

УДК 528.854.4; 528.873; 528.8

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-49-53>

Кабжанова Г.Р.<sup>1</sup>,  
Курмашева А.Ж.<sup>1</sup>,  
Алибаева М.Т.<sup>1</sup>,  
Бисембаев А.Т.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> АО «Национальная компания «Казakhstan Карыш Сапары», пр. Туран, 89, г. Нур-Султан, Казахстан  
E-mail: gurashkab@mail.ru

<sup>2</sup> ТОО «Научно-производственный центр животноводства и ветеринарии», ул. Кенесары, 40, г. Нур-Султан, Казахстан  
E-mail: npczhiv@mail.ru

**Ключевые слова:** пастбищные угодья, состояние пастбищ, продуктивность пастбищ, деградация, космический мониторинг, дистанционное зондирование Земли

**Для цитирования:** Кабжанова Г.Р., Курмашева А.Ж., Алибаева М.Т., Бисембаев А.Т. Космические снимки как один из инструментов оценки состояния пастбищных угодий Казахстана. *Аграрная наука.* 2022; 359 (5): 49–53.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-49-53>

**Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи, несут равную ответственность за плагиат и представленные данные.**

**Авторы объявили, что нет никаких конфликтов интересов.**

Gulnara R. Kabzhanova<sup>1</sup>,  
Aisulu Zh. Kurmasheva<sup>1</sup>,  
Meruyert T. Alibayeva<sup>1</sup>,  
Anuarbek T. Bisembaev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> JSC “National Company “Kazakhstan Gharysh Sapary”, Turan av., 89, Nur-Sultan, Kazakhstan  
E-mail: gurashkab@mail.ru

<sup>2</sup> LLP “Research and Production Center of Livestock and Veterinary Medicine”, Kenesary st., 40, Nur-Sultan, Kazakhstan  
E-mail: npczhiv@mail.ru

**Key words:** rangelands, pasture conditions, pasture productivity, degradation, space monitoring, Earth remote sensing

**For citation:** Kabzhanova G.R., Kurmasheva A.Zh., Alibayeva M.T., Bisembaev A.T. Space images as one of the tools for the rangelands condition assessment in Kazakhstan. *Agrarian Science.* 2022; 359 (5): 49–53. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-49-53>

**The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism and presented data.**

**The authors declare no conflict of interest.**

## Космические снимки как один из инструментов оценки состояния пастбищных угодий Казахстана

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Казахстан располагает огромными пастбищными ресурсами, что, в свою очередь, требует правильного управления и регулирования. Засуха, климатические изменения, деградация растений и снижение качества пастбищных ресурсов вызвали дефицит корма и привели к массовой гибели скота в 2021 году. Отсутствие актуальной информации о состоянии пастбищных угодий является основной проблемой для Казахстана. Использование данных дистанционного зондирования Земли дает возможность получения важной информации о динамических и пространственных характеристиках пастбищной растительности. Методическое обоснование данных ДЗЗ для оценки пастбищных угодий легло в основу проведенных исследований. Детальные и регулярно обновляемые результаты оценки состояния пастбищных угодий по данным космического мониторинга повысят эффективность использования пастбищных ресурсов страны.

**Материалы и методы.** Для дистанционной оценки пастбищных угодий использованы следующие методы: картографический, географический, математический, методы пространственного анализа данных ДЗЗ и геоинформационного проектирования. Для картирования основных показателей пастбищных угодий Павлодарской области РК в качестве данных дистанционного зондирования Земли были применены оптические космические снимки со спутников KazEOSat-2, Sentinel-2 за 2021 год, результаты полевого обследования, онлайн-платформы «Land Viewer» от компании EOS и «Earth Explorer» от USGS.

**Результаты.** В настоящей статье приведены результаты использования методов космического мониторинга для оценки состояния и продуктивности пастбищных угодий на примере одной области Казахстана. Обоснованы методы интерпретации данных ДЗЗ с использованием данных полевого дешифрирования и верификации данных, исходных картографических данных и геоботанического анализа эталонных территорий. Приводятся основные этапы обработки данных. По результатам работ разработаны карты-схемы основных показателей пастбищ изучаемой территории по данным ДЗЗ, сформирована информация по параметрам продуктивности пастбищных угодий изучаемой территории.

