

УДК 581.55:551.5

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФЛУКТУАЦИИ СУХИХ СТЕПЕЙ И ИХ РОЛЬ В ПРОЦЕССЕ ДЕМУТАЦИИ**

© 2020 г. А.М. Пугачёва

*Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций  
и защитного лесоразведения РАН*

*Россия, 400062, г. Волгоград, Университетский просп., д. 97. E-mail: pugachevaa@vfanc.ru*

Поступила в редакцию 20.09.2019. После доработки 01.04.2020. Принята к публикации 01.04.2020

Впервые представлены результаты анализа сухих степей по влагообеспеченности сезонов активной вегетации. Рассмотрены климатические флуктуации и определена их специфика. Вопреки общепризнанному мнению, что максимум осадков в степной зоне приходится на летний период являясь ее характерной особенностью проецируя этот показатель на все подзоны, за анализируемые 64 года в сухой степи Нижнего Поволжья выявлено, что только в 39% лет максимум осадков приходится на лето, в 27% этим периодом является весна, оставшиеся 34% это осень. Анализ временных рядов по сезонам влагообеспеченности за более чем полувековой период показал общий тренд снижения количества осадков летнего периода, и их увеличение весной и осенью. Обработка временных рядов методом экспоненциального сглаживания и проведенный регрессионный анализ свидетельствуют о динамике увеличения после переломных 1989, 1990 гг. влажности весеннего периода, достоверность подтверждена t-критерием Стьюдента (величина вероятности 0.0005), при снижении показателей осеннего (величина вероятности 0.01). Эти особенности характеризуют процессы демутации вторичных фитоценозов залежей в виде доминирования в них рыхлодерновинных и плотнодерновинных злаков, для которых влагообеспеченность поздневесеннего периода (май месяц) и раннелетнего (июнь) играют основное значение в генеративном процессе. Число выявленных в изучаемых фитоценозах видов семейства Poaceae составило 28 с долей участия 24.5%. Особенности влагообеспеченности свидетельствуют также об изменении климата сухих степей в сторону аридизации. Также этот факт характеризует присутствие в растительных сообществах эфемеров и эфемероидов, для которых осадки весеннего периода являются основным фактором в обеспечении жизнедеятельности. Число их видов составляет 8% от общечисленного.

*Ключевые слова:* климатические флуктуации, сухие степи, демутации, растительные сообщества, фитоценозы, метод экспоненциального сглаживания, регрессионный анализ.

**DOI: 10.24411/1993-3916-2020-10102**

Сухие степи занимают в Российской Федерации площадь 28 млн. га (Орлов, Бирюкова, 1995), представляя большой научный интерес как уникальные природные экосистемы и как территории, широко вовлеченные в сельскохозяйственную деятельность. Это подчеркивается многочисленными исследованиями современности: фитоценозы субаридных ландшафтов, включая сухие степи, изучает И.Н. Сафронова (2008), демутации в постагрогенных агролесоландшафтах сухих степей – К.Н. Кулик и А.М. Пугачёва (2016), постагрогенные сухостепные почвы Западного Забайкалья – Э.О. Чимитдоржиева (2017), биоразнообразие степных экосистем Тувы – А.Д. Самбуу (2016), приемы земледелия в сухой степи Бурятии – А.К. Уланов (2018), биологическую активность современной и погребенной каштановых почв сухих степей Н.Н. Каширская с соавторами (2013), агроклиматический мониторинг сухой степи Алтайского края проводит Р. Майсснер с соавторами (2017), в тоже время многие другие исследования охватывают всю территорию сухих степей Российской Федерации. По Г.Н. Высоцкому сухая степь не образует в Европейской России сплошной полосы, а представляет собой три обособленных района: восточный – Заволжский, средний – Задонский и Северо-Кавказский (за Манычем), а также западный – Понтический, разделенные волжским сдвигом, что обусловлено значительной разницей высот и климатическими характеристиками (Высоцкий, 1915). Все районы объединены преобладающим типом почв и бывшим целинным растительным покровом, зависят, главным образом, от влажности климата в части

