

Г.К. СЕРИКБАЕВА,¹
докторант.
С.А. ТУРГУЛЬДИНОВА,¹
ст. преподаватель.
Казахский Национальный
аграрный университет¹

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ БОРЬБЫ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ В АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация

В статье проведена аналитическая работа по выявлению необходимости зондирования земель, подверженных риску опустынивания, в Алматинской области. Опустынивание – это деградация земель, потеря полезных свойств почвы в результате действия различных факторов, таких, как климатические изменения или деятельность человека. Опустынивание является также результатом незаконной рубки леса, выкорчевки кустарников и полукустарников на корм скоту и топливо, лесных и степных пожаров, бессистемной рекреации, организации свалок вокруг населенных пунктов, загрязнения почв и подземных вод токсичными веществами, воздействия транспорта. В данной работе описаны возможные инструменты для зондирования земель в целях борьбы с деградацией. Цель исследования – выяснить, имеет ли угроза опустынивания достаточно серьезные последствия, чтобы опасаться опустынивания. Методология исследования построена на принципах эпистемологии и дедукции. В статье описаны индикаторы, которые можно учитывать при использовании зондирования в Алматинской области для борьбы и предотвращения риска опустынивания земель. Результат исследования иллюстрирует, что благодаря развитию технической оснащенности средствами дистанционного наблюдения имеется множество инструментов для зондирования, например, сканирующий спектрометр среднего разрешения (MODIS).

Ключевые слова: зондирование, опустынивание, борьба с опустыниванием, климат, деятельность человека, риск опустынивания, инструменты для зондирования.

Уровень риска опустынивания особо возрос в современное время в связи с антропогенным воздействием, а также климатическими изменениями, которые если не полностью, то отчасти вызваны деятельностью человека [1]. Рисунок 1 показывает распределение пустынных областей на нашей планете к началу XVIII в.

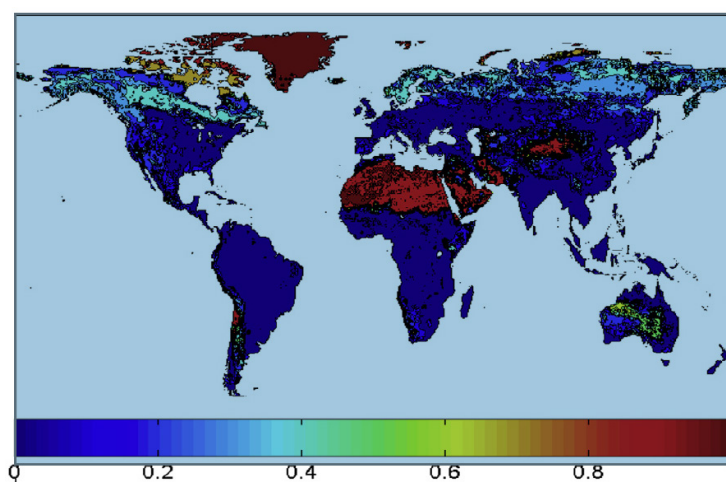


Рисунок 1 – Распределение пустынных областей к 1700 гг.

Примечание – Источник [1].

Рисунок показывает, что к началу XVIII в. процесс опустынивания не стоял в особой перспективе в большей части Азиатского региона [2]. Процесс опустынивания на сегодняшний день коснулся уже 10–20% всех почв на планете, а продолжающаяся деградация может особенно ударить по наиболее незащищенным и бедным слоям населения [3].

Процесс опустынивания угрожает благосостоянию и развитию примерно 1 миллиарда людей напрямую, и ему подверглись [4]:

- ♦ около двух третей всех стран мира;
- ♦ примерно одна треть от всей суши планеты.

Прогнозируется дальнейший процесс интенсификации опустынивания и деградации почв [4].

Опустынивание как термин особой важности был введен в 1949 г. и согласно воззрениям некоторых ученых стал обозначать процесс превращения продуктивных земель в пустыни [5].

Опустынивание влияет на климатические процессы:

- ♦ через биогеофизические процессы вмешательства путем нарушения теплового и водного обмена в околопочвенной поверхностной среде;
- ♦ через биохимические процессы, которые могут изменить уровень содержания парниковых газов в атмосфере.

Ярчайшим примером опустынивания может служить замена лесных массивов пустынями и потеря если не всей растительной биомассы, то значительные нарушения в почвенно-растительной биоме [6].

Рисунок 2 показывает некоторые факторы, которые изменились в процессе климатической имитации опустынивания.



