию об объекте исследования.

Основным методом дистанционной оценки состояния лимана являлся комбинированный метод.

Использование комбинированного метода анализа изображения включало в себя: изучение особенностей отображения объектов на снимках и выбор оптимального варианта синтеза; выполнение операции маскирования территории; классификацию без обучения (неконтролируемую); постклассификационную обработку; оценку результатов классификации; построение индексных изображений; векторизацию результатов картирования.

Интеграция результатов классификации данных дистанционного зондирования в ГИС позволила оценить произошедшие изменения в растительном покрове за рассматриваемый период.

В последнее время большую значимость в практике оценки и мониторинга состояния почвенного и растительного покрова земель сельскохозяйственного назначения получили методы построения изображений на основе спектральных индексов.

Картирование, количественная и качественная оценка состояния растительного покрова лимана проводились с использованием нормализованного дифференциального вегетационного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

В качестве исходных данных для оценки растительного покрова лимана применялись 16-ти дневные композитные изображения данных NDVI.

Индекс NDVI – это стандартизированный индекс, который показывает наличие и состояние растительности (относительную фитомассу), характеризует плотность растительности, а, следовательно, продуктивность угодий. Метод вегетационных индексов дает возможность получать качественные оценки проективного покрытия растительности [5, 6].

Индекс умеренно чувствителен к изменениям почвенного фона, кроме случаев, когда густота растительного покрова ниже 30%. Индекс может принимать значения от -1 до 1. Для растений в нормальном «здоровом» состоянии NDVI близок к 0,6-0,65, низкие значения NDVI (порядка 0,3-0,4) свидетельствуют о недостатке влаги или о деградации растительного покрова.

Вегетационный индекс подчеркивает контраст зеленой растительности с другими природными объектами, например, почвой и сухой растительностью. NDVI позволяет выявить проблемные зоны угнетенной растительности, давая возможность принимать наиболее верные в долгосрочной перспективе решения, направленные на повышение продуктивности кормовых угодий.

Состояние растительного покрова, оцененное через индекс NDVI, существенно изменяется в процессе развития растений. Так, от момента начала вегетации растения накапливают фитомассу и, следовательно, величина индекса увеличивается; в июне величина фитомассы достигает максимума, после которого в процессе уборки отмечается ее уменьшение и снижение значений NDVI.

При выполнении работ для построения карт состояния растительного покрова использовались значения индекса NDVI. Они рассчитывались как средние величины, за период с мая по июль месяцы с помощью математического калькулятора программы ENVI. Для наглядного представления значения индекса были ранжированы на 7 диапазонов и раскрашены в различные цветовые оттенки (желтый – минимальный диапазон NDVI; темно-зеленый – максимальные значения).

Динамика изменения площади участков лимана, занятых растительным покровом с NDVI различных диапазонов за период 2000-2015 гг., приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Соответствие площади растительного покрова лимана с диапазонами значений вегетационного индекса NDVI

Год	Диапазоны NDVI							Степень охвата площади лимана, %
	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	
2000	0	0,7	6,6	37,7	49,8	5,2	0	100,0
2001	0	0	0,2	9,7	69,0	19,0	2,1	100,0
2002	0	0	0,5	57,6	36,0	5,7	0,2	100,0
2003	0	0,2	45,6	52,1	2,1	0	0	100,0
2004	0	0,1	29,6	62,2	5,0	3,1	0	100,0
2005	0	0	33,4	57,5	8,9	0,2	0	100,0
2006	0	0	36,5	54,2	6,6	2,7	0	100,0
2007	0	0	36,5	54,2	6,7	2,6	0	100,0
2008	0	33,1	53,8	6,2	4,5	2,4	0	100,0
2009	0	44,4	42,5	5,9	5,6	1,6	0	100,0
2010	0	60,8	25,4	6,1	7,7	0	0	100,0
2011	0	3,1	70,6	14,1	8,1	4,1	0	100,0
2012	0	59,0	25,3	6,0	9,1	0,6	0	100,0
2013	17,9	52,5	11,6	9,2	6,9	1,9	0	100,0
2014	0	0,9	59,8	20,4	12,6	6,3	0	100,0
2015	0	11,0	36,1	36,7	13,3	2,9	0	100,0

Обсуждение результатов

Согласно полученным расчетным данным за рассматриваемый период произошли значительные изменения в состоянии растительного покрова объекта исследования. Если в течение 2000-2002 годов практически всю часть территории лимана (в среднем 98 %) занимали участки со средним и высоким значениями NDVI (выше 0,4), то начиная с 2003 по 2007 годы, наблюдалась тенденция увеличения участков растительного покрова с меньшими значениями индекса (ниже 0,4). В среднем они занимали 36 % от общей площади лимана.