перераспределения осадков. При их уменьшении сокращается продолжительность теплого периода расхода влаги (на севере и востоке) и увеличивается влажность воздуха, например, в Приморье. Из всех районов в целом и их отдельных частей особенно выделяется Задонский район, более вытянутый по меридиану вдоль Ергеней и южнее, существенно отличаясь от других по температурным условиям и условиям зимне-весеннего перераспределения осадков. На территории данного района находится объект исследований. Основные зональные типы растительного покрова природных зон совпадают с почвенными типами. Темнокаштановые и каштановые почвы являются зональными почвами полосы сухих степей (Ковда, 1950). Каждой зоне соответствует свой тип растительности, совпадающий с ее названием. Такой тип, степной, соответствует степной зоне в целом, несмотря на ее большую вариабельность. Юг Европейской России, например Волгоградский регион представлен выраженным подзональным делением, здесь присутствуют уровни, первого и второго порядка выделенные И.Н. Сафроновой (1975). Так три подзоны первого порядка представлены разнотравно-типчачково-ковыльными степями на обыкновенных и южных черноземах, сухими типчачково-ковыльными степями на темнокаштановых и каштановых почвах и пустынными полынно-типчачково-ковыльными степями на светлокаштановых почвах. Подзона сухих степей в свою очередь делится на две подзоны второго порядка – северную и южную но, несмотря на подзональные модификации, что соответствует почвенно-растительным условиям территорий, степной тип растительности сохраняется. По мнению Сафроновой И.Н. (1975), сухие степи уже во второй половине XX века являлись почти полностью распаханными. С большими площадями в настоящее время нарушенных земель и их залежным режимом связан интерес изучения демулационных процессов в режиме самовосстановления. Общеизвестно, что климатические условия (осадки и температура) определяют зональные границы той или иной природной зоны и влияют на господство на данной территории одного или нескольких типов растительности. В данной работе тип растительности понимается как набор экобиоморф, что подразумевает «совокупность сообществ разных жизненных форм, объединенных генетически и условиями физико-географической среды» из которых выделяются особо характерные (Сафронова, 2012). Оценка особенностей климатических флуктуаций по показателю влагообеспеченности подзоны сухих степей на примере Нижнего Поволжья является целью данных исследований. Для ее достижения необходимо решение следующих задач: определить особенности распределения осадков на изучаемой территории по сезонам активной вегетации, выявить динамику их распределения, тренды и их особенности, а также обосновать наличие в постагрогенных фитоценозах доминантов, содоминантов, эфемеров и эфемероидов в зависимости от сезонной влагообеспеченности.

### Материалы и методы

Объектом исследований являлась территория сухих степей общей площадью 7297 га, расположенная в Иловлинском районе Волгоградской области. Координаты объекта 49° 06' 52" с.ш., 44° 07' 52" в.д. В настоящее время около 30% земель сельскохозяйственного назначения на данной территории имеют статус многолетней залежи (более 25 лет). Они находятся в процессе естественного зарастания. Климат района исследований резко континентальный. Амплитуда годовых температур колеблется от -30°C в январе до +40°C в июле месяце. Среднеголетняя норма осадков составляет 300-400 мм, испаряемость за вегетационный период превышает количество осадков в 2-2.5 раза. На территории часто проявляются такие явления как засухи, часто имеющие затяжной и даже катастрофический характер. Почвенный покров сложный, мозаичный с явным преобладанием каштановых почв, облегченного механического состава, слабо и среднесолонцеватые, с содержанием гумуса в пределах 2%.

При исследовании условий влагообеспеченности использовались данные по атмосферным осадкам метеостанции Нижневолжского НВНИИСХ-филиала ФНЦ агроэкологии РАН, расположенной на территории сухих степей Волгоградской области. Период наблюдений составил 64 года с 1955 по 2018 гг. Из рядов данных по атмосферным осадкам выделялись временные ряды по сезонам активной вегетации: весна (март-май), лето (июнь-август), осень (сентябрь-ноябрь). Так как зона исследований характеризуется резко континентальным климатом с частыми отклонениями показателей, при анализе временных рядов для минимизации влияния локальных и экстремальных аномалий, был применен метод экспоненциального сглаживания. Данный метод хорошо зарекомендовал себя при обработке данных по различным направлениям исследований: при изучении

экономического цикла (Заяц, 2011), при анализе колебаний приземной температуры воздуха на примере Башкирии (Васильев, 2015). При обработке метеоданных этот метод имеет ряд преимуществ: он позволяет комплексно и детально обработать большой временной ряд и выявить основную тенденцию направления, что после построения экспоненциальных графиков и коррелограмм дает четкую и наглядную картину динамических процессов, исключив случайную составляющую. В наших исследованиях ему отдано предпочтение, так как значения многолетних динамических рядов данных сильно колеблются.

С помощью примененного регрессионного анализа построены линейные тренды и получены уравнения. Статистическая значимость полученных результатов подтверждена t-критерием Стьюдента. Анализ общих ботанических списков залежных фитоценозов за 10-летний период с 2008 по 2018 гг. позволил определить общий видовой состав и их обилие по шкале Браун-Бланке. Названия растений даны по работе С.К. Черепанова (1995).

