

## Растительность степных фитоценозов и особенности ее вегетации в условиях Ставропольского края

Н. Г. Лапенко<sup>1</sup>, Ф. В. Ерошенко<sup>1</sup>, И. Г. Сторчак<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

✉ E-mail: [sniish.storchak@gmail.com](mailto:sniish.storchak@gmail.com)

**Аннотация.** Повысить точность и объективность контроля состояния природных травостоев, особенностей вегетации травянистой растительности степных фитоценозов, их кормовой потенциал возможно с применением данных дистанционного зондирования Земли. **Цель работы** – получить данные о состоянии природных фитоценозов, особенностях вегетации дикорастущей растительности в различных почвенно-климатических условиях с использованием данных дистанционного зондирования Земли. **Методы.** Геоботанические исследования проведены на учетных площадках (полигонах) размером 10×10 м, согласно требованиям методик и ГОСТов, общепринятых в фитоценологии. Описание растительности проводилось по системе О. Друде, с отметкой обилия вида, проективного покрытия, высоты травостоя. Оценка состояния растительности анализировалась по значениям нормализованного относительного вегетационного индекса (NDVI), который получали с помощью сервиса «Вега» ИКИ РАН. **Объекты** исследования – природные сообщества дикорастущей флоры – расположены в засушливой зоне (ЗЗ) и зоне неустойчивого увлажнения (ЗНУ) Ставропольского края. **Результаты.** Установлено современное экологическое состояние и состав степной растительности исследуемых зон. На особенности вегетации, видовой состав, продуктивность и качество корма сильное влияние оказывают как антропогенный фактор, так и климатические условия, в которых произрастают природные травостои. Анализ показал, что теплообеспеченность периода вегетации засушливой зоны на 5 % выше, чем зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края, а годовое количество осадков в ЗНУ на 32 % больше, чем в ЗЗ. Все это влияет на ход вегетации естественных кормовых угодий в этих регионах. Так, в засушливой зоне и в зоне неустойчивого увлажнения средние динамики вегетационных индексов NDVI имеют совершенно разный вид: отмечаются различные уровни максимумов, времени их наступления и скорости роста и снижения NDVI. В засушливых зонах наблюдается явно выраженный второй максимум в конце ноября, а в зоне неустойчивого увлажнения – только тенденция к росту вегетационного индекса в осенний период.

**Ключевые слова:** вегетационный индекс, влагообеспеченность, дерновинные злаки, засушливая зона, растительные модификации, степные экосистемы, теплообеспеченность, целинная степь.

**Для цитирования:** Лапенко Н. Г., Ерошенко Ф. В., Сторчак И. Г. Растительность степных фитоценозов и особенности ее вегетации в условиях Ставропольского края // Аграрный вестник Урала. 2020. № 02 (193). С. 9–17. DOI: ...

**Дата поступления статьи:** 10.12.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Ставропольский край является крупным аграрным центром, при его удельном весе в общей территориальной площади страны 0,39 %, производит 3,6 % ее валовой сельскохозяйственной продукции, в том числе 2,2 % молока, 3,5 % мяса (в убойном весе) [1, с. 37]. Повышение эффективности отрасли животноводства в регионе является важнейшей задачей и непосредственно связано с устойчивым развитием системы кормопроизводства. И здесь немаловажное значение имеет лугопастбищное кормопроизводство [2, с. 12; 3, с. 28].

Естественная, или природная, растительность края, используемая для выпаса животных в пастбищный период, сформировалась в течение многих тысячелетий в контрастных экологических условиях: перепады высот – от 5 до 1600 м над уровнем моря с годовыми нормами осадков от 250 до 700 мм, при этом ГТК колеблется от 0,3 до 1,5 [2, с. 12; 4, с. 6330; 5, с. 10]. Как в прошлом, так и в настоя-

щем естественные кормовые угодья, являясь важным источником природных кормов, подвержены интенсивной пастбищной нагрузке [6, с. 51, 7, с. 78; 8, с. 48]. Рациональное использование травостоя степных фитоценозов – по-прежнему одна из нерешенных задач лугопастбищного кормопроизводства [9, с. 64; 10, с. 6; 11, с. 1], которая остается весьма актуальной. И сегодня важно знать состояние природных травостоев, особенности вегетации травянистой растительности степных фитоценозов, их кормовой потенциал, характеризующийся количеством надземной массы за вегетационный период, используемой в целях сенокоса или выпаса животных.

Повысить точность, объективность и масштабность решения таких задач возможно с применением данных дистанционного зондирования Земли, которые дают возможность контролировать ход вегетации растительности. Поэтому **целью наших исследований** было изучить состояние природных фитоценозов и особенности их

Таблица 1

Особенности степных фитоценозов засушливой зоны

№ полигона	Пункты, административные районы	Растительные ассоциации	Количество видов на 100 м <sup>2</sup>	Проективное покрытие, %	Наличие сорных растений, %
1	Водный, Ипатовский район	Овсяница валлисская + костер мягкий + полынь Лерха	27	70	37
2	Красочный, Ипатовский район	Костер мягкий + пырей средний + клоповник мусорный	12	60	42
3	Большая Джалга, Ипатовский район	Полынь Лерха + лапчатка серебристая + овсяница валлисская	21	40	29
4	Киевка, Апанасенковский район	Полынь австрийская + мятлик луковичный + осока узколистная	18	30	39
5	Манычское, Апанасенковский район	Полынь австрийская + тысячелистник Биберштейна + мятлик луковичный	20	40	32
6	Маки, Апанасенковский район	Овсяница валлисская + ковыль Лессинга + тысячелистник щетинистый	22	80	18
7	Дивное, Апанасенковский район	Полынь Лерха + мятлик луковичный + овсяница валлисская	11	30	18
8	Дивное, Апанасенковский район	Полынь Лерха + полынь австрийская + осока узколистная	15	40	20
9	Ипатово, Ипатовский район	Сурепка обыкновенная + костер мягкий + пырей ползучий	14	60	36
10	Мелиоратор, Ипатовский район	Овсяница валлисская + келерия стройная + костер мягкий	32	70	16
11	М. Барханчак, Ипатовский район	Мятлик луковичный + анизанта кровельная + люцерна маленькая	16	50	38
12	Шарахалсун, Туркменский район	Полынь австрийская + мятлик луковичный + осока узколистная	13	50	23
13	Владимировка, Туркменский район	Овсяница валлисская + Мятлик луковичный + Полынь австрийская	16	70	25
14	Сабан-Ангуста, Туркменский район	Полынь австрийская + тысячелистник Биберштейна + мятлик луковичный	13	50	31