В период с 2008 по 2013 гг. отмечается максимум участков территории лимана с минимальными значениями индекса, средняя площадь которых составила 79 % от площади рассматриваемой территории.

Обратные процессы, в сторону увеличения значений индекса, стали прослеживаться в 2014-2015 гг. Площади участков со средними и высокими значениями NDVI составили в среднем 46,0 % и с минимальными – 54 % соответственно.

Причины изменений степени покрытия растительностью участков лиманного орошения напрямую связаны с объемом и характером затопления. Анализ степени затопления данного лимана во временном диапазоне был приведен в статье авторов в данном журнале [7]. Применение данных дистанционного зондирования земель на лимане позволило оценить степень использования орошаемых лиманов за 15 летний период, подтвердило наличие продолжительных перерывов в затоплении в целом по массиву и конкретно по клеткам. Анализ состояния растительного покрова лимана, оцененный через индекс NDVI, косвенно подтверждает взаимосвязь между наличием затопления и степенью покрытия растением участка лимана. Подобный анализ, также позволяет установить взаимосвязь между количеством фитомассы и значений вегетационного индекса за рассматриваемый период.

Использование геопространственной информации в настоящем исследовании позволило классифицировать и выделить зоны деградации лимана, а также определить тренд развития экологической ситуации.

Оценка состояния и уровня деградации растительного покрова лимана были проведены на основе рекомендуемой шкалы соответствия значений индекса NDVI, общего проективного покрытия (ОПП) почвы растительным покровом и уровней экологической деградации агроландшафтов, включающей четыре уровня: норма, риск, кризис, бедствие (таблица 2) [8, 9].

Таблица 2 – Соответствие значений индекса NDVI общему проективному покрытию почвы растительным покровом и уровням экологической деградации агроландшафтов

Уровень экологического состояния	ОПП, %	NDVI
Бедствие	0-20	< 0,4
Кризис	20-40	0.4-0.5
Риск	50-60	0.5-0.6
Норма	Выше 60	>0,6

В соответствии со шкалой картированы границы зон деградации растительного покрова и определены их площадные характеристики (таблица 3).

Площадь растительного покрова, соответствующая уровню “норма” к 2015 году уменьшилась в 6,6 раза по сравнению с 2001 годом, когда наблюдалось максимальная площадь угодий лимана с данным уровнем экологической деградации. При этом произошло значительное усиление деградации растительного покрова лиманных земель со смещением на уровень “бедствие”.

Площади растительного покрова с уровнем деградации “риск” и ”кризис” изменялись скачкообразно в течение всего анализируемого периода, но в целом за период также наблюдалось значительное усиление деградации по этим категориям.

Таблица 3 – Уровень деградации растительного покрова лимана

Годы	Уровень деградации				Степень охвата площади лимана
	Бедствие, NDVI <0,4	Кризис, NDVI 0,4-0,5	Риск, NDVI 0,5-0,6	Норма, NDVI 0,6-0,8	
	%	%	%	%	
2000	7,3	37,7	49,8	5,2	100
2001	0,2	9,7	69	19	100
2002	0,5	57,6	36	5,7	100

2003	45,8	52,1	2,1	0,0	100
2004	29,7	62,2	5	3,1	100
2005	33,4	57,5	8,9	0,2	100
2006	36,5	54,2	6,6	2,7	100
2007	36,5	54,2	6,7	2,6	100
2008	86,9	6,2	4,5	2,4	100
2009	86,9	5,9	5,6	1,6	100
2010	86,2	6,1	7,7	0,0	100
2011	73,7	14,1	8,1	4,1	100
2012	84,3	6,0	9,1	0,6	100
2013	82	9,2	6,9	1,9	100
2014	60,7	20,4	12,6	6,3	100

В соответствии с данными, полученными по состоянию на 2015 год, основная часть лимана (1824,4 га или 47,1 % от совокупной площади) находилась на уровне деградации «бедствие». Площадь в 1426,7 га, или 36,7 % от общей площади, соответствовала уровню деградации «кризис», 13,3 % или 14,5 га – уровню «риск» и только 2,9 % или 111,4 га находилась на уровне «норма».

Выводы

Таким образом, количественная и качественная оценка состояния растительного покрова лимана, проведенная с использованием нормализованного дифференциального вегетационного индекса NDVI, показала на взаимосвязь между наличием затопления и степенью покрытия растением участков лимана. Подобный анализ, также позволил установить взаимосвязь между количеством фитомассы и значений вегетационного индекса за рассматриваемый период.

Период с 2003 по 2013 годы характеризуется как наиболее неблагоприятный по качеству эксплуатации и обеспечения водой оросительной системы, последствием чего является значительная деградация естественного травостоя лиманных участков. Назрела необходимость в научном обосновании и восстановлении естественного травостоя лиманов с учетом эколого-мелиоративного состояния орошаемых участков.