### Результаты и обсуждение

Растительность сухих степей, относясь к степному типу, имеет свои особенности связанные со спецификой физико-географической среды, выражаясь в совокупности сообществ растений разных жизненных форм. Общеизвестным является тот факт, что по мере продвижения в южном направлении, в подзональном делении уменьшается роль разнотравья, а в южной подзоне, которой является сухая степь, содоминантами в травостое выступают ксерофильные полукустарнички, являющиеся доминантами в фитоценозах пустынной зоны. Основными значимыми факторами влияющими на формирование растительности вторичных фитоценозов, являются температура и влага. В данном исследовании проводится анализ влагообеспеченности по сезонам активной вегетации.

Господство плотнотравяных злаков, по мнению Б.А. Келлера (1938), А.В. Прозоровского (1940) и И.Н. Сафроновой (2008), присутствует в пределах широтной полосы, максимум осадков в которой приходится на летние месяцы. Их годовое количество изменяется от 250 до 400 мм, при испарении 800-900 мм. Сумма температур выше +10°C распределяется от 2200°C на севере до 3400°C на юге зоны (Сафронова, 2008). Почему же в сухих степях в травостоях присутствуют представители как степного, так и пустынного типов растительности, при преимуществе в качестве доминантов степных видов? Проведённый анализ условий влагообеспеченности сухой степи Нижнего Поволжья на примере Волгоградской области за 64-летний период показал, что лишь в 39% лет влагообеспеченность проходит характерно для степной зоны, то есть с максимумом осадков приходящихся на летний период (рис. 1). В 27% лет этим периодом является весна, являясь при максимальных показателях характерной особенностью зоны пустыни, на осень приходится 34%.

Представленная на рисунке 1 диаграмма наглядно свидетельствует, что начиная с 1990-х годов, наблюдается снижение количества осадков приходящихся на летний период, выражаясь как в показателях максимальных значений, так и в их общем количестве.

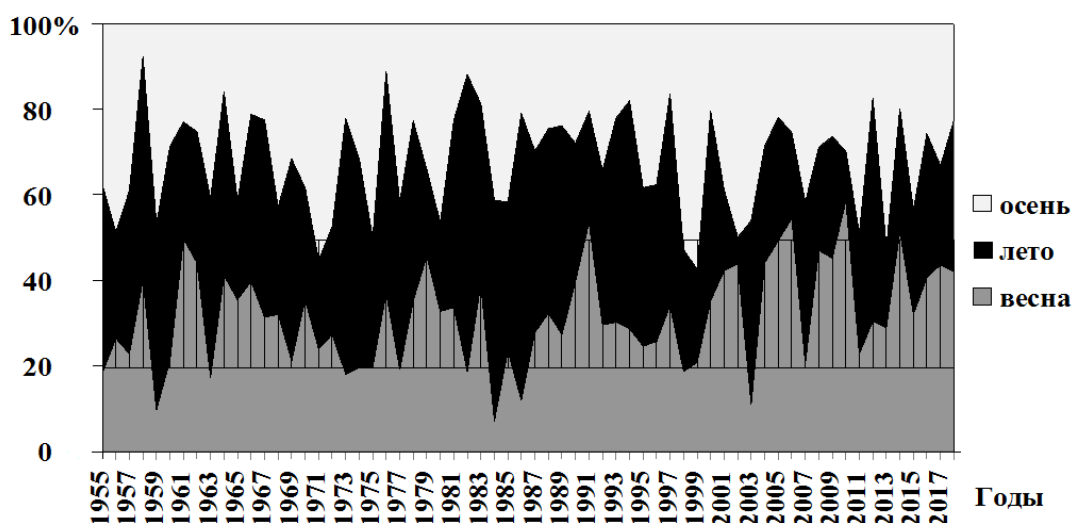
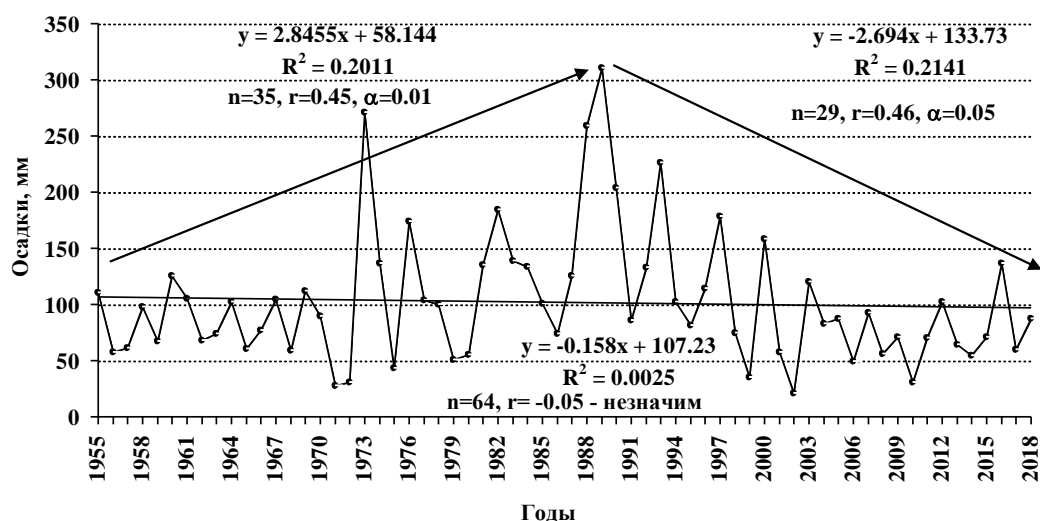


