

УДК 528.7

**Е. А. Бакытжан,**

горный факультет,

Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова, Республика Казахстан

Научные руководители: д-р геогр. наук, проф. О. В. Мезенцева, Омский государственный педагогический университет;

канд. геогр. наук, ст. преподаватель А. А. Кусаинова,

Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова, Республика Казахстан

## Определение особенностей многолетней изменчивости состояния увлажнения долины реки Иртыш по спутниковым снимкам

**Аннотация.** В статье исследуется состояние увлажнения долины р. Иртыш с применением спутниковых снимков. Анализируются спектральные характеристики и особенности многолетней изменчивости состояния увлажнения почвенно-растительного покрова в долине р. Иртыш. Обсуждается изменчивость степени увлажнения за конкретный период с 1991 по 2022 г. Предлагается использовать данный метод анализа увлажнения для выявления засух и оценки уровня пожароопасности в природных ландшафтах.

**Ключевые слова:** увлажнение, почвенно-растительный покров, река Иртыш, степная зона, спутниковый снимок.

Современные методы анализа показателей влажности, рассчитанные по данным спутниковых снимков, стали новым инструментом, который предоставляет долгосрочную информацию о состоянии влаги в растениях и почве, а также используется для выявления засух и определения результатов их воздействия.

Для установления закономерностей их изменения, в том числе в условиях засухи, была выбрана территория долины р. Иртыш, расположенная в степной природной зоне Северного Казахстана. Проведенные исследования показывают усиление стрессового воздействия засушливых условий на состояние растительности и почвы степной зоны Казахстана в период с 1991 по 2022 г.

Для исследования влаги в растениях и в почве долины р. Иртыш были применены данные спутниковой системы Landsat-8. Спутниковые снимки анализировались по показателям нормализованного разностного индекса влажности (NDMI). Стандартизованный индекс различий увлажненности (NDMI) чувствителен к уровням влажности растений и почвы. Используется для наблюдения за засухой, а также показывает уровень пожароопасности в природных ландшафтах. Он использует каналы NIR и SWIR для создания фактора, предназначенного для

уменьшения освещения и атмосферных воздействий [1, с. 241].

На рисунке 1а показано состояние степени увлажнения растительности и почвы в долине р. Иртыш за 5 июля 1991 г. Согласно метеорологическим данным, средняя температура воздуха за предыдущие 30 дней до даты создания спутникового снимка достигала 22 °С, общее количество осадков — 25 мм, что составляет около 51 % от нормы, равной 49 мм. До создания спутникового снимка предыдущий месяц был сухим, что подтверждается описательным значением спектральной яркости в ближнем и среднем инфракрасном диапазоне спектра на снимке (области, богатые влагой, были окрашены в насыщенный синий цвет), указывающим на неоднородность влаги в растениях и почве (наличие на снимке многочисленных спектров среднего инфракрасного канала) [2].

На рисунке 1б показана изменчивость влажности растительности и почв долины р. Иртыш от 18 августа 2013 г. Согласно метеорологическим данным, средняя температура воздуха за предыдущие 30 дней до даты создания спутникового снимка достигала 19 °С (норма — 21 °С), чуть ниже нормы, и общее количество осадков составило 79 мм (норма — 40 мм), что представляет 200 % от нормы. До создания данного снимка предыдущий