## Space images as one of the tools for the rangelands condition assessment in Kazakhstan

### ABSTRACT

**Relevance.** Kazakhstan possesses enormous pasture resources, which in turn requires proper management and regulation. Drought, climate change, plant degradation and declining grazing resources have led to a shortage of feed, which led to massive livestock deaths in 2021. Lack of up-to-date information on the condition of rangelands is the main problem for Kazakhstan. The use of Earth remote sensing data makes it possible to obtain important information about the dynamic and spatial characteristics of pasture vegetation. Methodological substantiation of remote sensing data for the assessment of pasture lands formed the basis of the conducted research. Detailed and regularly updated results of assessing the rangelands condition based on space monitoring data will increase the efficiency of using the country's pasture resources.

**Materials and methods.** For remote assessment of pasture lands the following methods were used: cartographic, geographical, mathematical, methods of spatial analysis of remote sensing data and geoinformation design. Optical images from KazEOSat-2 and Sentinel-2 satellites for 2021, the results of a field survey, online platforms Land Viewer from EOS and Earth Explorer from USGS were used to mapping the main indicators of pasture lands of the Pavlodar region of the Republic of Kazakhstan as a remote sensing data.

**Results.** This article presents the results of using space monitoring methods to assess the condition and productivity of rangelands on the example of one region of Kazakhstan. Interpretation methods of remote sensing data using field data decryption and verification of data, initial cartographic data and geobotanical analysis of reference territories have been substantiated. The main stages of data processing are presented. Based on the results of the work, schematic maps of the main indicators of the pastures of the studied territory were developed according to remote sensing data, information was formed on the parameters of the productivity of the pastures of the studied territory.

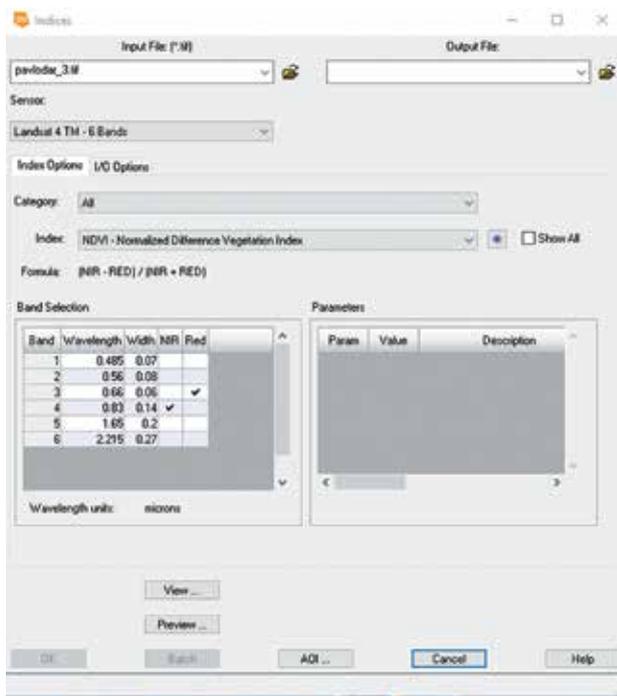
Поступила: 23 ноября 2021  
Принята к публикации: 25 апреля 2022

Received: 23 November 2021  
Accepted: 25 April 2022



Рис. 3. Процесс расчета NDVI в ПО «Erdas IMAGINE»

Fig. 3. NDVI calculation process in Erdas IMAGINE software



Пространственное разрешение съемочной системы варьирует от 10 до 60 м в зависимости от спектрального диапазона, ширина полосы захвата — 290 км. Сочетание относительно высокого пространственного и высокого спектрального разрешения, значительной полосы захвата является уникальным преимуществом съемочной системы Sentinel-2.

Для анализа состояния пастбищных угодий использованы данные ДЗЗ с платформ «Land Viewer» от компании EOS (<https://eos.com/landviewer>) и «Earth Explorer» от USGS (Служба геологической съемки США) (<https://earthexplorer.usgs.gov>).