Рис. 1. Сезонная динамика осадков с 1955 по 2018 гг. в %.

Анализы сезонных временных рядов, представленные на рисунках 2-4, показали, что динамика влагообеспеченности изменяется за 64 года не одинаково. У летнего периода при наличии разнонаправленности составляющих периодов, выявлен небольшой достоверный линейный тренд снижения в выпадении осадков, у весеннего и осеннего – наоборот – достоверный тренд увеличения.

Представленная кривая временного ряда поступления осадков в летний период (рис. 2) и их статистическая обработка методом корреляции выявила выраженные разновременные противоположно направленные флуктуации поступления влаги, которые за 64 года дважды поменяли направление с разными составляющими амплитуд колебаний, попадая в диапазон от 21 до 310 мм, демонстрируя нарушение корреляции.



**Рис. 2.** График временного ряда осадков летнего периода с применением метода экспоненциального сглаживания и его линейный тренд.

В изучаемых временных рядах по всем сезонам выделены годы с максимальными показателями поступления влаги. Выявленный пик составляет 310 мм в летний период, весна – 248.4 мм, осень – 174.6. В наших исследованиях годы с наибольшими показателями осадков считаются переломными (1989 год для летнего сезона, 1990 год – для весны и осени), деля изучаемые временные ряды на два периода.

Общий небольшой и явный после переломного года достоверный тренд снижения осадков летнего периода (рис. 2) может, по всей видимости, объясняться тенденцией аридизации климата, которая выявлена по метеоданным сухих степей Волгоградской области. Для проецирования данного вывода на всю территорию сухих степей, необходимо проведение дополнительных исследований в различных регионах изучаемой подзоны Российской Федерации.

Анализ весеннего и осеннего сезонов показал иную картину. На рисунке 3 представлен временной ряд по влагообеспеченности весеннего сезона, демонстрирующий достоверный тренд увеличения поступающих осадков.

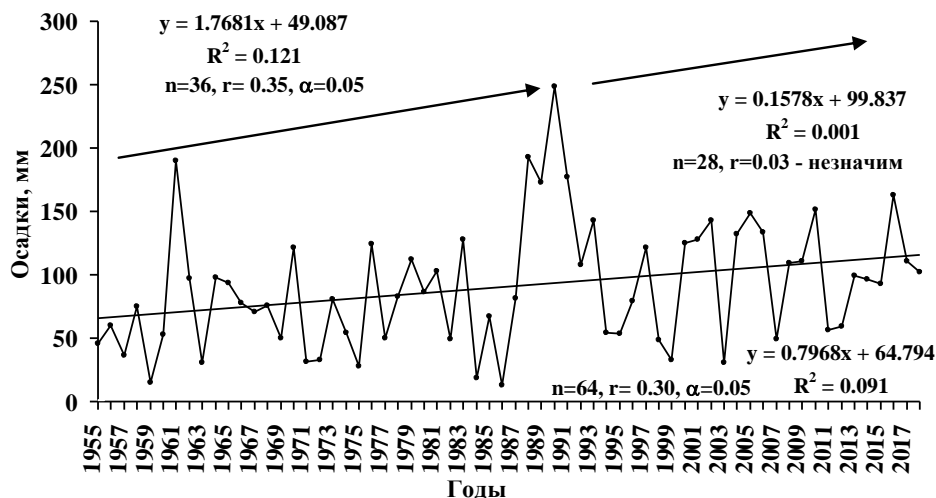
При этом весенний период демонстрирует частые и сильные колебания количества поступающих осадков по годам исследований. Число засух весной составляет 19, что объясняет низкий уровень продуктивности естественных фитоценозов (Пугачёва, 2016). Также этот факт объясняет самый низкий показатель средней урожайности зерновых культур Волгоградской области среди регионов ЮФО и связанное с этим недополучение продукции растениеводства (Пугачёва, 2018).