Рисунок 2 – Факторы, которые изменились в процессе стимуляции опустынивания

Примечание – Источники [1–7].

Рисунок показывает, что процесс опустынивания ведет к ухудшению социально-экономической обстановки. Процесс деградации почв в виде опустынивания ухудшает уровень обеспечения водными источниками населения. В результате растет конкуренция за доступ к водным ресурсам, которые необходимы как для хозяйственной, так и для повседневной жизни. Также ухудшается транспортная обстановка в регионе, связанная не только с увеличением альbedo почвы и нарушением прежних хозяйственно-экономических взаимосвязей, но и с ростом социального напряжения. В результате часть населения, обладающая возможностью уехать в более перспективные регионы, воспользуется данной возможностью [7]. Отток квалифицированных кадров и благосостоятельной части населения еще сильнее ударит по уязвимым и бедным группам населения, так как экономика опустыненной области продолжит падение ввиду оттока капитала, квалифицированных специалистов, а также рабочей силы. Сельскохозяйственная

деятельность особо пострадает от опустынивания ввиду падения плодородности и нарушения водного баланса [8]:

- ♦ падает продолжительность времени, в течение которого почва может удерживать в себе влагу;
- ♦ ухудшается сама вместимость почвы по количеству влаги, которую оно может хранить;
- ♦ наличие намного меньшего количества растительности и почти полное отсутствие деревьев создает меньше влаги для круговорота воды в микробиоме.

Рисунок 3 показывает возможные причины возникновения опустынивания в Алматинской области.

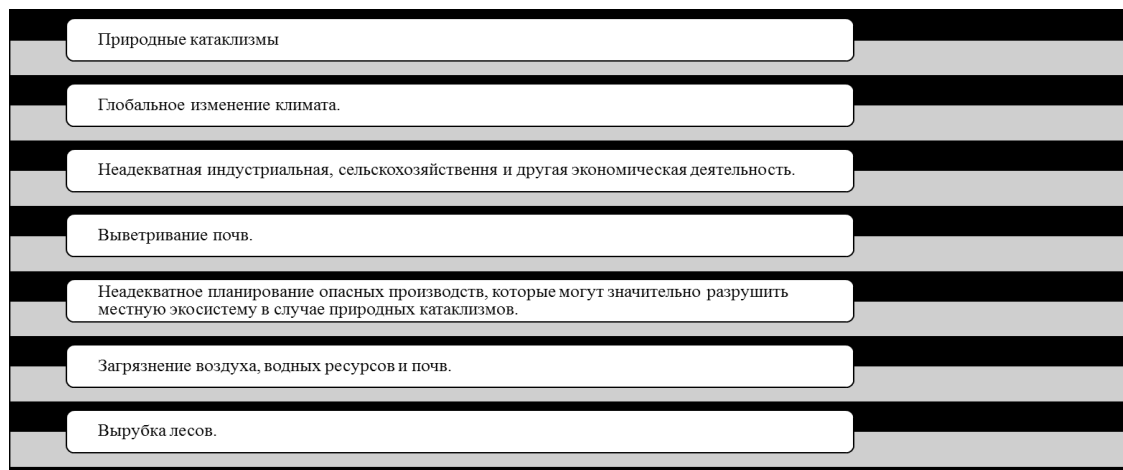


Рисунок 3 – Возможные причины возникновения опустынивания в Алматинской области

Выветривание почв является одним из серьезных источников опустынивания, особенно в засушливых, полусухих и сухих регионах Африки, Северного Китая, Монголии, Центральной Азии и Австралии. Выветривание почв только Китая на начало XXI в. приносило экономическую убыль в 54 миллиардов юаней в год.

Леса играют огромную роль в вегетационно-водном балансе региона.

Борьба с процессом десертификации неполноценна без мониторинга. Одним из инструментов мониторинга процесса опустынивания является зондирование.

Рисунок 4 показывает некоторые инструменты, которые были доступны для проведения зондирования с 2015 г.