«Land Viewer» — это современный источник спутниковых данных и аналитики на основе AI (рис. 1). Сервис представлен EOS, одним из ключевых официальных дистрибьюторов спутниковых снимков высокого разрешения. Это снимки со спутников CBERS-4, Sentinel-1, 2, MODIS/NAIP, Landsat-7, 8, а также Landsat-4, 5 для исторических снимков. Среди наборов снимков — SPOT-5–7, Pleiades-1, Kompsat-2, 3, 3A, SuperView-1. Максимальное пространственное разрешение достигает 40 см на пиксель.

KazEOSat-2 (Kazakhstan Earth Observation Satellite — казахстанский спутник наблюдения Земли) — второй казахстанский спутник дистанционного зондирования Земли, создан по заказу Правительства Республики Казахстан на базе спутниковой платформы «SSTL-150+» британской компанией «SSTL». Запуск КА ДЗЗ среднего разрешения KazEOSat-2 состоялся 20 июня 2014 года с российской пусковой базы «Ясный». Его снимки представляют собой мультиспектральные (5 каналов) данные среднего пространственного разрешения (6,5 метров на пиксель) с повторяемостью съемки 1 раз в 3–5 дней и размером сцены 77 × 77 км. Данные KazEOSat-2 имеют уровень обработки Level 1G (L1G), предоставляющий радиометрическую и геометрическую коррекцию.

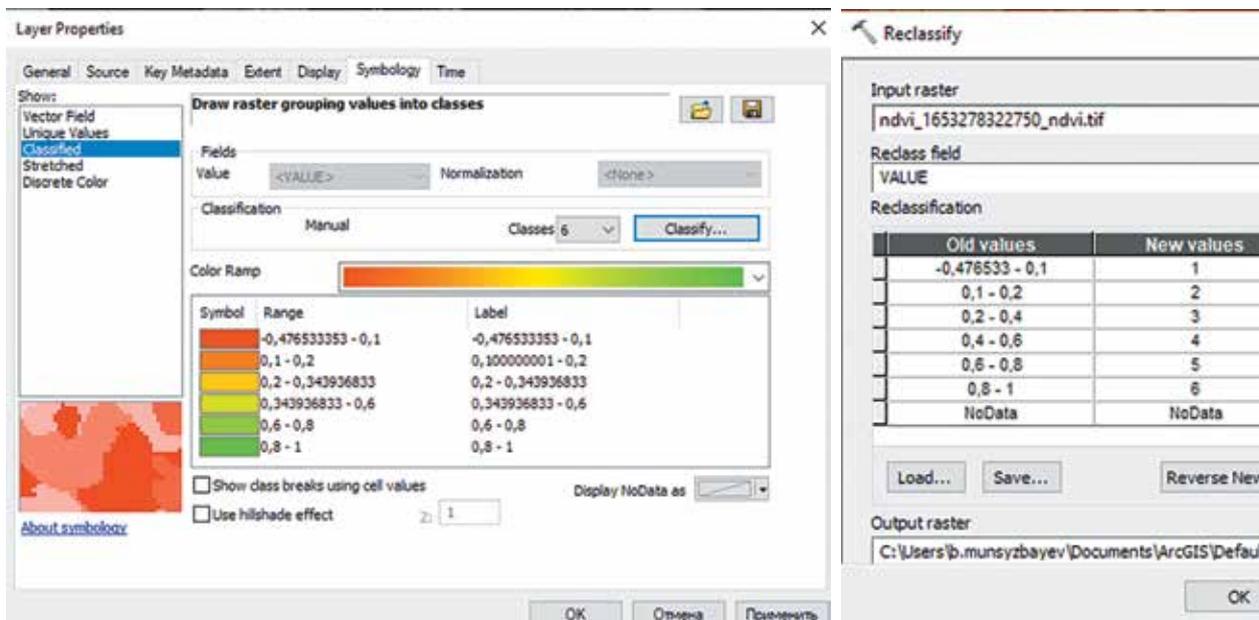
### Результаты

Объектом мониторинга являются пастбищные ресурсы Павлодарской области РК. Для создания базовой карты (подложки) зоны интереса по космическим снимкам с выполнением цветового уравнивания и построением линий сшивок для минимизации различий между отдельными снимками были созданы мозаики в ПО «Erdas IMAGINE» (рис. 2).