Table 1

Features of steppe phytocenoses of the arid zone

Ground number	Points, administrative regions	Plant associations	Quantity of species on 100 m <sup>2</sup> , pcs.	Projective covering, %	Existence of weed plants, %
1	Vodnyy, Ipatovskiy district	Fescue welsh + Soft brome + Lerkh's wormwood	27	70	37
2	Krasochnyy, Ipatovskiy district	Soft brome + Intermediate wheat grass + Narrow-leaved cress	12	60	42
3	Bol'shaya Dzhalgа, Ipatovskiy district	Lerkh's wormwood + Silvery cinguefoil + Fescue welsh	21	40	29
4	Kievka, Apanasenkovskiy district	Wormwood austrian + Bulbiferous meadowgrass + narrow-leaved sedge	18	30	39
5	Manychskoye, Apanasenkovskiy district	Wormwood austrian + Biberstein's yarrow + Bulbiferous meadowgrass	20	40	32
6	Maki, Apanasenkovskiy district	Fescue welsh + Lessing's feather grass + Yarrow bristly	22	80	18
7	Divnoe, Apanasenkovskiy district	Lerkh's wormwood + Bulbiferous meadowgrass + Fescue welsh	11	30	18
8	Divnoye, Apanasenkovskiy district	Lerkh's wormwood + Wormwood austrian + narrow-leaved sedge	15	40	20
9	Ipatovo, Ipatovskiy district	Common winter cress + Soft brome + Intermediate wheat grass	14	60	36
10	Meliorator, Ipatovskiy district	Fescue welsh + Crested hair grass + Soft brome	32	70	16
11	M. Barhanchak, Ipatovskiy district	Bulbiferous meadowgrass + Drooping brome + Alfalfa small	16	50	38
12	Sharahalsun, Turkmenskiy district	Wormwood austrian + Bulbiferous meadowgrass + Narrow-leaved sedge	13	50	23
13	Vladimirovka, Turkmenskiy district	Fescue welsh + Bulbiferous meadowgrass + Wormwood austrian	16	70	25
14	Saban-Angusta, Turkmenskiy district	Wormwood austrian + Biberstein's yarrow + Bulbiferous meadowgrass	13	50	31

## Особенности степных фитоценозов зоны неустойчивого увлажнения

№ полигона	Пункты, административные районы	Растительные ассоциации	Количество видов, шт.	Проективное покрытие, %	Наличие сорных растений, %
1	Сенгилеевское, Шпаковский район	Ковыль Лессинга + овсяница валлисская + ковыль красивейший	45	100	7
2	Ямки, Грачевский район	Овсяница валлисская + бородач кровоостанавливающий + люцерна румынская	27	90	18
3	Московское, Изобильненский район	Овсяница валлисская + солодка голая + тысячелистник щетинистый	28	80	21
4	Донское, Труновский район	Бородач кровоостанавливающий + овсяница валлисская + кострец береговой	36	90	22
5	Труновка, Труновский район	Бородач кровоостанавливающий + овсяница валлисская	29	70	10
6	Безопасное, Красногвардейский район	Полынь австрийская + тысячелистник щетинистый + люцерна маленькая	23	70	30
7	Дмитриевское, Красногвардейский район	Полынь австрийская + тысячелистник Биберштейна + овсяница валлисская	17	70	35
8	Старая дорога, Изобильненский район	Черноголовник многобрачный + ковыль красивейший + овсяница валлисская	34	100	15
9	Найденовка, Изобильненский район	Бородач кровоостанавливающий + люцерна румынская + овсяница скальная	33	100	6
10	Кармалиновское, Новоалександровский район	Пырей ползучий + тысячелистник щетинистый + морковь дикая	26	100	27
11	Виноградное, Новоалександровский район	Бородач кровоостанавливающий + келерия стройная + овсяница скальная	25	100	16
12	Невинномысск, Кочубеевский район	Люцерна румынская + овсяница скальная + подмаренник русский	10	100	0
13	Водораздел, Андроповский район	Овсяница валлисская + пырей ползучий + полынь австрийская	11	70	9
14	Кианкиз, Андроповский район	Овсяница валлисская + пырей ползучий + тысячелистник щетинистый	25	80	16
15	Екатериновская, Кочубеевский район	Овсяница валлисская + люцерна румынская + подмаренник русский	23	100	22
16	Н. Бешпагир, Шпаковский район	Овсяница скальная + овсяница восточная + люцерна румынская	41	100	5

Table 2

## Features of steppe phytocenoses of unstable moistening zone

Ground number	Points, administrative regions	Plant associations	Quantity of species on 100 m <sup>2</sup> , pcs.	Projective covering, %	Existence of weed plants, %
1	Sengilejevskoye, Shpakovskiy district	Lessing's feather grass + Fescue welsh + Feather grass species	45	100	7
2	Yamki, Grachevskiy district	Fescue welsh + East indien bluestem + Yellow lucerne	27	90	18
3	Moskovskoye, Izobil'nenskiy district	Fescue welsh + Spanish licorice + Yarrow bristly	28	80	21
4	Donskoe, Trunovskiy district	East indien bluestem + Fescue welsh + Coastal brome	36	90	22
5	Trunovka, Trunovskiy district	East indien bluestem + Fescue welsh + Lessing's feather grass	29	70	10
6	Bezopasnoye, Krasnogvardeyskiy district	Wormwood austrian + Yarrow bristly + Alfalfa small	23	70	30
7	Dmitriyevskoye, Krasnogvardeyskiy district	Wormwood austrian + Biberstein's yarrow + Fescue welsh	17	70	35
8	Staraya doroga, Izobil'nenskiy district	Polygamous chernogolovnik + Feather grass species + Fescue welsh	34	100	15
9	Naydenovka, Izobil'nenskiy district	East indien bluestem + Yellow lucerne + Fescue welsh	33	100	6
10	Karmalinovskoye, Novoaleksandrovskiy district	Couch grass + Yarrow bristly + Wild carrot	26	100	27
11	Vinogradnoye, Novoaleksandrovskiy district	East indien bluestem + Crested bair grass + Fescue welsh	25	100	16
12	Nevinnomyssk, Kochubeyevskiy district	Yellow lucerne + Fescue welsh + Russian bedstraw	10	100	0
13	Vodorazdel, Andropovskiy district	Fescue welsh + Couch grass + Wormwood austrian	11	70	9
14	Kiankiz, Andropovskiy district	Fescue welsh + Couch grass + Yarrow bristly	25	80	16
15	Ekaterinovskaya, Kochubeevskiy district	Fescue welsh + Yellow lucerne + Russian bedstraw	23	100	22
16	N. Beshpagir, Shpakovskiy district	Rocky fescue + East fescue + Yellow lucerne	41	100	5

вегетации в зоне неустойчивого увлажнения и в засушливой зоне Ставропольского края, в том числе с использованием данных дистанционного зондирования Земли.

**Методология и методы исследования (Methods)**

При выполнении работы использованы комплексно-экспедиционные и камеральные методы исследования.

В процессе работы были выполнены следующие работы:

- 1) выбраны пункты для проведения детальных исследований;
- 2) проведено геоботаническое обследование состояния природных травостоев на местности;
- 3) выполнено картографирование (оцифровка) обследованных территорий;
- 4) получены данные дистанционного зондирования Земли с помощью сервиса «ВЕГА-Science» ИКИ РАН.

Геоботанические исследования проведены на учетных площадках (полигонах) определенного размера (10×10 м) согласно требованиям методик и ГОСТов, общепринятых в фитоценологии. Описание растительности проводилось по системе О. Друде с отметкой обилия вида, проективного покрытия, высоты травостоя [5, с. 18].