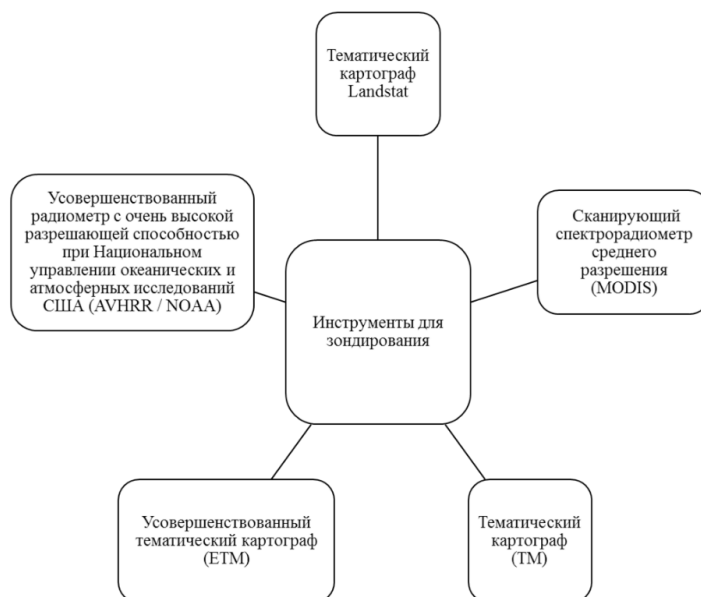


Рисунок 4 – Некоторые инструменты, доступные для проведения работ по зондированию земель Алматинской области, которые имеет хотя бы минимальный риск опустынивания

Рисунок показывает, что возможно использование сканирующего спектрометра среднего разрешения (MODIS) как инструмента для зондирования в Алматинской области. Диапазон частот сканирующего спектрометра среднего разрешения (MODIS) приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Основные индикаторы частот сканирующего спектрометра среднего разрешения (MODIS) и их возможности применения в Алматинской области

Диапазон частот	Длина волны	Разрешение (м)	Возможности использования
1	620–670 нм	250	Земля, облака, границы аэрозолей
2	841–876 нм	250	
3	459–479 нм	500	Земля, облака, свойства аэрозолей
4	545–565 нм	500	
5	1230–1250 нм	500	
6	1628–1652 нм	500	
7	2105–2155 нм	500	
8	405–420 нм	1000	Цвет океана, биогеохимия, фитопланктон
9	438–448 нм	1000	
10	483–493 нм	1000	
11	526–536 нм	1000	
12	546–556 нм	1000	
13	662–672 нм	1000	
14	673–683 нм	1000	
15	743–753 нм	1000	
16	862–877 нм	1000	
17	890–920 нм	1000	
18	931–941 нм	1000	
19	915–965 нм	1000	
20	3.660–3.840 мкм	1000	Поверхность суши и воды, температура облаков
21	3.929–3.989 мкм	1000	
22	3.929–3.989 мкм	1000	
23	4.020–4.080 мкм	1000	Атмосферная температура
24	4.433–4.498 мкм	1000	
25	4.482–4.549 мкм	1000	Капли влаги в перистых облаках
26	1.360–1.390 мкм	1000	
27	6.535–6.895 мкм	1000	
28	7.175–7.475 мкм	1000	
29	8.400–8.700 мкм	1000	Свойства облаков
30	9.580–9.880 мкм	1000	Озоновый слой
31	10.780–11.280 мкм	1000	Поверхность суши и воды, температура облаков
32	11.770–12.270 мкм	1000	
33	13.185–13.485 мкм	1000	Высота вершины облаков
34	13.485–13.785 мкм	1000	
35	13.785–14.085 мкм	1000	
36	14.085–14.385 мкм	1000	

Примечание – Источники 52–53.

Для зондирования земель и оценки их риска опустынивания можно обойтись частотами сканирующего спектрометра среднего разрешения (MODIS) от 1 до 7. Длины волн сканирующего спектрометра среднего разрешения (MODIS), указанные ниже, можно использовать в условиях Алматинской области:

- ♦ 620–670 нм; – 841–876 нм; – 459–479 нм;
- ♦ 545–565 нм; – 1230–1250 нм; – 1628–1652 нм;
- ♦ 2105–2155 нм; – 3.660–3.840 мкм; – 3.929–3.989 мкм;

- ♦ 3.929–3.989 μm; – 4.020–4.080 μm; – 10.780–11.280 μm;
- ♦ 11.770–12.270 μm.

Рисунок 5 показывает параметры, которые можно использовать для оценки данных, собранных во время зондирования.