Литература

1. *Онаев М.К.* Лиманы Западно-Казахстанской области / Монография. – Уральск: НЦНТИ, 2012.–131 с.
2. *Онаев М.К.* Многолетнее орошение и современное состояние лиманов / Итоги науки. Том 3.- Избранные труды Международного симпозиума по фундаментальным и прикладным наукам. – М: РАН, 2013.- С. 54-74.
3. *Туктаров, Б.И.* Мелиорация естественных лиманов Заволжья / Туктаров Б.И., Ермилов С.С, Косолапов С.Н. – Саратов: Изд.- во Саратов. гос. агр. ун-т им. Вавилова Н.И. 2002. –124 с.
4. *Туктаров, Б.И.* Ресурсо-водосбережение на орошаемых землях Саратовской области / Туктаров Б.И., Нагорный В.А. – Саратов: ООО «Орион», 2005. – 351 с.
5. *Михайлов С.И.* Применение данных дистанционного зондирования Земли для решения задач в области сельскохозяйственного производства // Земля из космоса. Наиболее эффективные решения. В.9. - 2011.– С. 15-21.
6. *Голубятников Л.Л.* Взаимосвязь вегетационного индекса с климатическими параметрами и структурными характеристиками растительного покрова / Л.Л. Голубятников, Е.А. Денисенко // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. - 2006. - Т. 42, № 4. - С. 524–538.
7. *Оңаев М.Қ.* Оценка эффективности лимана с применением ГИС / М.Қ. Оңаев, А.Е.

Қопаев // Изденістер, нәтижелер. – 2015. - № 4. – С. 159-165.

8. Бекмухамедов Н.Э. Оценка информативности разных вегетационных индексов для определения проективного покрытия пастбищ [Электронный ресурс] / Сельское, лесное и водное хозяйство // <http://agro.snauka.ru/2013/01/830> (дата обращения: 09.09.2015), свободный. - 2013. - № 1.

9. Виноградов Б.В. Картографирование зон экологического неблагополучия по динамическим критериям / Б.В. Виноградов, К.Н. Кулик, А.Д. Сорокин и др. // Экология. – 1988. – №4. – С. 243-251.

Оңаев М.К., Туктаров Р.Б.

ЛИМАННЫҢ ӨСІМДІК ЖАБЫНДЫСЫНЫҢ ТОЗУ ДЕҢГЕЙІН БАҒАЛАУ

Аңдатпа

Көлтабанның күйзелу деңгейін сандық бағалау нормаланған дифференциалды вегетациялық индексті NDVI қолдану арқылы жүргізілді.

Көлтабанның 15 жыл пайдалану мерзімі аралығында, «норма» деңгейіне сәйкес, өсімдік жамылғысы ауданы 2015 жылға дейін 6,6 есе азайған. «Апат» деңгейіне ауытқу арқылы, көлтабандар жерлерінің күйзелуі арта түсті. «Тәуекел» және «дағдырыс» күйзелу деңгейлі өсімдіктер жамылғысымен аудандар талдау мерзімі кезінде ауытқылы өзгеріп келді, бірақ жалпы мерзім ішінде бұл категорияларда күйзелудің күшейгені байқалды.

Кілт сөздер: лиман, өсімдіктердің жабындысы, қашықтан зондтау, тозу деңгейі.

Onaev M., Tuktarov R.

ASSESSMENT LEVEL OF DEGRADATION OF ESTUARY VEGETATION

Annotation

Quantitative assessment level of degradation of the estuary was carried out using the normalized differential vegetation index NDVI.

During 15 years of estuary operation of vegetation area corresponding to the level of "normal" in 2015 decreased by 6.6 times. There has been a significant increase in the degradation of plant cover estuary land with offset to the level of "disaster". Areas of vegetation degradation level of "risk" and "crisis" changed abruptly during the analyzed period, but in general for the period also saw a significant increase in the degradation of these categories.

Keywords: estuary, vegetation, remote sensing, the level of degradation.

ӘОЖ: 631.671:631.674:633.18 (574)

Өмірзақов С.Ы., Байманов Ж.Н., Будикова К.М.

*Ы.Жақаев атындағы Қазақ күріш шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты,
Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті*

КҮРІШ ЕГІСІНДЕ СУДЫ ҮНЕМДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

Аңдатпа

Мақалада су ресурстарын ұтымды пайдалануды қамтамасыз ету үшін күріш ауыспалы егістігінде орнатылған атыздарға су беруді есепке алатын автоматтандырылған арнайы құрылғы арқылы суды үнемдеу шараларын жүзеге асыру қарастырылған. Тәжірибелік