После переломного 1990 года в весенний период единственный из изучаемых сезонов имеет положительный тренд поступления осадков (рис. 3).

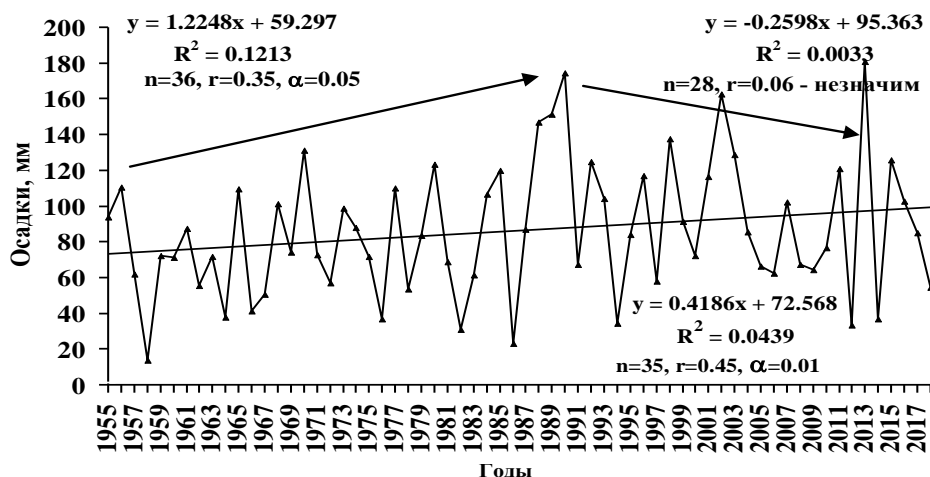
Влагообеспеченность осеннего сезона, представленная на рисунке 4, выявила также общий возрастающий тренд. Этот период по поступлению осадков является самым стабильным из рассматриваемых сезонов активной вегетации, несмотря на два выраженных разнонаправленных цикла, до и после переломного 1990 года. Число засух составляет 4.

В таблице 1 представлены уравнения линейной регрессии. Сравнительный анализ двух периодов

до и после переломных лет весны и осени показал достоверное увеличение поступления осадков. Величина вероятности 0.0005 (по Стьюденту) в весенний сезон и 0.01 в осенний меньше уровня значимости  $\alpha=0.03$  (для 97% вероятности), что отвергает нулевую гипотезу.



**Рис. 3.** График временного ряда весеннего сезона, построенный методом экспоненциального сглаживания и его линейный тренд.



**Рис. 4.** График временного ряда осеннего сезона методом экспоненциального сглаживания и его линейный тренд.

Следовательно, различия по количеству поступающих осадков являются не случайными, позволяя сделать вывод о достоверной смене условий влагообеспеченности, увеличения их в весенний период и уменьшения в осенний.

Направления прямой регрессии в летний и осенний сезон, поменяв вектор в противоположное направление после переломных лет, свидетельствуют о динамике снижения количества поступающих осадков. Увеличение общего тренда весеннего сезона, подтверждается также его возрастанием после переломного 1990 года, характеризуя специфику условий влагообеспеченности этого сезона. Увеличение количества осадков весеннего периода, являясь отличительной особенностью пустынь, определяет тенденцию аридизации климата.

Представленные данные по влагообеспеченности сезонов активной вегетации демонстрируют основные направления изменения климата. Но гипотеза по аридизации сухих степей, в сторону опустынивания за счет уменьшения количества осадков летнего периода (максимум которых является характерной чертой степной зоны) и увеличение их в весенний период, что является

характеристикой зоны пустыни, требует более глубоких и продолжительных исследований.