Оценка состояния растительности анализировалась по значениям нормализованного относительного вегетационного индекса (NDVI), который получали с помощью сервиса «Вега» ИКИ РАН [12, с. 50; 13 с. 581; 14 с. 162; 15, с. 120].

Объекты нашего исследования – природные сообщества дикорастущей флоры, которые расположены в засушливой зоне (I и II почвенно-климатические зоны Ставропольского края) и в зоне неустойчивого увлажнения (III почвенно-климатическая зона Ставропольского края). Природные условия проведения исследований благоприятны для роста и развития степной растительности. Вместе с тем они различны.

Так, засушливая зона характеризуется следующими параметрами: климат резко континентальный. Среднегодовое количество осадков составляет 441 мм. Осадки в течение года выпадают неравномерно. Основная их часть приходится на осенне-весенний сезон. Летние осадки кратковременные, преимущественно ливневого характера. В летнее время восточный ветер приносит раскаленный воздух среднеазиатских пустынь. С ним связаны засухи и пылевые бури, начинающиеся при скорости ветра 15–20 м/с. Здесь преобладают каштановые, светло-каштановые и темно-каштановые почвы. Комплексность почвенного покрова – характерная черта данных почв. В зоне каштановых почв наиболее распространены солонцы и солонцовые почвы [5, с. 14; 7, с. 15].

В зоне неустойчивого увлажнения климат умеренно континентальный с ГТК 0,9–1,1, среднегодовое количество осадков – 585 мм. Количество осадков, выпадающее в вегетационный период, составляет 300–350 мм, число дней с суховеями – 60–80. Территория зоны относится к

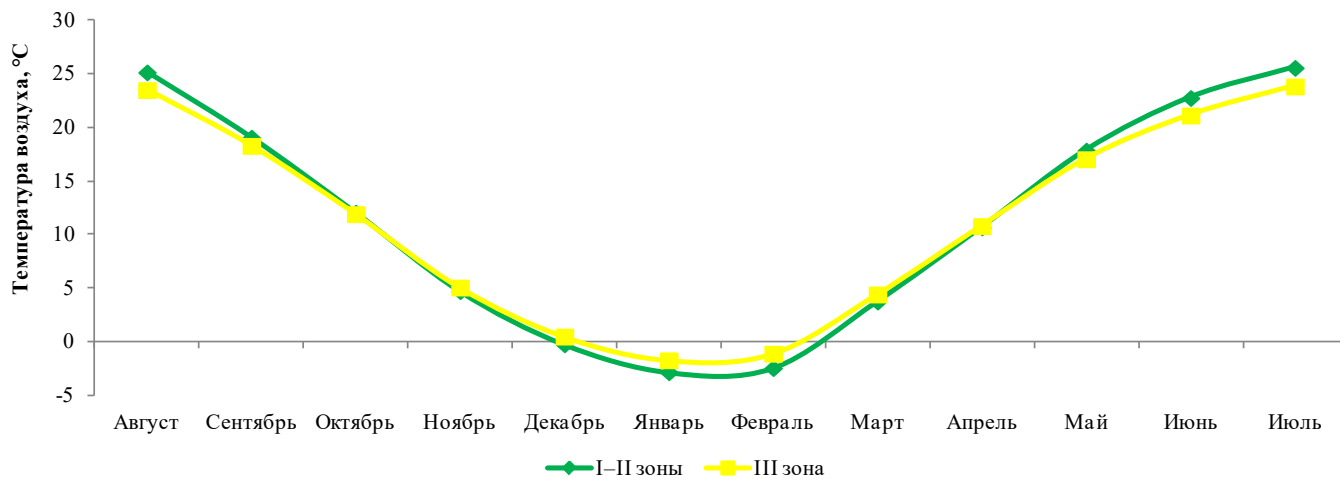


Рис. 1. Температура воздуха (среднепогодная)

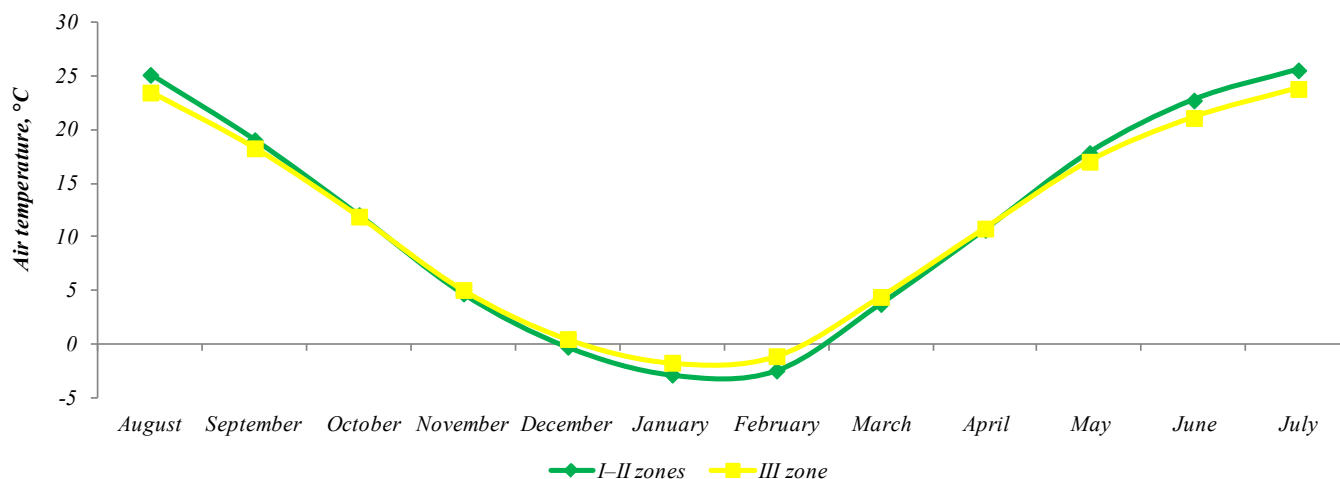


Fig. 1. Air temperature (long-term average)



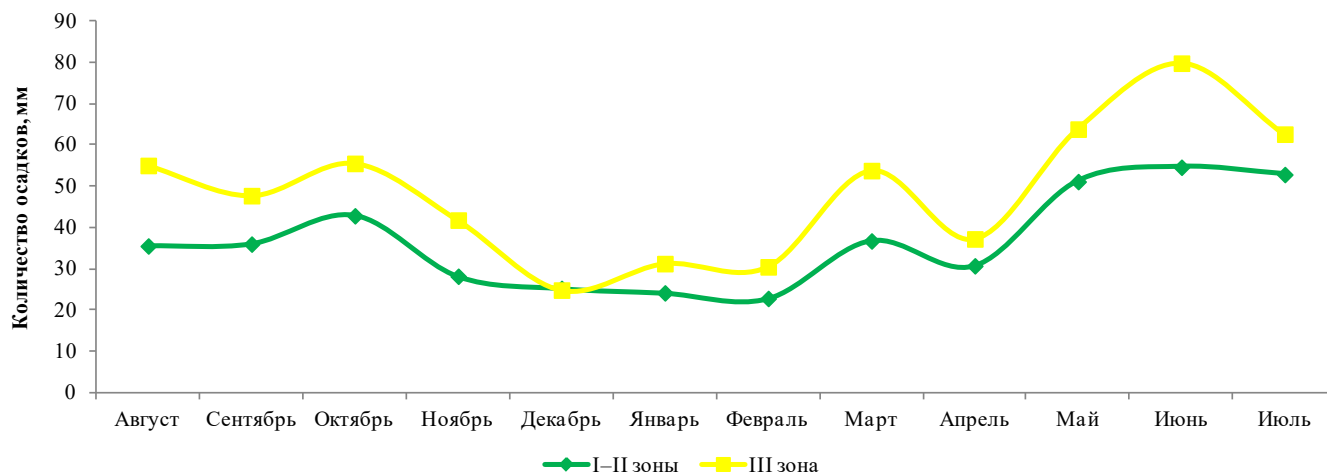


Рис. 2. Количество осадков (среднегодовое)

