

СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

*К. Б. Рысбеков, С. Б. Касенова, К. Б. Ауесхан, А. Б. Тойшы,
Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан*

Аннотация: Приведены предварительные результаты оценки характера и динамики изменения растительного покрова территории Алаколь на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Рассмотрена необходимость использования географических информационных систем (ГИС), отвечающая современному уровню развития науки и техники. Результаты свидетельствуют о восстановлении растительного покрова после завершения строительства пансионатов и множества баз отдыха. Отмечено хорошее восстановление травяного покрова.

Ключевые слова: озеро, побережье, зона отдыха, строительство, растительный покров, космические снимки, дешифрирование, геоинформационные системы.

Для цитирования: Рысбеков К. Б., Касенова С. Б., Ауесхан К. Б., Тойшы А. Б. Составление карты динамики растительного покрова по данным дистанционного зондирования Земли // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 2.С. 10-13. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_10_13.

DRAWING UP A MAP OF VEGETATION DYNAMICS BASED ON EARTH REMOTE SENSING DATA

*K. B. Rysbekov, S. B. Kasenova, K. B. Aueskhan, A. B. Toishy,
Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan*

Abstract: Preliminary results of assessing the nature and dynamics of changes in the vegetation cover of the Alakol territory based on Earth remote sensing (ERS) data are presented. The need to use geographic information systems (GIS) that meet the modern level of development of science and technology is considered. The results indicate the restoration of vegetation cover after the completion of the construction of boarding houses and many recreation centers. Good restoration of grass cover was noted.

Keywords: lake, coast, recreation area, construction, vegetation cover, satellite images, interpretation, geographic information systems.

For citation: Rysbekov K. B., Kasenova S. B., Aueskhan K. B., Toishy A. B. Drawing up a map of vegetation dynamics based on Earth remote sensing data. Surveying and subsoil use. 2024;(2):10-13. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_2_10_13.

Алаколь — горько-солёное бессточное озеро Казахстана, расположенное на Балхаш-Алакольской низменности, находится на границе Абайской и Жетысуской областей, в восточной части Балхаш-Алакольской котловины в юго-восточном Казахстане. Оно раскинулось в долине Джунгарского Алатау в окружении невысоких предгорий. Рассматриваемое озеро является вторым по величине среди водоемов Казахстана и единственным глубоководным среди бессточных озёр республики. Береговая линия озера Алаколь отличается большой изрезанностью, образует многочисленные полуострова, мысы, косы, заливы и бухты. Минерализованные воды обширного водоема, обилие целебных источников и впечатляющие ландшафты обусловили создание на берегах озера курортной зоны.

С 2020 года интенсивно начала развиваться инфраструктура озера Алаколь. Сегодня в этом удаленном от крупных городов регионе развивается туризм, строится огромное количество мест для отдыха: санатории, отели, пансионаты.

Любое строительство приводит к значительным изменениям естественных ландшафтов, а его эксплуатация несет в себе риски, которые могут привести к локальной или даже региональной экологической катастрофе. В условиях горного рельефа и обильных осадков высока интенсивность развития экзогенных геологических процессов (эрозия, оползни и др.) [1-3]. Поэтому крайне важно изучение поверхности космической системой — методом дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Дистанционное изучение земель широко используется в решении вопросов безопасности, обороны, энергетики, использования недр. Для наблюдения за Землей применяются дистанционные методы. На сегодняшний день данные дистанционного зондирования получают с искусственных спутников Земли [4, 5]. Благодаря высоте полета искусственный спутник Земли охватывает большое масштабное пространство, скорость полета и возможность транслировать несколько спектральных

зон позволяют получить ценные данные больших размеров [6-9].

Современные данные дистанционного зондирования дают быструю и достоверную информацию о растительном покрове на большой территории. Оно широко используется в изучении сельскохозяйственных угодий, природных и техногенных зон, рациональном использовании и рациональном планировании земель, организации различных сельскохозяйственных мероприятий. Процесс сбора данных дистанционного зондирования и их использование осуществляется в географических информационных системах (ГИС). Материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), структурная схема которого изображена на *рисунке 1*, являются частью большой системы сбора, переработки, регистрации и использования данных.