**Таблица 1.** Статистический анализ линейных трендов до и после переломных лет.

Сезон года	Уравнение регрессии	Для 97% вероятности	
		St - стандартная ошибка	t-критерий Стьюдента
Весна	$y=1.7681x+49.087^1$	8.92	0.000592
	$y=0.1578x+99.837^2$	7.75	
Лето	$y=2.8455x+58.144^1$	10.98	0.571637
	$y=-2.694x+133.73^2$	9.20	
Осень	$y=1.2248x+59.297^1$	6.17	0.012479
	$y=-0.2598x+95.363^2$	7.05	

**Примечание к таблице 1.** Цифрами указаны тренды: <sup>1</sup> – период до 1989-1990 гг. включительно, <sup>2</sup> – после 1989-1990 гг.

Рассмотренная влагообеспеченность сезонов активной вегетации, являясь одной из главных зональных характеристик, оказывает непосредственное влияние на формирование видового состава вторичных растительных сообществ. Это связано с особенностями жизненного цикла, зависимостью репродуктивной активности коренных представителей степных ценозов, например, злаков, от климатических факторов в частности от соотношения тепла и влаги, что непосредственно оказывает влияние на интенсивность формирования генеративных побегов. Анализ общего флористического списка изучаемых старовозрастных залежных фитоценозов показал, что ведущие места занимают семейства – Poaceae и Asteraceae, являющихся доминантами и содоминантами (Кулик, Пугачёва 2016), которые составляют 43% от общего количества видов растений. В таблице 2 представлено их распределение по семействам и родам.

**Таблица 2.** Основные семейства доминантов и содоминантов вторичных фитоценозов по числу видов и родов.

№	Семейство	Число видов растений	Доля от общего числа видов, %	Число родов
1	Poaceae	28	24.5	15
2	Asteraceae	22	19.2	16

Степной тип растительности подразумевает господство в травяных растительных сообществах ксерофильных и часто склерофильных дерновинных трав, в исследуемых фитоценозах дерновинные злаки представлены родами *Stipa*, *Festuca*, *Agropyron*, *Koeleria* и другими. Наибольшей встречаемостью обладают следующие виды: *Festuca valesiaca* Gaudin, *Agropyron pectinatum*, *Stipa lessingiana*, *Koeleria gracilis*. По мнению Е.М. Лавренко (1991), жизненная форма степных злаков, имеет преимущество перед другими экобиоморфами в условиях неблагоприятного водоснабжения, низких температур в зимний период и большой антропогенной нагрузки. Анализируя генеративный потенциал злаков в соответствии с рассматриваемой влагообеспеченностью по этапам онтогенеза, можно объяснить значимость для них осадков как весеннего, так и летнего сезонов. По данным В.М. Свешниковой с соавторами (1976), у дерновинных злаков, произрастающих на южном пределе их распространения, увеличена амплитуда максимальных и минимальных значений физиологических показателей. На VIII этапе онтогенеза, по данным Ф.М. Куперман (1955), а в изучаемой подзоне этот этап приходится на май месяц, засушливые условия приводят к недоразвитию генеративных органов в цветках, а на IX-X этапе (июнь месяц), в случае засухи количество стерильных цветков увеличивается на 50-60%. За период проведенных исследований летом засуха наблюдалась 7 раз, весной – 19 раз. Наличие в изучаемых временных рядах лет с максимумом осадков как в летний, так и в весенний периоды, объясняет доминирование в изучаемых фитоценозах сухих степей злаков

семейства Роасеае, несмотря на нестабильность влагообеспеченности, являющуюся основой генеративных процессов.

Содоминантами в травостое являются полукустарнички *Artemisia lerchiana* и *A. scoparia*, которые, будучи пустынными видами, также типичны для сухих степей (табл. 3). Эта особенность связана с их экологической амплитудой, позволяющей им распространяться как в степной, так и в пустынной зонах. В исследованиях полыни представлены 7-ю видами. Большим обилием отличается вид *A. lerchiana*, который, по данным И.Н. Сафроновой (2016), имеет широкую экологическую амплитуду распространения, с ареалом, заходящим как в степную, так и в пустынную зоны. У пустынных растений диапазон показателей водного режима существенно меньше, хотя максимальные значения выше.

**Таблица 3.** Наличие и обилие в изучаемых фитоценозах основных доминантов и содоминантов.

Семейство	Латинское название вида растения	Шкала обилия*
Роасеае	<i>Festuca valesiaca</i>	2
	<i>Stipa lessingiana</i>	2
	<i>Agropyron pectinatum</i>	2
	<i>Koeleria gracilis</i>	1
	<i>Eremopyrum triticeum</i>	1
	<i>Stipa capillata</i>	1
	<i>Bromopsis inermis</i>	1
Asteraceae	<i>Artemisia lerchiana</i>	2
	<i>Artemisia scoparia</i>	1
	<i>Artemisia vulgaris</i>	1
	<i>Artemisia pauciflora</i>	+

**Примечания к таблице 3.** \* – шкала обилия дана по Браун-Бланке: + – вид редок, имеет малое пп.; 1 – особей вида много, но пп. невелико или особи разрежены; 2 – число особей вида велико, пп. 5-25%; 3 – число особей вида любое, пп. 25-50%; 4 – число особей вида любое, пп. 50-75%; 5 – число особей вида любое, пп. больше 75%.