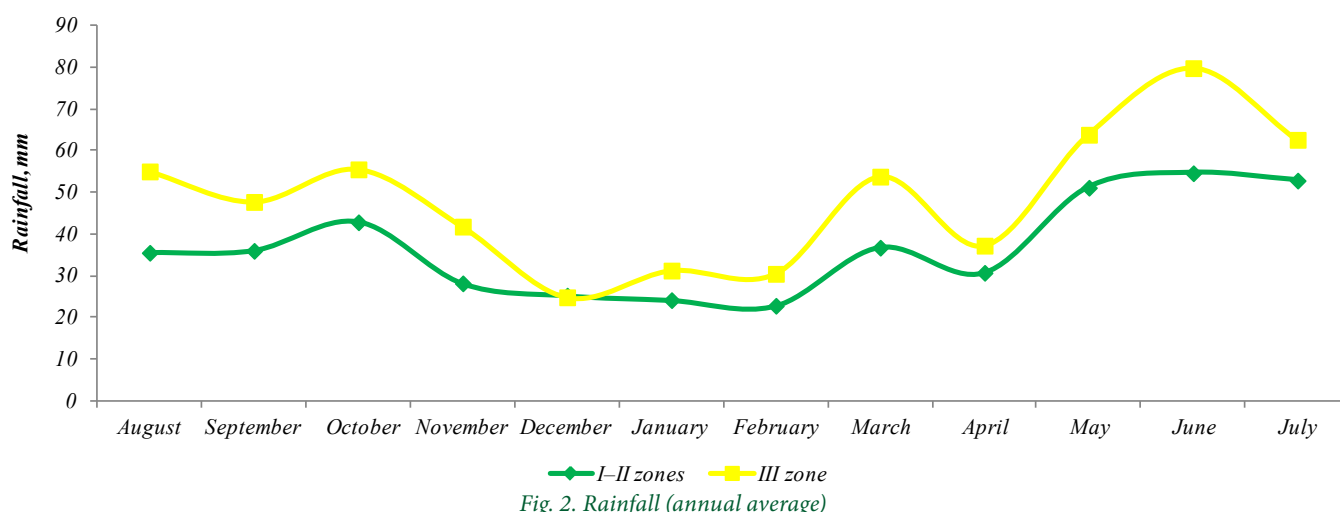


Fig. 2. Rainfall (annual average)

Предкавказской почвенной провинции, представленной преимущественно почвами черноземного типа [5, с. 22].

### Результаты (Results)

На основе результатов полевых материалов геоботанического обследования установлено современное экологическое состояние степной растительности исследуемых нами зон (засушливой и зоны неустойчивого увлажнения). Установлено, что по составу травостой природных кормовых угодий различны. Степные сообщества засушливой зоны (по Танфильеву – зона сухих степей) (таблица 1) занимают северо-восточную территорию края. В сохранившихся степных травостоях доминирующим или содоминирующим ценозообразователем является дерновинный злак – овсяница валлиская (*Festuca valesiaca* Gaudin). Ему сопутствуют другие виды семейства злаковых – келерия стройная (*Koeleria cristata* (L.), ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana* Trin. et Rupr.), осока узколистная (*Carex stenophylla* Wahlenb.) и некоторые другие целинные представители дикорастущей флоры.

Однако на протяжении многих лет сухая степь подвергалась пастбищной дигрессии, приведшей к возрастанию в травостое нецелинных видов, стойких к пастбищным перегрузкам: мятлик луковичный (*Poa bulbosa* L.), полынь австрийская (*Artemisia austriaca* L.), полынь Лерха (*Artemisia lerchiana* Web.ex Stechm.), а также большое разнообразие сорных видов растений (до 42 %). Это виды

анизанта кровельная (*Anisantha tectorum* (L.) Nevski), костер мягкий (*Bromus mollis* L.), клоповник мусорный (*Lepidium ruderales* L.), люцерна маленькая (*Medicago minima* (L.) Bartalini), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris* R.Br.) и др. Вполне очевидно, что антропогенный фактор оказывает влияние на современное состояние природных сообществ.

Биоразнообразие степных фитоценозов зоны неустойчивого увлажнения (таблица 2) существенно выше в сравнении с сухими степями – до 45 видов на учетной площади. Их проективное покрытие – 70–100 %. Это обусловлено местоположением территории исследования и особенностями ее природно-хозяйственной специфики, и различными экологическими условиями. Они явились важным фактором формирования на этой территории преимущественно разнотравно-дерновиннозлаковых степей.

Наиболее обильные и часто встречающиеся в исследуемых пунктах виды дерновинных злаков – келерия стройная (*Koeleria cristata*), ковыль красивейший (*Stipa pulcherrima* C. Koch), ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana*), овсяница валлиская (*Festuca valesiaca*), овсяница скальная (*Festuca rupicola* Neuff) и некоторые другие. Отмечен ареал распространения злаков с высокой энергией вегетативного размножения – бородач кровоостанавливающий (*Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski).

Нерациональное использование таких степных экосистем снизило их природный потенциал. И ценные в кормовом отношении виды злаковых и бобовых сменились такими нецелинными видами, как полынь австрийская (*Artemisia austriaca*), тысячелистник Биберштейна (*Achillea biebersteinii* Afan.), тысячелистник щетинистый (*Achillea setacea* Waldst. et Kit.). Высока доля сорных видов растений – василек раскидистый (*Centaurea diffusa* Lam.), костер полевой (*Bromus arvensis* L.), люцерна маленькая (*Medicago minima*), морковь дикая (*Daucus carota* L.), шалфей эфиопский (*Salvia aethiopsis* L.) и др. В отдельных пунктах их количество доходит до 35 %, что, несомненно, влияет на продуктивность и кормовые качества природных травостоев.

Помимо антропогенного фактора, влияющего на современное состояние природных травостоев (особенности вегетации, видовой состав, продуктивность, качество корма), не меньшее значение имеют климатические условия, в которых произрастают природные травостои.

Анализ показал, что температурный режим территорий исследований в среднем за год характеризуется незначительными отличиями – всего на 1,8 % в пользу I и II зон (рис. 1). Тем не менее в весенне-летний период такое преимущество составляет 5 %.

Влагообеспеченность III почвенно-климатической зоны существенно лучше, чем I и II (рис. 2). Если в зоне неустойчивого увлажнения годовое количество осадков составляет 585 мм, то в засушливых – всего 441 мм, или на 32 % меньше. Следует отметить, что превышение количества осадков в III зоне отмечается во все месяцы, за исключением ноября (количество осадков примерно одинаковое).