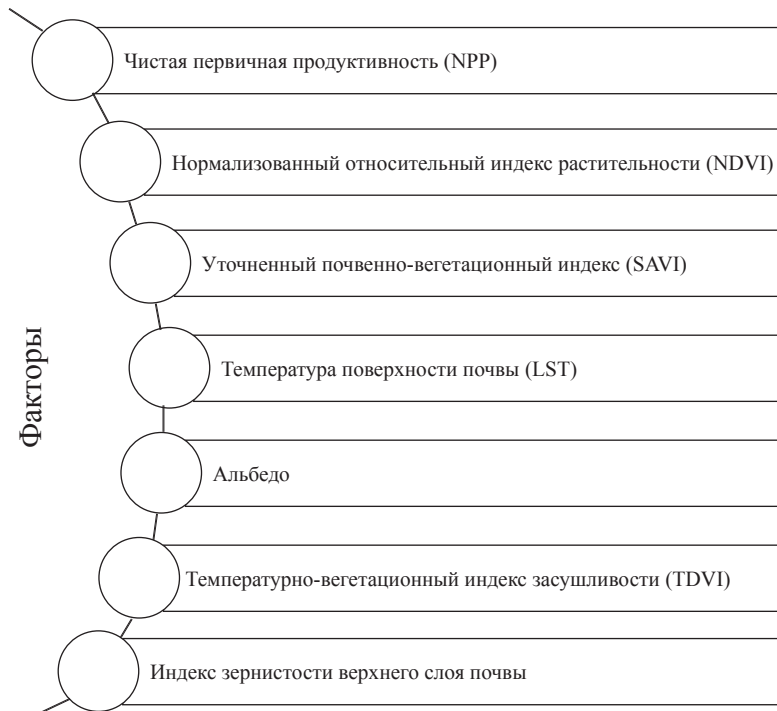


Рисунок 5 – Параметры, которые можно использовать для оценки данных, собранных во время зондирования

Рисунок показывает, что нормализованный относительный индекс растительности является одним из показателей выявления аномалий местности, который может помочь определить, засушлива или опустынена данная местность. Пустыни отличаются если не полным, то скудным наличием растительного покрова в отличие от других биом, например, леса и болота. Формула нормализованного относительного индекса растительности выглядит следующим образом:

$$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{red}}{R_{NIR} + R_{red}}, \quad (1)$$

где NDVI – нормализованный относительный индекс растительности;

R_{NIR} – коэффициент отражения ближнего инфракрасного диапазона;

R_{red} – коэффициент отражения красного диапазона.

Уточненный почвенно-вегетационный индекс работает по тому же принципу, что и нормализованный относительный индекс растительности, однако в отличие от последнего учитывает оптическую яркость почвы. Формула уточненного почвенно-вегетационного индекса:

$$SDVI = \frac{R_{NIR} - R_{red}}{R_{NIR} + R_{red} + L} \times (1 + L), \quad (2)$$

где SDVI – уточненный почвенно-вегетационный индекс;

NDVI – нормализованный относительный индекс растительности;

R_{NIR} – коэффициент отражения ближнего инфракрасного диапазона;

R_{red} – коэффициент отражения красного диапазона;

L – коэффициент коррекции оптической яркости почвы.

Для большей точности анализа данных, собранных во время зондирования земель, находящихся под угрозой опустынивания, можно использовать модели клеточных автоматов для создания псевдокарт местностей. Пример применения модели клеточных автоматов показан на рисунке 6.

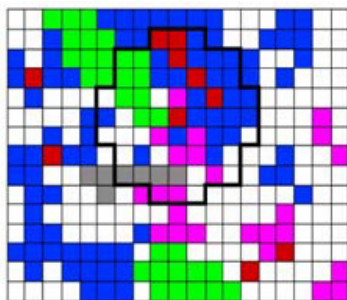


Рисунок 6 – Пример применения модели клеточных автоматов после обработки данных зондирования небольшого участка земли рядом с селом Караой Балхашского района Алматинской области

Темные квадраты обозначают районы, более подверженные процессу опустынивания. Зондирование было проведено с использованием дронов.

Одним из рекомендованных индикаторов обеспеченности водой поверхности земли является интенсивность транспирации.

Интенсивность может быть выявлена по формуле баланса поверхностной энергии:

$$R_n = G + H + LE, \quad (3)$$

где R_n – интенсивность потока излучения;

G – интенсивность теплового потока почвы;

H – явный поток тепла;

LE – скрытый поток тепла.

Формула температурно-вегетационного индекса засушливости выглядит следующим образом, если ее применить к модели клеточных автоматов, которая показана на рисунке 6:

$$TDVI = \frac{TS_{obs} - TS_{min}}{a + b \times NDVI - TS_{min}}, \quad (4)$$

где $TDVI$ – температурно-вегетационный индекс засушливости;

TS_{obs} – среднее квадратическое значение теста для наблюдаемого квадрата из рисунка 6;

TS_{min} – минимальное среднее квадратическое значение теста от всех квадратов из рисунка 6, которые наблюдались;

a, b – параметры, которые описывают сухие углы клеточного автомата на рисунке 6;

$NDVI$ – нормализованный относительный индекс растительности.