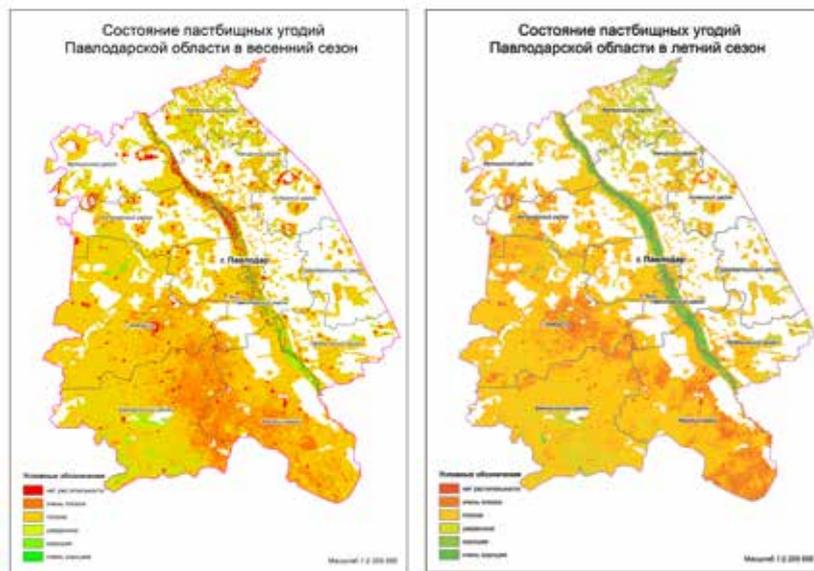
Для разового и полного покрытия зоны интереса (Павлодарская область) требуется 22 сцены снимков. Мозаики космических снимков, содержащих мультиспектральные каналы, были созданы для расчета вегетационных индексов. Для достоверной оценки пастбищ в весенний и летний сезоны 2021 года подбирались снимки с минимальной облачностью (не больше 10%).

Рис. 4. Процесс реклассификации раstra в ПО «ArcGIS Desktop»

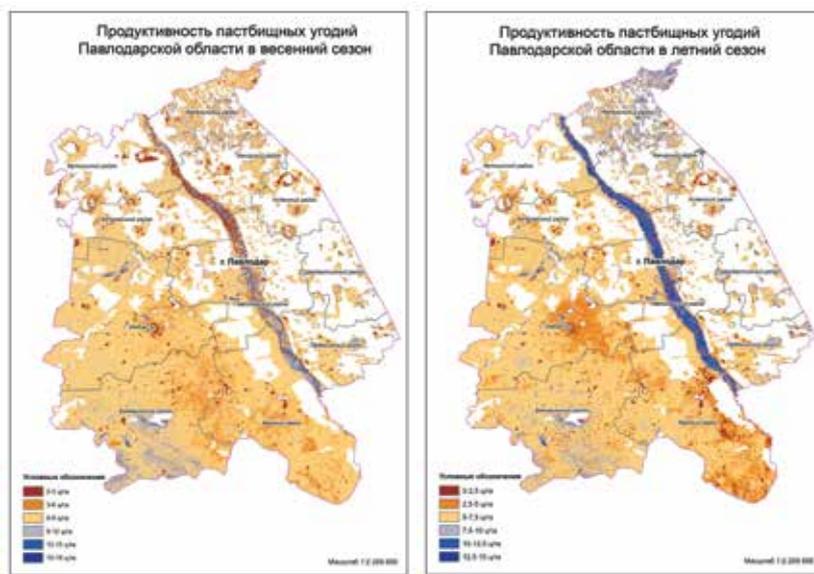
Fig. 4. Raster reclassification process in ArcGIS Desktop software



**Рис. 5.** Карты-схемы состояния пастбищных угодий Павлодарской области (весна, лето)  
**Fig. 5.** Schematic maps of the condition of pasture lands in Pavlodar region (spring, summer)



**Рис. 6.** Карты-схемы продуктивности пастбищных угодий Павлодарской области (весна, лето)  
**Fig. 6.** Schematic maps of the condition of pasture lands in Pavlodar region (spring, summer)



При оценке состояния пастбищных угодий использовался вегетационный индекс NDVI [9, 10], который применяется для оценки степени развития биомассы растений. Расчет индекса NDVI проводился в ПО «Erdas IMAGINE» с помощью инструмента «Indices» (рис. 3).