Таким образом, теплообеспеченность периода вегетации засушливой зоны на 5 % выше, чем зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края, а годовое количество осадков в III почвенно-климатической зоне на 32 % больше, чем в I и II. Все это влияет на ход вегетации естественных кормовых угодий в этих регионах.

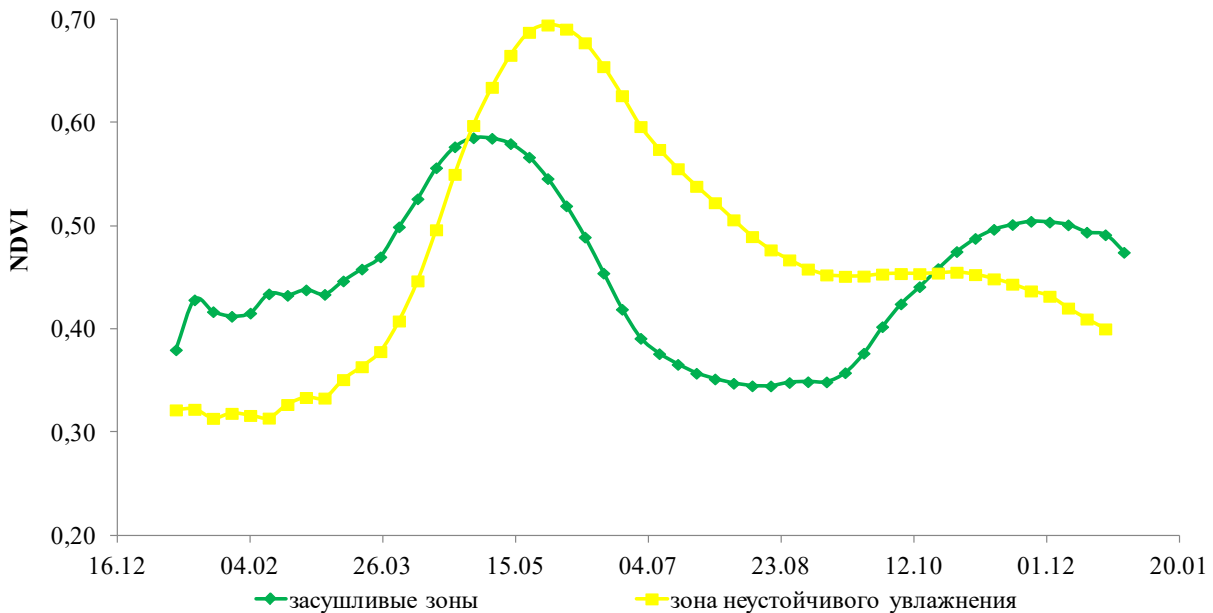


Рис. 3. Динамика вегетационного индекса NDVI естественных травостоев

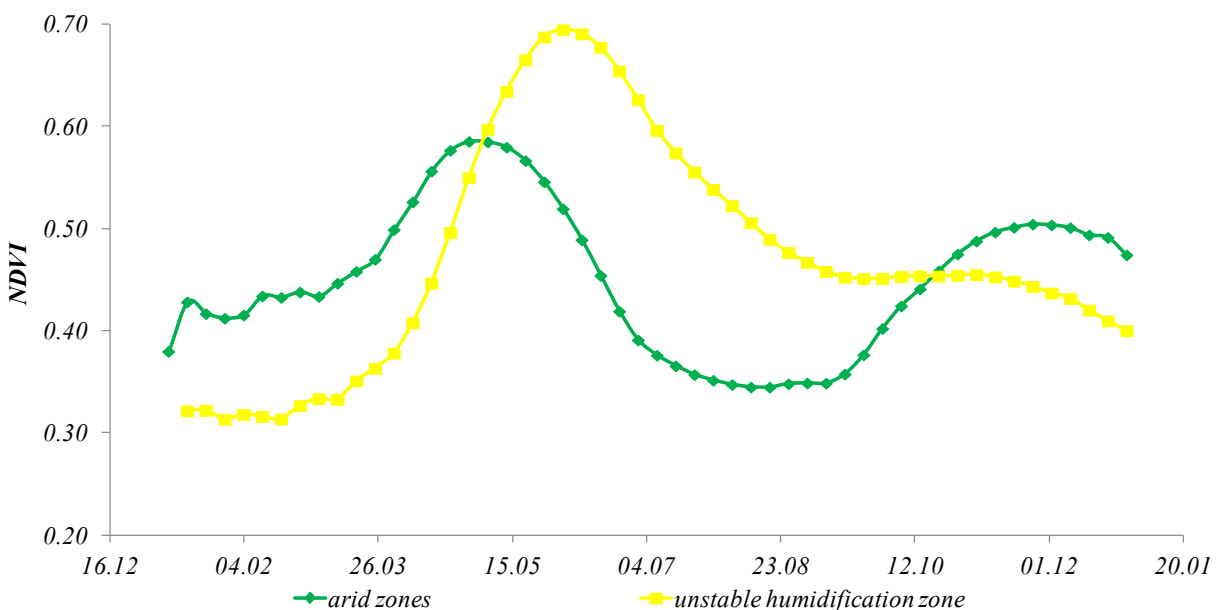


Fig.3. The dynamics of the vegetative index NDVI of natural grass stands

Так, в засушливой зоне и в зоне неустойчивого увлажнения средние динамики вегетационных индексов NDVI изученных нами полигонов имеют совершенно разный вид (рис. 3). Отмечаются различные уровни максимумов, времени их наступления и скорости роста и снижения NDVI. Кроме того, в засушливых зонах наблюдается явно выраженный второй максимум в конце ноября, а в зоне неустойчивого увлажнения – только тенденция к росту вегетационного индекса в осенний период (конец октября).

Нами были проанализированы основные характеристики динамик вегетационного индекса NDVI каждого полигона (таблицы 3 и 4).

Исследования показали, что первый максимум в засушливых зонах наступает 1 мая, а в зоне неустойчивого увлажнения – 27 мая. При этом величина значения NDVI в этот период в ЗНУ на 16 % больше, чем в 33. Прохождение NDVI через минимум характеризует время, когда вегетация травостоев практически полностью прекращается. Наступает пора депрессии злаков – наиболее сложный период для пастбищного хозяйства. Баланс кормов начиная с августа становится отрицательным, то есть естественные пастбища не обеспечивают в полной мере животных кормом в течение всего пастбищного периода. В зоне неустойчивого увлажнения этот период наступает 16 сентября, а в засушливых зонах – на 36 дней раньше (10 августа). При этом значение NDVI в ЗНУ на 29 % выше, чем в 33.