Использование летающих дронов для сбора данных рядом с селом Караой Балхашского района Алматинской области методом клеточного автомата показало полезность зондирования для определения засушливости земель. Более того, стоит отметить, что метод клеточного автомата и вычисление последующих параметров помогло построить псевдокарту местности, которая показывает области, наиболее подверженные угрозе деградации:

- ◆ нормализованный относительный индекс растительности;
- ◆ уточненный почвенно-вегетационный индекс;
- ◆ температурно-вегетационный индекс засушливости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

- 1 Mares M. (2017). Encyclopedia of Deserts. Norman, Oklahoma, U.S.: University of Oklahoma Press.
- 2 Bainbridge D. (2012). A Guide for Desert and Dryland Restoration: New Hope for Arid Lands. London: Island Press.

- 3 Phillips S., Comus P. & Dimmitt M. (2012). A Natural History of the Sonoran Desert. Tucson, Arizona, U.S.: Arizona-Sonora Desert Museum Press.
- 4 Stoppato M., Bini A. & Eklund L. (2003). Deserts. Buffalo, New York, U.S.: Firefly Books.
- 5 Eslamian S. & Eslamian F. (2017). Handbook of Drought and Water Scarcity: Principles of Drought and Water Scarcity. Boca Raton, FL: CRC Press.
- 6 Coppola D. (2010). Introduction to International Disaster Management. Amsterdam: Elsevier.
- 7 UNEP (2005). Africa Environment Outlook – Past, present and future perspectives. Nairobi: UN.
- 8 Stocker T., Qin D., Plattner G., Tignor M., Allen S., Boschung J., Nauels A., Xia Y. Bex V. & Midgley P. (2013). Climate Change 2013 The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

Аңдатпа

Мақалада Алматы облысында шөлейттену қаупіне ұшыраған жерлердің алдын ала тексеру қажеттілігін анықтау бойынша талдау жұмыстары келтірілген. Жерлердің шөлейттенуі – бұл климаттың өзгеруі немесе адам қызметі сияқты түрлі факторлардың нәтижесінде жердің тозуы, топырақтың пайдалы қасиеттерін жоғалтуы. Сондай-ақ орманды заңсыз кесу, мал азығына және отынға, орман және дала өрттеріне бұталар мен жартылай бұталарды тамырымен шабуы, елді мекендердің айналасындағы қоқыс тастайтын жерлердің қарастырылмағандығы, топырақ пен жер асты суларының улы заттармен ластануы, көліктің әсері жердің шөлейттенуіне әкеледі. Осы жұмыста жерлердің шөлейттену қаупінен сақтануда мүмкін алдын ала тексеру құралдары сипатталған. Зерттеудің әдістемесі эпистемология және дедукция қағидаларына негізделген. Мақалада Алматы облысында жерлердің шөлейттену қаупімен күресуде алдын ала тексеруді пайдаланғанда ескерілетін көрсеткіштер сипатталған. Зерттеу нәтижесі алдын ала тексерудің техникалық жабдықталу деңгейінің дамуы арқасында көптеген құралдардың, мысалы, орта ажыратымдылықты сканер спектрорадиометрдің (MODIS) бар болуы.

Тірек сөздер: алдын ала тексеру, күрес, жердің шөлейттенуіне қарсы күрес, климат, адам қызметі, жердің шөлейттену қаупі, алдын ала тексеру құралдары.

Abstract

In the article the analytical work to identify the need for remote sensing of lands that are under threat of desertification in Almaty region is made. Desertification is a land degradation and loss of valuable soil properties as a result of various factor such as climate change or human activity. Desertification is also the result of illegal logging, the uprooting of shrubs and semi-shrubs to feed livestock and to be used as fuels, forest and steppe fires, unsystematic recreation, the landfills around populated areas, contamination of soils and groundwaters with toxic substances, the impact of transportation. This paper describes possible tools for sensing land in order to combat desertification. The research target is to find out whether any threat potential of desertification has enough serious consequences to beware of desertification. The research methodology is based on principles of epistemology and deduction. The research practical significance is defining indicators that can be considered while applying remote sensing in Almaty province for fighting and preventing risk of land desertification. The research result illustrates that thanks to development of technologic infrastructure for means of remote viewing there are many instruments for remote sensing such as moderate-resolution imaging spectroradiometer (MODIS).

Key words: remote sensing, desertification, fighting with desertification, climate, human activity, risk of desertification, sensing tools.