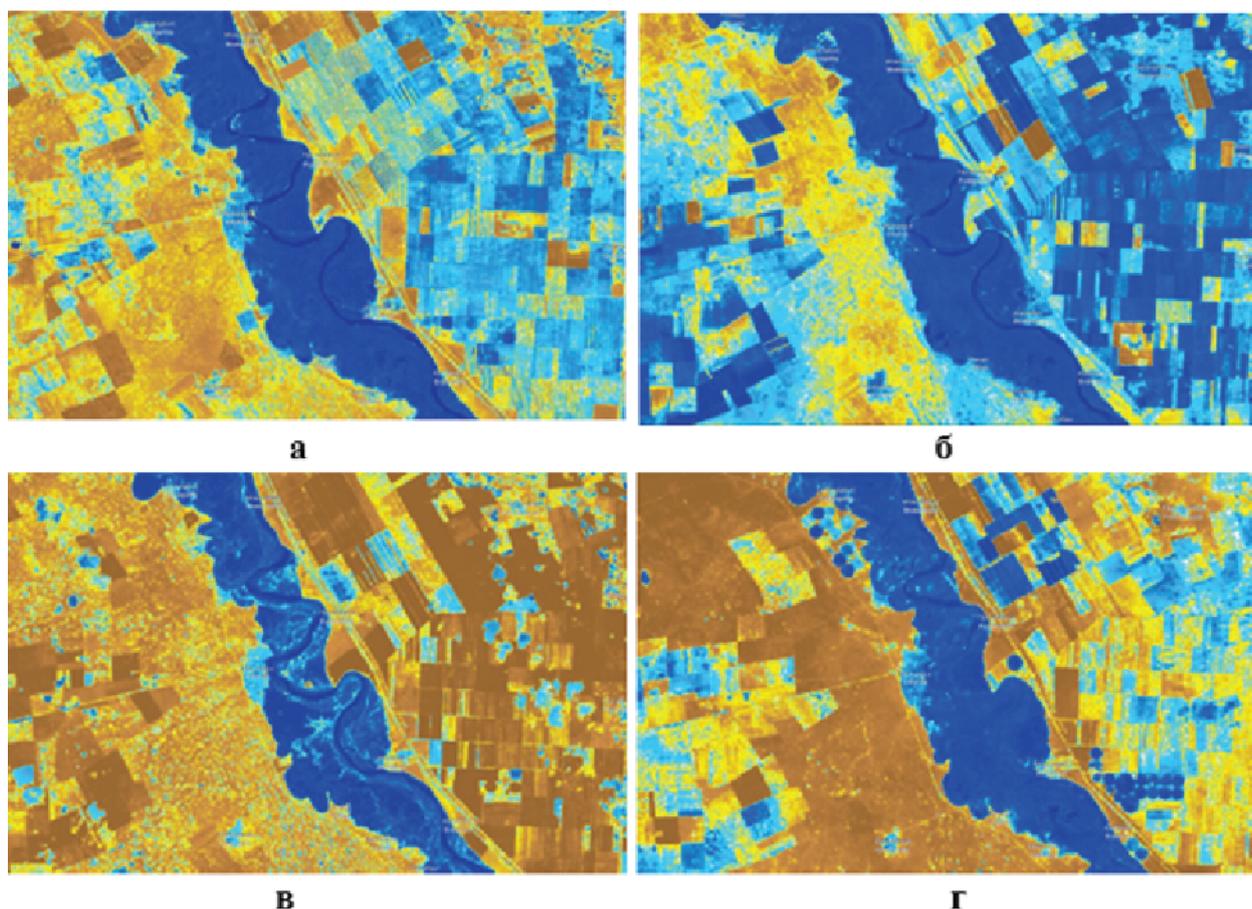


Рис. 1. Изменчивость увлажнения в долине р. Иртыш: а — от 5 июля 1991 г. (сухой месяц); б — от 18 августа 2013 г. (средний месяц по влажности); в — от 7 июня 2016 г. (очень сухой месяц); г — от 26 июля 2022 г. (сухой месяц)

месяц был влажным. На снимке области, богатые влагой, окрашены в голубой и синий цвета, показывающие среднюю степень увлажнения растительности и почвы.

На рисунке 1в показано состояние увлажнения растительного покрова и почвы долины р. Иртыш на 7 июня 2016 г. Согласно метеорологическим данным, средняя температура воздуха за предыдущие 30 дней до даты создания спутникового снимка достигала  $17^{\circ}\text{C}$  (норма —  $8^{\circ}\text{C}$ ), почти в два раза выше нормы, и общее количество осадков составило 45 мм (норма — 38 мм), что представляет около 118 % от нормы. Месяц, прошедший до создания снимка, был очень сухим, что подтверждается характерным значением присутствия большинства спектров каналов ближнего и среднего инфракрасного диапазона на снимке, показывающим очень низкий индекс влажности.

На рисунке 1г показана многолетняя изменчивость растительного покрова и влажности почвы долины р. Иртыш на 26 июля 2022 г. Средняя температура воздуха за предыдущие 30 дней до даты создания спутникового снимка составила  $20^{\circ}\text{C}$ ,

общее количество осадков — 39 мм, что представляет около 74 % от нормы (53 мм). Спектральная яркость в ближнем и среднем инфракрасном диапазоне спектра на снимке указывает на низкую степень влажности в растениях и почве. Графики на рисунке 1 (а, б, в, г) показывают динамику значения индекса NDMI за 1991–2022 гг.

По результатам исследования особенностей многолетней изменчивости состояния увлажнения растительного покрова и почвы в долине р. Иртыш за период с 1991 по 2022 г. сделаны следующие выводы:

- температура воздуха и количество осадков за предыдущие 30 дней до даты создания спутникового изображения напрямую влияют на расчетный показатель влажности NDMI (степень влажности растений и почвы);
- чем ниже температура воздуха (или соответствует норме) и количество осадков выше нормы для определенной территории, тем выше показатель влажности;
- в многолетнем периоде была выявлена следующая особенность: ранний исследуемый

период (1991) оказался сухим и сильно засушливым; средние исследуемые периоды (2013) были влажными; более поздние исследуемые периоды (2016, 2022) оказались очень сухими. Тем не менее в долгосрочном периоде трудно обозначить какую-

либо системность в наступлении сухого и влажного периодов, так как на увлажнение территории, наряду с метеорологическими элементами, влияют еще и характеристики теплового и водного баланса, рельеф и антропогенный фактор.

1. Мезенцева О. В., Кусаинова А. А., Галиуллина К. Р. Исследование влагозапаса в растительном покрове на территории Казахстана с применением спутниковых снимков // Безопасный Север — чистая Арктика : материалы V Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. — Сургут : Сургут. гос. ун-т, 2023. — С. 240–244.

2. Официальный сайт интерактивного сервиса LandsatApp. — URL: <https://livingatlas2.arcgis.com/landsatviewer/> (дата обращения: 26.03.2024).