Таблица 3

**Характеристики динамики вегетационного индекса NDVI естественных угодий в засушливой зоне, в среднем за 2002–2018 годы**

№	NDVI <sub>max</sub>	NDVI <sub>min</sub>	Дата BBB*	Дата NDVI <sub>max</sub>	Дата NDVI <sub>min</sub>	Продолжительность, дни		
						вегетации	BBB–NDVI <sub>max</sub>	NDVI <sub>max</sub> –NDVI <sub>min</sub>
1	0,683	0,412	4.02	20.05	19.08	196	105	91
2	0,670	0,381	4.02	13.05	12.08	189	98	91
3	0,684	0,354	4.02	29.04	5.08	182	84	98
4	0,649	0,328	4.02	22.04	5.08	182	77	105
5	0,579	0,322	4.02	22.04	12.08	189	77	112
6	0,506	0,247	4.02	20.05	12.08	189	105	84
7	0,539	0,311	4.02	22.04	5.08	182	77	105
8	0,540	0,317	4.02	22.04	5.08	182	77	105
9	0,617	0,347	4.02	22.04	22.07	168	77	91
10	0,561	0,389	4.02	20.05	19.08	196	105	91
11	0,590	0,364	4.02	29.04	5.08	182	84	98
12	0,585	0,349	4.02	22.04	19.08	196	77	119
13	0,620	0,347	4.02	6.05	19.08	196	91	105
14	0,578	0,339	4.02	22.04	19.08	196	77	119
<b>Среднее</b>	<b>0,579</b>	<b>0,322</b>	<b>4.02</b>	<b>22.04</b>	<b>12.08</b>	<b>189</b>	<b>77</b>	<b>112</b>

BBB\* – возобновление весенней вегетации.

Table 3

**Characteristics of the dynamics of the vegetative index NDVI of natural crooked areas in the arid zone, on average for 2002–2018**

No.	NDVI <sub>max</sub>	NDVI <sub>min</sub>	SRV* date	Date NDVI- max	Date NDVI- min	Duration, days		
						vegetation	SRV– NDVI <sub>max</sub>	NDVI <sub>max</sub> – NDVI <sub>min</sub>
1	0.683	0.412	4.02	20.05	19.08	196	105	91
2	0.670	0.381	4.02	13.05	12.08	189	98	91
3	0.684	0.354	4.02	29.04	5.08	182	84	98
4	0.649	0.328	4.02	22.04	5.08	182	77	105
5	0.579	0.322	4.02	22.04	12.08	189	77	112
6	0.506	0.247	4.02	20.05	12.08	189	105	84
7	0.539	0.311	4.02	22.04	5.08	182	77	105
8	0.540	0.317	4.02	22.04	5.08	182	77	105
9	0.617	0.347	4.02	22.04	22.07	168	77	91
10	0.561	0.389	4.02	20.05	19.08	196	105	91
11	0.590	0.364	4.02	29.04	5.08	182	84	98
12	0.585	0.349	4.02	22.04	19.08	196	77	119
13	0.620	0.347	4.02	6.05	19.08	196	91	105
14	0.578	0.339	4.02	22.04	19.08	196	77	119
<b>Average</b>	<b>0.579</b>	<b>0.322</b>	<b>4.02</b>	<b>22.04</b>	<b>12.08</b>	<b>189</b>	<b>77</b>	<b>112</b>

SRV\* – the resumption of spring vegetation.

Таблица 4  
Характеристики динамики вегетационного индекса NDVI естественных угодий  
в зоне неустойчивого увлажнения в среднем за 2002–2018 годы

№	NDVI <sub>max</sub>	NDVI <sub>min</sub>	Дата BBB*	Дата NDVI <sub>max</sub>	Дата NDVI <sub>min</sub>	Продолжительность, дни		
						вегетации	BBB– NDVI <sub>max</sub>	NDVI <sub>max</sub> – NDVI <sub>min</sub>
1	0,783	0,492	11.02	27.05	9.09	210	105	105
2	0,654	0,356	11.02	3.06	16.09	217	112	105
3	0,755	0,538	11.02	3.06	23.09	224	112	112
4	0,614	0,438	11.02	27.05	2.09	203	105	98
5	0,657	0,401	11.02	27.05	2.09	203	105	98
6	0,693	0,437	11.02	13.05	12.08	182	91	91
7	0,608	0,501	11.02	20.05	9.09	210	98	112
8	0,742	0,529	11.02	17.06	23.09	224	126	98
9	0,711	0,474	11.02	10.06	14.10	245	119	126
10	0,648	0,354	11.02	3.06	30.09	231	112	119
11	0,745	0,533	11.02	3.06	23.09	224	112	112
12	0,768	0,444	11.02	20.05	23.09	224	98	126
13	0,741	0,443	11.02	27.05	2.09	203	105	98
14	0,686	0,396	11.02	20.05	16.09	217	98	119
15	0,655	0,307	11.02	20.05	30.09	231	98	133
16	0,767	0,449	11.02	20.05	16.09	217	98	119
<b>Среднее</b>	<b>0,702</b>	<b>0,443</b>	<b>11.02</b>	<b>27.05</b>	<b>16.09</b>	<b>217</b>	<b>106</b>	<b>111</b>

BBB\* – возобновление весенней вегетации.

Table 4  
Characteristics of the dynamics of the vegetative index NDVI of natural lands in the zone of unstable moisture  
on average for 2002–2018

No.	NDVI <sub>max</sub>	NDVI <sub>min</sub>	SRV* date *	Date NDVI <sub>max</sub>	Date NDVI- min	Duration, days		
						vegetation	SRV– NDVI <sub>max</sub>	NDVI <sub>max</sub> – NDVI <sub>min</sub>
1	0.783	0.492	11.02	27.05	9.09	210	105	105
2	0.654	0.356	11.02	3.06	16.09	217	112	105
3	0.755	0.538	11.02	3.06	23.09	224	112	112
4	0.614	0.438	11.02	27.05	2.09	203	105	98
5	0.657	0.401	11.02	27.05	2.09	203	105	98
6	0.693	0.437	11.02	13.05	12.08	182	91	91
7	0.608	0.501	11.02	20.05	9.09	210	98	112
8	0.742	0.529	11.02	17.06	23.09	224	126	98
9	0.711	0.474	11.02	10.06	14.10	245	119	126
10	0.648	0.354	11.02	3.06	30.09	231	112	119
11	0.745	0.533	11.02	3.06	23.09	224	112	112
12	0.768	0.444	11.02	20.05	23.09	224	98	126
13	0.741	0.443	11.02	27.05	2.09	203	105	98
14	0.686	0.396	11.02	20.05	16.09	217	98	119
15	0.655	0.307	11.02	20.05	30.09	231	98	133
16	0.767	0.449	11.02	20.05	16.09	217	98	119
<b>Average</b>	<b>0.702</b>	<b>0.443</b>	<b>11.02</b>	<b>27.05</b>	<b>16.09</b>	<b>217</b>	<b>106</b>	<b>111</b>

SRV\* – the resumption of spring vegetation.

Если первый максимум – это отражение периода максимального развития травостоя, то во втором случае – осеннее отрастание травостоя (в основном злаков) после снижения температуры воздуха до умеренных значений и улучшения влагообеспеченности за счет осенних осадков.

Повторная вегетация степных растений начинается с октября. С наступлением более благоприятных климатических условий в конце осеннего периода в засушливых

зонах наблюдается интенсивное отрастание травостоя, которое продолжается до конца ноября. Это ведет к тому, что в засушливой зоне отмечается увеличение NDVI до значений 0,50, что больше, чем в зоне неустойчивого увлажнения на 15 %.