По значениям индекса NDVI проводилась классификация растрового изображения в ПО «ArcGIS Desktop» с помощью набора инструментов «ArcToolbox» по 6 классам оценки состояния: очень хорошее состояние, хорошее состояние, удовлетворительное состояние, плохое состояние, очень плохое состояние и нет растительности (рис. 4).

Для достоверной интерпретации данных ДЗЗ по оценке основных показателей пастбищных угодий (состояние, продуктивность и степень деградации), для количественной и качественной характеристики значе-

ний вегетационных индексов проведен сбор наземных данных на контрольных полигонах (порядка 120 полигонов) методом маршрутного обследования на территории Павлодарской области. Эталонные полигоны формировались на однородной ландшафтной принадлежности с детализацией описания растительного покрова. В качестве методической основы использовались традиционные методы геоботанических исследований [3]: описания фитоценозов, ландшафтно-экологическое профилирование. На основе полученных данных выявлены определенные зависимости между данными подспутникового обследования и спектральными характеристиками эталонных участков, которые были применены для описания и интерпретации данных ДЗЗ при мониторинге пастбищ области. Таким образом, каждое значение вегетационного индекса было обосновано путем полевой индексации растительных сообществ.

При оценке степени деградации пастбищной растительности использовались выражения, где учтены показатели растительного покрова (NDVI), влажность подстилающей поверхности, производные от них, деградация по NDVI и по влажности, а также красный канал изображения, чувствительный к открытым почвам. При оценке продуктивности пастбищной растительности использовался индекс GNDVI. Далее проводилась обучаемая классификация и дешифрирование снимков с верификацией полевых данных по показателям продуктивности (в ц/га) пастбищной растительности.

Необходимо отметить, что условия раннелетней засухи, высоких температур в 2021 году серьезно отразились на качестве пастбищной растительности.

Таким образом, в Павлодарской области по данным ДЗЗ в весенний сезон 2021 г. 68,2% пастбищных угодий находилось в плохом состоянии, 14,0% угодий — в очень плохом состоянии. В летний сезон показатели изменились в незначительной степени: 66,6% угодий — в плохом состоянии, 12,7% — в очень плохом состоянии. Площадь деградированных пастбищных угодий Павлодарской области по данным ДЗЗ составила весной 931,3 тыс. га, летом — 2023,1 тыс. га. Показатели средней продуктивности пастбищных угодий по данным ДЗЗ оценивались в весенний сезон как 7,4 ц/га, в летний сезон — 6,4 ц/га.

По результатам спутниковой оценки состояния, продуктивности и деградации пастбищных угодий зоны интереса были разработаны карты-схемы основных показателей пастбищ изучаемой территории (рис. 5, 6).

**Вывод**

Исследования, результаты которых отражены в статье, проводились в рамках программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по научно-технической программе BR10764915 «Разработка новых технологий восстановления и рационального использования пастбищ (использование пастбищных ресурсов)».

В рамках исследований разработан научно обоснованный способ оценки основных показателей паст-

бищных угодий зоны сухих степей на основе применения данных дистанционного зондирования из космоса, что позволяет получать детальные и регулярно обновляемые результаты мониторинга для эффективного управления и использования пастбищных ресурсов. Оперативность и одновременный охват большой территории, достоверность и цифровой формат оценки решат ряд проблем в управлении пастбищными ресурсами на различных уровнях: от районного до республиканского.

**ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES**

1. Режим доступа: <https://informburo.kz/novosti/tokaev-kazakhstan-zanimaet-pyatoe-mesto-v-mire-po-ploshchadi-pastbishch-no-ispolzuet-tolko-40-iz-nih.html> [Дата обращения 05.11.2021]. [Available from: <https://informburo.kz/novosti/tokaev-kazakhstan-zanimaet-pyatoe-mesto-v-mire-po-ploshchadi-pastbishch-no-ispolzuet-tolko-40-iz-nih.html> [Accessed 05.11.2021]. (in Russ.)].
2. Чех Е. Устинка LIVE. Режим доступа: <https://ustinka.kz/kazakhstan/society/67881.html>. [Czech E. Ustinka LIVE. Available from: <https://ustinka.kz/kazakhstan/society/67881.html> [Accessed 05.11.2021]. (in Russ.)].
3. Ali I., Cawkwell F., Dwyer E., Barrett B., Green S. Satellite remote sensing of grasslands: from observation to management. *Journal of Plant Ecology*. Volume 9, Issue 6, 2016, 649–671.
4. Meng B., Liang T., Ge J., Gao J., Yin J. Evaluation of above ground biomass estimation accuracy for alpine meadow based on MODIS vegetation indices 2 data and methods. *ITM Web of Conferences*, 12. 2017, 0-5.
5. Baktybekov K., Kabzhanova G., Aimbetov A., Kabdulova G., Tanat N. Application of space technologies in monitoring of agricultural resources of the republic of Kazakhstan. *ArcReview*. Электронная версия журнала <https://arcreview.esri-cis.ru/2020/09/29/monitoring-of-agricultural-production-in-kazakhstan-with-dzz/>

6. Kabzhanova G., Baktybekov K., Aimbetov A., Aligazhieva L., Kabdulova G. Use of Earth remote sensing data for the monitoring of the level of soil fertility. 8-я Международная конференция по вопросам использования методов дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий в охране окружающей среды, Кипр (RSCy2020). Электронная библиотека: SPIE Use of Earth remote sensing data for the monitoring of the level of soil fertility (spiedigitalibrary.org).
7. Punalekara S.M., Verhoefa A., Quaifeb T.L., Humphriesc D., Berminghamd L., Reynoldsc C.K. Application of Sentinel-2A data for pasture biomass monitoring using a physically based radiative transfer model. *Remote Sensing of Environment*. Volume 218, 2018, 207-220.
8. Wang J., Xiao X., Bajgain R., Starks P., Steiner J., Doughty R.B., Chang Q. Estimating leaf area index and aboveground biomass of grazing pastures using Sentinel-1, Sentinel-2 and Landsat images. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 2019, 154, 189–201.
9. Степанов А. С. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур на основе данных дистанционного зондирования Земли (на примере сои). *Вычислительные технологии*. Том 24 № 6, 2019.
10. Муратова Н.Р. Прогноз урожайности яровых зерновых культур на основе спутниковых и наземных данных. 7-я все-российская открытая ежегодная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» Москва, ИКИ РАН, 16-20 ноября 2009 г.

**ОБ АВТОРАХ:**

**Кабжанова Гульнара Рашиденовна**, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник управления мониторинга сельскохозяйственного производства Департамента пространственных данных АО «Национальная компания «Казахстан Карыш Сапары»

**Курмашева Айсулу Жумабайкызы**, начальник отдела мониторинга пастбищных угодий Департамента пространственных данных АО «Национальная компания «Казахстан Карыш Сапары»

**Алибаева Меруерт Талгатовна**, инженер отдела мониторинга пастбищных угодий Департамента пространственных данных АО «Национальная компания «Казахстан Карыш Сапары»

**Бисембаев Ануарбек Темирбекович**, кандидат сельскохозяйственных наук, директор ТОО «Национальный центр животноводства и ветеринарии», «Научно-производственный центр животноводства и ветеринарии»

**ABOUT THE AUTHORS:**

**Kabzhanova Gulnara Rashidenovna**, Candidate of Agrocultural Sciences, Head of Agricultural Production Monitoring Office of the Spatial Data Department of the JSC “National Company “Kazakhstan Gharysh Sapary”

**Kurmasheva Aisulu Zhumabaykyzy**, Head of the Rangeland Monitoring Division of the Spatial Data Department of the JSC “National Company “Kazakhstan Gharysh Sapary”

**Alibayeva Meruyert Talgatovna**, Engineer of the Rangeland Monitoring Division of the Spatial Data Department of the JSC “National Company “Kazakhstan Gharysh Sapary”

**Bisembaev Anuarbek Temirbekovich**, Candidate of Agrocultural Sciences, Director of LLP “National Center for Livestock and Veterinary Medicine”, “Research and Production Center of Livestock and Veterinary Medicine”