Преимущество по влагообеспеченности весеннего периода в 27% случаев оказывает определяющее влияние на наличие в сообществах коротковетвистых видов: многолетников (эфемероидов) и однолетников (эфемеров). Они представлены видами *Allyssum desertorum*, *Erophila verna* и другими. Доля их участия в травостоях составляет 8% от общего числа видов.

Представители степной группы занимают ведущее место в эколого-ценотическом спектре изучаемых растительных сообществ – 58%, что характеризует, во-первых, направление восстановительного процесса в сторону климаксовых степных ценозов, а во-вторых, указывает на его незавершенность.

### Выводы

Проведенный анализ временных рядов влагообеспеченности по сезонам активной вегетации за 64 года выявил их общие тренды, которые демонстрируют снижение поступления осадков летом и увеличение весной и осенью. Выполненный регрессионный анализ по двум периодам поступления осадков до и после переломных лет (1989, 1990 гг.), когда наблюдались их максимальные значения, выявил характерные климатические флуктуации сухих степей, свидетельствующие об изменении климата в сторону аридизации за счет увеличения осадков весеннего периода, являющихся характерной особенностью пустынной зоны.

Несмотря на климатические флуктуации, которые лишь в 39% случаев позволяют изучаемой подзоне соответствовать по показателям влагообеспеченности характеристикам степной зоны (где максимум осадков приходится на летний период), господствующими во вторичных фитоценозах являются рыхлодерновинные и плотнодерновинные злаки. Для генеративных процессов которых важны осадки как весеннего, так и осеннего периодов. Доля их участия в общем числе видов – 24.5%.

Ксерофильные полукустарнички, выступая доминантами в пустыне, для сухих степей являются характерными видами, выступая в изучаемых фитоценозах содоминантами. В изучаемых фитоценозах их обнаружено 7 видов. Осадки весеннего периода являются определяющими для наличия во вторичных фитоценозах эфемеров и эфемероидов, количество видов которых составляет 8% от общего числа всех видов в сообществах. Зональность является основополагающим фактором, влияющим на восстановление растительности вторичных фитоценозов, внося климатическими особенностями коррективы в соотношении видов в растительных сообществах и позволяя сосуществовать в них видам характерным для разных типов растительности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Васильев Д.Ю., Ферапонтов Ю.И.* 2015. Тренды в колебаниях приземной температуры воздуха на примере Башкирии // Известия РАН. Серия географическая. № 1. С. 77-86.
- Воскобойников Ю.Е.* 2008. Эконометрика в EXCEL: учебное пособие. Ч. 2. Анализ временных рядов. Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин). 152 с.
- Высоцкий Г.Н.* 1915. Ергеня. Культурно-фитологический очерк // Труды Бюро по прикладной ботанике. Т. 8. № 10-11. С. 1113-1443.
- Заяц О.А.* 2011. Исследование цикличности урожайности зерновых культур Волгоградской области методом спектрального анализа // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского бизнеса. № 4 (17). С. 186-191.
- Золотокрылин А.Н., Титкова Т.Б., Черенкова Е.А., Виноградова В.В.* 2016. Динамика летнего увлажнения и биофизических параметров аридных пастбищ Европейской части России в 2000-2014 гг. // Аридные экосистемы. Т. 22. № 1 (66). С. 5-10. [A.N. Zolotokrylin, T.B. Titkova, E.A. Cherenkova, V.V. Vinogradova. 2016. Dynamics of Summer Moistening and Biophysical Parameters of Arid Pastures in the European Part of Russia in 2000-2014 // Arid Ecosystems. Vol. 6. No. 1. P. 1-7.]
- Орлов Д.С., Бирюкова О.Н.* 1995. Запасы углерода органических соединений в почвах Российской Федерации // Почвоведение. № 1. С. 21-32.
- Каширская Н.Н., Хомутова Т.Э., Дёмкина Т.С., Салманова К.А., Кузнецова Ю.С., Дёмкин В.А.* 2013. Биологическая активность современной и погребенной каштановых почв сухих степей // Аридные экосистемы. Т. 19. № 2 (55). С. 64-79. [Kashirskaya N.N., Khomutova T.E., Demkina T.S., Salmanova K.A., Kuznetsova Yu.S., Demkin V.A. 2013. Biological Activity of Modern and Buried Dry-Steppe Chestnut Soils // Arid Ecosystems. Vol. 3. No. 2. P. 106-112.]
- Келлер Б.А.* 1938. Главные типы растительности СССР // Растительность СССР. М., Л.: Изд-во АН СССР. Т. 1. С. 133-181.
- Кулик К.Н., Пугачёва А.М.* 2016. Структура растительных сообществ залежных земель в системе куртинных защитных лесных насаждений в сухих степях // Аридные экосистемы. Т. 22. № 1 (66). С. 77-85. [Kulik K.N., Pugacheva A.M. 2016. The Structure of Plant Communities of Fallow Land in the System of Protective Forest Plantations in Dry Steppes // Arid Ecosystems. Vol. 6. No. 1. P. 63-69.]
- Куперман Ф.М., Дворянкин Ф.А., Ростовцева З.П., Ржанова Е.И.* 1955. Этапы формирования органов плодоношения злаков. М.: Издательство Московского университета. 319 с.
- Ковда В.А.* 1950. Почвы Прикаспийской низменности (Северо-западной части). Научный отчет о результатах исследований, проведенных в 1932-1938 гг. М.-Л.: АН СССР. 256 с.
- Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И.* 1991. Степи Евразии. Л.: Наука. 145 с.
- Майсснер Р., Рупп Х., Шмидт Г., Бондарович А.А., Щербинин В.В., Понькина Е.В., Мацюра А.В., Рудев Н.В., Кожанов Н.А., Пузанов А.В., Балыкин Д.Н.* 2017. Агроклиматический мониторинг сухой степи Алтайского края // География и природопользование Сибири. № 23. С. 121-139.
- Прозоровский А.В.* 1940. Полупустыни и пустыни СССР // Растительность СССР. М., Л.: Изд-во АН СССР. Т. 2. С. 207-480.
- Пугачёва А.М.* 2016. Восстановление экосистем на залежах на комплексных каштановых почвах сухих степей // Вестник АПК Ставрополя. № 1 (21). С. 234-240.
- Пугачёва А.М.* 2018. Агроресомелиоративные системы – основа развития земледелия // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. № 1 (49). С. 227-237.
- Уланов А.К., Будажапов Л.В., Билтуев А.С., Сордонова М.Н.* 2018. Отклик гумусного состояния