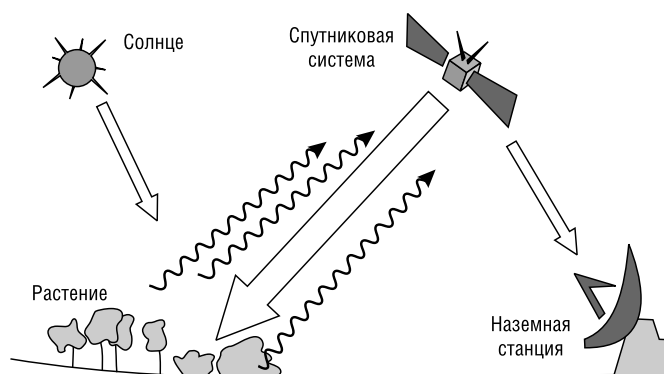


Рис. 1. Структурная схема системы дистанционного зондирования

Fig. 1. Block diagram of the remote sensing system

Цель работы: анализ изменения состояния растительного покрова, определяемого по количеству фотосинтетически активной биомассы (расчет NDVI) на основе данных ДЗЗ.

Методы исследования: дешифрирование и анализ снимков с космических аппаратов семейства Landsat и Sentinel-2 за период с 2000 по 2020 год, геоинформационное картографирование изменения состояния растительности на платформе Google earth engine.

В ходе исследования решались такие задачи, как [10-12]:

- ✦ подбор разновременных космических снимков среднего разрешения на район исследования;
- ✦ анализ хода изменений NDVI на территории озера Алаколь;
- ✦ выполнение работ для получения фактических результатов о современном состоянии растительного покрова изучаемого объекта.

Основными материалами послужили спутниковые снимки за 2000, 2010 и 2020 года, полученные с космических аппаратов семейства Landsat и Sentinel-2 (*рис. 2, 3, см. цветную вклейку стр. 25*).

Далее были рассчитаны индексы NDVI и SAVI для изображений, полученных Landsat-7 и Sentinel-2.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормализованный относительный индекс растительности т.е. простой количественный показатель количества фотосинтетической активной биомассы. Это один из наиболее распространенных и широко используемых индексов для решения задач показателей растительности, рассчитывается по следующей формуле

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

где *NIR* – отражение растительности в инфракрасной области спектра; *RED* – отражение в красной области спектра.

SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index) – это индекс растительности, который пытается уменьшить влияние яркости почвы с помощью поправочного коэффициента яркости почвы. Его часто используют в пустынных районах, где мало растительности. Рассчитывают по следующей формуле, а результаты находятся в диапазоне от -1,0 до 1,0.

$$SAVI = ((NIR - Red) / (NIR + Red + L)) \times (1 + L), \quad (2)$$

где *NIR* – отражение в инфракрасном диапазоне спектра; *Red* – отражение в красной области спектра; *L* – ценность зеленой растительности.

Динамика изменения состояния растительности в результате воздействия интенсивного строительства зоны отдыха определена с помощью дешифрирования космических снимков на всей территории озера Алаколь [13, 14]. Основываясь на его изменениях, на наблюдаемой территории построены схемы, позволяющие оценить состояние растительного покрова в 2000, 2010 и 2020 годах соответственно (*рис. 4, 5, см. цветную вклейку стр. 26-27*).

По *рисункам* видно, что пространственное разрешение Sentinel выше, чем у Landsat. Пространственное разрешение Sentinel – 10-60 м, пространственное разрешение Landsat – 15-60 м. Поскольку Landsat был запущен 23 июля 1972 года, это позволяет нам получать снимки с 1972 года по настоящее время. А Sentinel запущен в 2015 году, поэтому мы можем наблюдать только снимки за последние 7-8 лет. То есть контролируемый диапазон у этого спутника меньше, чем у Landsat [15-17]. Таким образом, в этой работе с помощью Google earth engine были подсчитаны вегетационные индексы по спутникам Landsat и Sentinel-2 с 2000 по 2020 год, изучены изменения растительного покрова озера Алаколь.

Выводы

Использование вегетационного индекса, рассчитанного на основе периодических космических съемок, позволило наглядно представить состояние растительного покрова и динамику его восстановления на исследуемом объекте.