Исследования показали, что изученные полигоны в различных регионах Ставропольского края отличаются по продолжительности вегетации. Так, в зоне неустойчивого



увлажнения этот период составляет 215 дней, а в засушливых зонах – на 27 дней короче.

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

1. Природно-климатические условия оказывают существенное влияние на процессы вегетации естественных травостоев в различных регионах Ставропольского края.

2. Сохранение биоразнообразия степных экосистем и их продуктивности возможно при научно обоснованном режиме хозяйственного использования природных травостоев с учетом особенностей вегетации растительности, формирования их надземной массы.

3. Баланс пастбищных кормов начиная с августа (это период депрессии злаков) становится отрицательным. Дефицит кормов в этот период должен покрываться за счет

не только выращивания их в кормовых севооборотах на пашне, но и рационального использования природных травостоев.

4. Особенности вегетации растительности, формирования надземной массы природных кормовых угодий в различных регионах Ставропольского края можно контролировать с помощью данных дистанционного зондирования Земли.

5. Применение ДЗЗ на практике позволит более рационально использовать пастбищные ресурсы, что дает возможность регулировать кормовую базу и обеспечивать имеющееся поголовье животных необходимым количеством кормов, согласно их нормативного потребления.

#### Библиографический список

1. Сельское хозяйство в Ставропольском крае: статистический сборник. Ставрополь, 2018. 130 с.
2. Лапенко Н. Г., Оганян Л. Р. Лугопастбищное кормопроизводство как основа эффективного развития животноводства // Сельскохозяйственный журнал. Ставрополь. 2019. Т. 1. № 12. С. 12–20.
3. Турко С. Ю., Трубакова К. Ю. Рост и развитие растений на пастбищах аридной зоны и вопрос их эксплуатации (на примере искусственно созданных моделей) // Аграрный Вестник Урала. 2019. № 4 (183). С. 27–34.
4. Lapenko N., Godunova E., Dudchenko L., Kuzminov S., Kapustin A. Current state and ways to save the steppe ecosystems of Stavropol // IAJPS. 2019. Vol. 6. Iss. 3. Pp. 6329–6336.
5. Дзыбов Д. С. Растительность Ставропольского края: монография. Ставрополь: Агрус, 2018. 492 с.
6. Гребенников В. Г., Шипилов И. А., Хонина О. В. Кормовые ресурсы – главный фактор развития животноводства Ставропольского края // Инновационные технологии в сельском хозяйстве, ветеринарии и пищевой промышленности: сборник научных статей по материалам 82-й Международной научно-практической конференции. Ставрополь, 2017. С. 51–55.
7. Пространственное развитие степных и постстепных регионов Европейской России. Т. 1. / Под ред. А. А. Чибилева. Оренбург: ИС УрО РАН, 2018. 192 с.
8. Чибилев А. А. Картины природы степной Евразии: Сохранить, что осталось. Вернуть, что возможно // Степи Северной Евразии: материалы VII Международного симпозиума. Оренбург, 2015. С. 48–51.
9. Чибилев А. А. Экологическая оптимизация степных ландшафтов: репринтное издание. Оренбург, 2016. 182 с.
10. Кулик К. Н. К 30-летию Генеральной схемы по борьбе с опустыниванием черных земель и кизлярских пастбищ // Аридные экосистемы. 2018. Т. 24. № 1 (74). С. 5–12.
11. Рациональное использование природных ресурсов [Электронный ресурс] // Экологический портал ECoportal. URL: <https://ecoportal.info/racionalnoe-ispolzovanie-prirodnux-resursov> (дата обращения: 02.08.2019).
12. Ерошенко Ф. В., Барталев С. А., Лапенко Н. Г., Самофал Е. В., Сторчак И. Г. Возможности дистанционной оценки состояния и степени деградации природных кормовых угодий // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 7. С. 53–66.
13. Толпин В. А., Лупян Е. А., Барталев С. А., Плотников Д. Е., Матвеев А. М. Возможности анализа состояния сельскохозяйственной растительности с использованием спутникового сервиса «ВЕГА» // Оптика атмосферы и океана. 2014. Т. 27. № 7 (306). С. 581–586.
14. Елкина Е. С., Барталев С. А., Толпин В. А., Лупян Е. А. Возможности сервиса спутникового мониторинга ВЕГА // Современные подходы к изучению экологических проблем в физической и социально-экономической географии: сборник материалов X Международной молодежной школы-конференции Института географии РАН. Москва, 2017. С. 162–163.
15. Паштецкий В. С., Дунаева Е. А. Использование спутниковых сервисов для сельскохозяйственного мониторинга // Таврический вестник аграрной науки. 2017. № 3 (11). С. 117–123.

#### Об авторах:

Нина Григорьевна Лапенко<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, заведующая отделом кормопроизводства, ORCID 0000-0003-3856-690X, AuthorID 91042; +7 906 413-72-38, [sniish\\_stepi@mail.ru](mailto:sniish_stepi@mail.ru)

Федор Владимирович Ерошенко<sup>1</sup>, доктор биологических наук, заведующий отделом физиологии растений, ORCID 0000-0003-0238-3861, AuthorID 319650; +7 962 454-14-96, [yer-sniish@mail.ru](mailto:yer-sniish@mail.ru)

Ирина Геннадьевна Сторчак<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела физиологии растений, ORCID 0000-0001-8741-6882, AuthorID 760778; +7 918 747-02-56, [sniish.storchak@gmail.com](mailto:sniish.storchak@gmail.com)

<sup>1</sup> Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

## Vegetation of steppe phytocenoses and features of its vegetation under complicated conditions of the Stavropol krai

N. G. Lapenko<sup>1</sup>, F. V. Eroshenko<sup>1</sup>, I. G. Storchak<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>North-Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk, Russia

✉E-mail: [sniish.storchak@gmail.com](mailto:sniish.storchak@gmail.com)

**Abstract.** It is possible to increase the accuracy and objectivity of monitoring the state of natural grass stands, the vegetation features of grassy vegetation of the steppe phytocenoses, and their feed potential using remote sensing data from the Earth. **The purpose** of the work is to obtain data on the state of natural phytocenoses, the characteristics of vegetation of wild vegetation in various soil and climatic conditions using data from remote sensing of the Earth. **Methods.** Geobotanical studies were carried out at registration sites (landfills) measuring 10×10 m, in accordance with the requirements of methods and state standards generally accepted in phytocenology. Description of vegetation was carried out according to the system of O. Drude, with a mark of the abundance of the species, projective cover, and height of the grass stand. Assessment of the state of vegetation was analyzed by the values of the normalized relative vegetation index (NDVI), which was obtained using the service “Vega” IKI RAS. The objects of study are the natural communities of wild-growing flora located in the arid zone (ZZ) and the zone of unstable moisture (ZNU) of the Stavropol territory. **Results.** The current ecological state and composition of the steppe vegetation of the studied zones has been established. Both the anthropogenic factor and the climatic conditions in which natural grass stands grow strongly influence the vegetation features, species composition, productivity and quality of feed. The analysis showed that the heat supply of the vegetation period of the arid zone is 5 % higher than the zones of unstable humidification of the Stavropol territory, and the annual rainfall in PYE is 32 % higher than in the western zone. All this affects the course of vegetation of natural forage land in these regions. So, in the arid zone and in the zone of unstable humidification, the average dynamics of the vegetation indices NDVI have a completely different look: there are different levels of maxima, their onset and growth rate and decrease in NDVI. In the arid zones, a pronounced second maximum is observed at the end of November, and in the zone of unstable humidification there is only a tendency for the vegetation index to increase in the autumn period.