- каштановой почвы на многолетнее воздействие агротехнологических приемов в земледелии сухой степи Бурятии // Земледелие. № 5. С. 11-15.
- Самбуу А.Д., Аюнова О.Д.* 2016. Стадии пастбищной дигрессии в сухих степях Тувы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. № 5-2. С. 293-295.
- Сапанов М.К., Сиземская М.Л.* 2010. Климатогенные изменения травянистой растительности на солончаковых солонцах Северного Прикаспия // Поволжский экологический журнал. № 2. С. 185-194.
- Сафронова И.Н.* 1975. О зональном разделении растительного покрова междуречья Волга – Урал // Ботанический журнал. № 6. С. 823-831.
- Сафронова И.Н.* 2008. Еще раз к вопросу о границе между степной и пустынной зонами в Нижнем Поволжье // Поволжский экологический журнал. № 4. С. 334-343.
- Сафронова И.Н.* 2012. О проблемах зонального деления аридной территории европейской части России. // Ботанический журнал. Т. 97. № 6. С. 705-711.
- Сафронова И.Н.* 2016. Доминанты современного растительного покрова пустынь европейской России // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. Вып. 67. Природные и антропогенные изменения аридных экосистем и борьба с опустыниванием. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. Махачкала: Институт геологии ДНЦ РАН, «Алеф» (ИП Овчинников М.А.). С. 250-253.
- Свешникова В.М., Бобровская Н.И., Цэнд Ш.* 1976. Водный режим растений в южной части Монгольской Народной республики // Ботанический журнал. Т. 61. № 1. С. 106-111.
- Черепанов С.К.* 1995. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья. 992 с.
- Чимитдоржиева Э.О.* 2017. Запасы углерода в постагрогенных сухостепных почвах западного Забайкалья // Аридные экосистемы. Т. 23. № 3 (72). С. 59-65. [*Chimitdorzhieva E.O.* 2017. Carbon Reserves in Postagrogenic Dry Steppe Soils of Western Transbaikalia // Arid Ecosystems. Vol. 7. No. 3. P. 178-183.]