Отмечено хорошее восстановление растительного покрова на территории озера Алаколь после завершения строительства зоны отдыха. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Амиргалиев, Н. А. Ихтиофауна и экология Алакольской системы озер / Н. А. Амиргалиев, С. Р. Тимирханов, Ш. А. Альпейсов. - Алматы: Бастау, 2006. - 368 с.
2. Глобально значимые водно-болотные угодья Казахстана (Алаколь-Сасыккольская система озер). - Астана, 2007. - 271 с.

3. Бабкин, А. В. Поверочный и фактический прогноз уровня воды озера Алаколь на ближайшую перспективу / А. В. Бабкин, А. С. Мадибеков, К. А. Мусакулкызы. // Гидрогеология и экология. - 2017. - № 3. - С. 60-65.
4. Чурсин, И. Н. Деформационный спутниковый мониторинг нарушенных земель в районе Кузнецкого бассейна / И. Н. Чурсин // Маркшейдерия и недропользование. - 2021. - № 1 (111). - С. 50-55.
5. Мусихин, В. В. Оценка точности определения оседаний земной поверхности Риддерского ГОКа по результатам интерферометрической обработки данных космического радиолокационного зондирования / В. В. Мусихин, В. А. Тютюкова, Н. М. Харина // Маркшейдерия и недропользование. - 2023. - № 1 (123). - С. 57-63.
6. Охраняемые природные территории Средней Азии и Казахстана [Электронный ресурс]. - URL: <http://iucnca.net/inforeserve165> (дата обращения: 16.05.2022).
7. Нурпеисова, М. Б. Космическая геодезия: учебник / М. Б. Нурпеисова. - Алматы: КазННТУ, 2019. - 250 с.
8. Лурье, И. К. Теория и практика цифровой обработки изображений / И. К. Лурье, А. Г. Косиков // Дистанционное зондирование и географические информационные системы. - М.: Научный мир, 2003. - 166 с.
9. Баймаганбетова, Г. А. Данные дистанционного зондирования Земли для оценки состояния зеленых насаждений г. Астана / Г. А. Баймаганбетова, Е. И. Голубева, М. В. Зимин // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении, лесном хозяйстве и экологии: материалы 6-й Всероссийской (с международным участием) конференции / ИКИ РАН. - М., 2016. - С. 88-91.
10. Generating synthetic Landsat images based on all available Landsat data: Predicting Landsat surface reflectance at any given time / Z. Zhu et al. // Remote Sensing of Environment. - 2015. - Vol. 162. - P. 67-83.
11. Vanhellemont, Q. Advantages of high quality SWIR bands for ocean colour processing: Examples from Landsat-8 / Q. Vanhellemont, K. Ruddick // Remote Sensing of Environment. - 2015. - Vol. 161. - P. 89-106.
12. Баширова, Ч. Ф. Индекс NDVI для дистанционного мониторинга растительности / Ч. Ф. Баширова // Молодой ученый. - 2019. - № 31 (269). - С. 30-31.
13. Баборыкин, М. Ю. Сходимость результатов дистанционного метода дешифрирования с полевыми работами на линейном объекте. На примере оползневого участка / М. Ю. Баборыкин // Изв. Томского политехнического ун-та. Инжиниринг георесурсов. - 2020. - Т. 331, № 7. - С. 161-175.
14. Долгополов, Д. В. Использование данных дистанционного зондирования Земли при формировании геоинформационного пространства трубопроводного транспорта / Д. В. Долгополов // Вестник СГУГиТ. - 2020. - Т. 25, № 3. - С. 151-159.
15. Берлянт, А. М. Картографический метод исследования / А. М. Берлянт. - М.: МГУ, 1970. - 251 с.
16. Landsat Science (Website NASA (National Aeronautics and Space Administration) [Electronic resource]. - URL: <https://landsat.gsfc.nasa.gov> (accessed: 20 April, 2022).
17. Sentinel Missions. Website ESA (European Space Agency) [Electronic resource]. - URL: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2> (accessed: 20 April, 2022).