**Keywords:** vegetation index, moisture content, sod forming grasses, arid zone, plant modifications, steppe ecosystems, heat supply, virgin steppe.

**For citation:** Lapenko N. G., Eroshenko F. V., Storchak I. G. Rastitel'nost' stepnykh fitotsenozov i osobennosti eye vegetatsii v usloviyakh Stavropol'skogo kraya [Vegetation of steppe phytocenoses and features of its vegetation under complicated conditions of the Stavropol krai] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 02 (193). Pp. 9–17. DOI: ... (In Russian.)

**Paper submitted:** 10.12.2019.

### References

1. Sel'skoye khozyaystvo v Stavropol'skom kraye: statisticheskiy sbornik [Agriculture in Stavropol krai: statistical collection]. Stavropol, 2018. 130 p. (In Russian.)
2. Lapenko N. G., Oganyan L. R. Lugopastbishchnoye kormoproizvodstvo kak osnova effektivnogo razvitiya zhivotnovodstva [Pasture land forage production as basis of effective development of livestock production] // Sel'skokhozyaystvennyy zhurnal. 2019. T. 1. No. 12. Pp. 12–20. (In Russian.)
3. Turko S. Yu., Trubakova K. Yu. Rost i razvitiye rasteniy na pastbishchakh aridnoy zony i vopros ikh ekspluatatsii (na primere iskusstvenno sozdannykh modeley) [Growth and development of plants on pastures in arid zone and question of their exploitation (on the example of artificially created models)] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 4 (183). Pp. 27–34. (In Russian.)
4. Lapenko N., Godunova E., Dudchenko L., Kuzminov S., Kapustin A. Current state and ways to save the steppe ecosystems of Stavropol // IAJPS. 2019. Vol. 6. Iss. 3. Pp. 6329–6336.
5. Dzybov D. S. Rastitel'nost' Stavropol'skogo kraya: monografiya [Vegetation of Stavropol krai: monography]. Stavropol: Agrus, 2018. 492 p. (In Russian.)
6. Grebennikov V. G., Shipilov I. A., Honina O. V. Kormovyye resursy – glavnyy faktor razvitiya zhivotnovodstva Stavropol'skogo kraya [Fodder resources – the main factor of development of livestock production of Stavropol krai] // Innovatsionnyye tekhnologii v sel'skom khozyaystve. veterinarii i pishchevoy promyshlennosti: sbornik nauchnykh statey po materialam 82-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Stavropol, 2017. Pp. 51–55. (In Russian.)
7. Prostranstvennoye razvitiye stepnykh i posttselinykh regionov Evropeyskoy Rossii. T. 1. [Spatial development of steppe and post-virgin regions of the European Russia. T. 1] / Under the editorship of A. A. Chibilev. Orenburg: IS UrO RAN, 2018. 192 p. (In Russian.)
8. Chibilev A. A. Kartiny prirody stepnoy Evrazii: Sokhranit', chto ostalos'. Vernut', chto vozmozhno [Pictures of the nature of steppe Eurasia: To keep that remained. To return that is possible] // Stepi Severnoy Evrazii: materialy VII Mezhdunarodnogo simpoziuma. Orenburg, 2015. Pp. 48–51. (In Russian.)
9. Chibilev A. A. Ekologicheskaya optimizatsiya stepnykh landshaftov: reprintnoye izdaniye [Ecological optimization of steppe landscapes: reprint edition: reprint edition]. Orenburg, 2016. 182 p. (In Russian.)

10. Kulik K. N. K 30-letiyu General'noy skhemy po bor'be s opustynivaniyem chernykh zemel' i kizlyarskikh pastbishch [To the 30 anniversary of the General scheme on fight against desertification of black lands and the Kizlyar pastures] // Aridnyye ekosistemy. 2018. T. 24. No. 1 (74). Pp. 5–12. (In Russian.)

11. Ratsional'noye ispol'zovaniye prirodnykh resursov [e-resource] [Rational use of natural resources] // Ecological portal ECOportal. URL: <https://ecoportal.info/racionalnoe-ispolzovanie-prirodnix-resursov> (appeal date: 02.08.2019). (In Russian.)

12. Eroshenko F. V., Bartalev S. A., Lapenko N. G., Samofal E. V., Storchak I. G. Vozmozhnosti distantsionnoy otsenki sostoyaniya i stepeni degradatsii prirodnykh kormovykh ugodiy [Possibilities of remote assessment of a state and extent of degradation of natural fodder grounds] // Sovremennyye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. 2018. T. 15. No. 7. Pp. 53–66. (In Russian.)

13. Tolpin V. A., Lupyan E. A., Bartalev S. A., Plotnikov D. E., Matveyev A. M. Vozmozhnosti analiza sostoyaniya sel'skokhozyaystvennoy rastitel'nosti s ispol'zovaniyem sputnikovogo servisa "VEGA" [Possibilities for analyzing the state of agricultural vegetation using the VEGA satellite service] // Atmospheric and Oceanic Optics. 2014. T. 27. No. 7 (306). Pp. 581–586. (In Russian.)

14. Elkina E. S., Bartalev S. A., Tolpin V. A., Lupyan E. A. Vozmozhnosti servisa sputnikovogo monitoringa VEGA [VEGA satellite monitoring service capabilities] // Sovremennyye podkhody k izucheniyu ekologicheskikh problem v fizicheskoy i sotsial'no-ekonomicheskoy geografii: sbornik materialov X Mezhdunarodnoy molodëzhnoy shkoly-konferentsii Instituta geografii RAN. Moscow, 2017. Pp. 162–163. (In Russian.)

15. Pashtetskiy V. S., Dunayeva E. A. Ispol'zovaniye sputnikovyykh servisov dlya sel'skokhozyaystvennogo monitoringa [Using satellite services for agricultural monitoring] // Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki. Simferopol, 2017. No. 3 (11). Pp. 117–123. (In Russian.)

#### **Authors' information:**

Nina G. Lapenko<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, head of the feed production department, ORCID 0000-0003-3856-690X, AuthorID 91042; +7 906 413-72-38, [sniish\\_stepi@mail.ru](mailto:sniish_stepi@mail.ru)

Fedor V. Eroshenko<sup>1</sup>, doctor of biological sciences, head of the department of plant physiology, ORCID 0000-0003-0238-3861, AuthorID 319650; +7 962 454-14-96, [yer-sniish@mail.ru](mailto:yer-sniish@mail.ru)

Irina G. Storchak<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the department of plant physiology, ORCID 0000-0001-8741-6882, AuthorID 760778; +7 918 747-02-56, [sniish.storchak@gmail.com](mailto:sniish.storchak@gmail.com)

<sup>1</sup>North-Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk, Russia