REFERENCES

1. Amirgaliev NA, Timirkhanov SR, Alpeisov ShA. Ichthyofauna and ecology of the Alakol lake system. Almaty: Bastau, 2006 (In Russ.).
2. Globally significant wetlands of Kazakhstan (Alakol-Sasykkol lake system). Astana, 2007 (In Russ.).
3. Babkin AV, Madibekov AS, Musakulkyzy KA. Verification and actual forecast of the water level of Lake Alakol in the near future. *Hydrogeology and ecology*. 2017;3:60-5 (In Russ.).
4. Chursin IN. Deformational satellite monitoring of disturbed lands in the Kuznetsk basin area. *Surveying and subsoil use*. 2021;1(111):50-5 (In Russ.).
5. Musikhin VV, Tyutyukova VA, Kharina NM. Assessment of the accuracy of determining the subsidence of the Earth's surface of the Riddersky GOK based on the results of interferometric processing of space radar sensing data. *Surveying and subsoil use*. 2023;1(123):57-63 (In Russ.).
6. Protected natural territories of Central Asia and Kazakhstan. Available from: <http://iucnca.net/inforeserve165> (In Russ.).
7. Nurpeisova MB. Space geodesy (textbook). Almaty: KazNITU, 2019 (In Russ.).
8. Lurie IK, Kosikov AG. Theory and practice of digital image processing. *Remote sensing and geographic information systems*. Moscow: Scientific World, 2003 (In Russ.).
9. Baimaganbetova GA, Golubeva EI, Zimin MV. Earth remote sensing data for assessing the state of green spaces in Astana. *Materials of the 6th All-Russian (with international participation) Conference «Aerospace methods and Geoinformation technologies in forest vision, Forestry and Ecology»*, ICI RAS. Moscow;2016:88-91 (In Russ.).
10. Zhu Z. et al. Generating synthetic Landsat images based on all available Landsat data: Predicting Landsat surface reflectance at any given time. *Remote Sensing of Environment*. 2015; 162:67-83.
11. Vanhellemont Q., Ruddick K. Advantages of high quality SWIR bands for ocean colour processing: Examples from Landsat-8. *Remote Sensing of Environment*. 2015;161:89-106.
12. Bashirova ChF. NDVI index for remote monitoring of vegetation. *Young Scientist*. 2019;31 (269):30-1 (In Russ.).
13. Boborykin MYu. Convergence of the results of the remote decoding method with field work on a linear object. On the example of a landslide site. *Izv. Tomsk Polytechnic University. Georesource engineering*. 2020;331(7):161-75 (In Russ.).
14. Dolgoplov DV. The use of Earth remote sensing data in the formation of the geoinformation space of pipeline transport. *Bulletin of SGUGiT*. 2020;25(3):151-59 (In Russ.).
15. Berlyant AM. Cartographic method of research. Moscow: Moscow State University, 1970 (In Russ.).
16. Landsat Science (Website NASA (National Aeronautics and Space Administration). Available from <https://landsat.gsfc.nasa.gov> (accessed 20 April, 2022).
17. Sentinel Missions. Website ESA (European Space Agency). Available from: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2> (accessed 20 April 2022).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Рысбеков Канай Бахытович:
кандидат технических наук,
профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: K.Rysbekov@satbayev.university



Касенова Сая Бериккызы:
бакалавр технических наук,
магистрант
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: saya_kassenova@mail.ru,
<https://orcid.org/0009-0008-0962-4713>



Ауесхан Карлыгаш Бакыткызы:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: karlygash.auyeskhan@gmail.com



Тойшы Аяулым Бегимбеткызы:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан, e-mail:
ayaulym.toyshy@bk.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Rysbekov Kanai Bakhytovich:
Candidate of Technical Sciences,
Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: K.Rysbekov@satbayev.university

Kassenova Sая Berikkyzy:
Bachelor of Technical Sciences,
master's student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: saya_kassenova@mail.ru,
<https://orcid.org/0009-0008-0962-4713>

Aueskhan Karlygash Bakytkyzy:
PhD doctoral student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: karlygash.auyeskhan@gmail.com

Toishy Ayaulym Begimbetkyzy:
PhD doctoral student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: ayaulym.toyshy@bk.ru

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей / The authors declare the equal contribution of everyone to the work on the article.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.



УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»
был создан 3(16) июля 1914 г. в Екатеринбурге.

Факультеты: ГОРНО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ (ГМФ),
ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ (ГТФ),
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ (ИЭФ), ФАКУЛЬТЕТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ (ФГиГ).

Контакты : +7 (343) 257-25-47, +7 (343) 283-06-06, e-mail: office@ursmu.ru; rector@ursmu.ru, <http://www.ursmu.ru/sveden/common>



WWW.N-GN.RU