Исследование

DOI: 10.31862/2500-2961-2019-9-2-201-227

Ф.А. Маслов[1], Е.И. Курченко[2], И.М. Ермакова[2], Н.С. Сугоркина[2], В.Г. Петросян[3]

[1] Средняя общеобразовательная школа 1501,
127055 г. Москва, Российская Федерация

[2] Московский государственный педагогический университет,
119991 г. Москва, Российская Федерация

[3] Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
19071 г. Москва, Российская Федерация

Особенности динамики жизненных форм травянистых растений луговых сообществ национального парка «Угра» при разных условиях антропогенного воздействия на основе данных многолетнего мониторинга

Представлен анализ влияния антропогенных условий на динамику жизненных форм луговых растений с использованием индексов среднего количества и стабильности жизненных форм на основе данных многолетнего мониторинга Залидовских лугов Калужской области. Показано, что регулярное сенокосное использование приводит к увеличению стержнекорневых растений и обилию малоценных в хозяйственном отношении видов. При регулярном умеренном выпасе увеличивается количество длиннокорневищных жизненных форм и повышается обилие высокоценных видов растений. Установлено, что для рационального использования Залидовских лугов следует чередовать сенокосный и пастбищный режимы. Обсуждаются вопросы применимости используемых индексов для выявления общих тенденций развития лугового сообщества в зависимости от антропогенного воздействия.

Ключевые слова: индексы среднего количества жизненных форм, стабильности жизненных форм, мониторинг лугов, антропогенное воздействие, луговые сообщества, жизненные формы растений.

Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

ССЫЛКА НА СТАТЬЮ: Маслов А.Ф., Курченко Е.И., Ермакова И.М., Сугоркина Н.С., Петросян В.Г. Особенности динамики жизненных форм травянистых растений луговых сообществ национального парка «Угра» при разных условиях антропогенного воздействия на основе данных многолетнего мониторинга // Социально-экологические технологии. 2019. Т. 9. № 2. С. 201–227. DOI: 10.31862/2500-2961-2019-9-2-201-227.

Original research

DOI: 10.31862/2500-2961-2019-9-2-201-227

F.A. Maslov[1], E.I. Kurchenko[2], I.M. Ermakova[2], N.S. Sugorkina[2], V.G. Petrosyan[3]

[1] Secondary school 1501,
Moscow, 127055, Russian Federation

[2] Moscow State Pedagogical University,
Moscow, 119991, Russian Federation

[3] Severtsov Institute of Ecology and Evolution,
Russian Academy of Sciences,
Moscow, 119991, Russian Federation

Features of the dynamics of the herbal plants life forms of the meadow communities of the Ugra National Park at the different conditions of anthropogenic impact on the basis of permanent monitoring

The article presents the analysis of the influence of anthropogenic conditions on the dynamics of life forms of meadow plants using the indices of the average number and stability of life forms based on data from long-term monitoring of Zalidov meadows of Kaluga region. It is shown that regular mowing leads to an increase in rod-root plants and an abundance of economically insignificant species.

With regular moderate grazing, the number of long root-growing life forms increases, and the abundance of high-value plant species increases. It has been established that for rational use of Zalidov meadows, haying and pasture regimes

should be alternated. The issues of the applicability of the indices used to identify general trends in the development of the meadow community depending on anthropogenic impact are discussed.

Key words: indices of the average number of life forms, stability of life forms, monitoring, anthropogenic impact, meadow communities, plant life forms.

CITATION: Maslov F.A., Kurchenko E.I., Ermakova I.M., Sugorkina N.S., Petrosyan V.G. Features of the dynamics of the herbal plants life forms of the meadow communities of the Ugra National Park at the different conditions of anthropogenic impact on the basis of permanent monitoring. *Environment and Human: Ecological Studies*. 2019. Vol. 9. № 2. Pp. 201–227. DOI: 10.31862/2500-2961-2019-9-2-201-227.

В настоящее время наблюдаются серьезные изменения во флористическом составе и функционировании различных фитоценозов под влиянием антропогенных факторов. В связи с этим необходимо глубокое и всестороннее их изучение для составления прогнозов и рекомендаций по сохранению флористического разнообразия и рациональному использованию. Современные средства информационных технологий с применением количественных методов анализа многолетних геоботанических описаний позволяют эффективно оценивать изменения, происходящие в растительных сообществах, и моделировать их развитие.

В России луга занимают значительные площади сельскохозяйственных земель (320 млн га), но в связи с их нерациональным использованием в последние десятилетия сократились площади, падает продуктивность и обедняется флористический состав [Убушаев, Скиданов, Бадмаев, 2011], что обусловливает важность разработки научно обоснованных рекомендаций по режиму их использования. Для решения этой задачи применительно к лугам средней полосы России перспективен комплексный анализ многолетних данных геоботанических описаний лугов современными методами информационной технологии, статистического анализа и количественных методов оценки параметров разнообразия. Среди существующих подходов к оценке последних наиболее часто применяются как простые индексы видового богатства, так и сложные. Из них наибольшую популярность получили индексы альфа-разнообразия [Мегарран, 1992]. Значения этих индексов зависят от многих факторов и позволяют выявлять общие тренды видового богатства во времени [Петросян, 2000]. Но для определения динамики видового состава растительных сообществ, мало изменяемого во времени, этих индексов оказывается недостаточно. Как показал наш опыт, в этом случае более перспективна оценка динамики таксонов разного

ранга с помощью индексов стабильности таксономического своеобразия и разнообразия.

Метод был применен Ф.А. Масловым [Маслов и др., 2017a, b] при исследовании динамики растительных сообществ на шести постоянных пробных площадках Залидовских пойменных лугов Калужской области национального парка «Угра». Участки находились в разных частях поймы (прирусловый вал, центральная часть поймы) и отличались режимом хозяйственного использования:

1) постоянный все годы мониторинга сенокос;

2) выпас молодняка крупного рогатого скота;

3) смешанный – смена режимов использования (сенокошение в течение нескольких лет, затем выпас по отаве).

Для анализа были использованы данные мониторинга И.М. Ермаковой и Н.С. Сугоркиной [Ермакова, Сугоркина, 2016]. С помощью упомянутых выше индексов ранее выявлены существенные различия в динамике таксонов на сенокосной и выпасаемой площадках, в отличие от остальных площадок со смешанным использованием. На сенокосных площадках наблюдалось большее участие видов из родственных таксонов, а на пастбищных площадках выше участие видов из неродственных таксонов.

Продолжая анализ динамики компонентов Залидовских лугов по данным многолетнего мониторинга, было решено проследить динамику жизненных форм травянистых растений под воздействием антропогенных факторов. В отечественной литературе мы не нашли работ, посвященных обработке многолетних данных динамики жизненных форм травянистых растений с использованием математических методов, поэтому считаем, что данная работа по оригинальной методике выполнена впервые.

Жизненные формы растений, их доминирование и соотношения в растительных сообществах играют, по сути, главенствующую роль в жизни ценоза, и для понимания функционирования ценоза знание их состава, в целом, важнее по сравнению со знанием видового состава. Эта мысль была высказана Д.Н. Кашкаровым [Кашкаров, 1938] еще в середине XX в. Позднее процентному составу жизненных форм как важнейшей характеристике растительности были посвящены многие работы [Голубев, 1974; Полозова, 1983; Безделев, 2001; Егорова, 2004; Ермакова, Сугоркина, 2005; Чибрик и др., 2007; Андреева, 2010; Гатцук, 2010 и др.].

Термин «жизненная форма» («life form») является синонимом двух понятий – «биологические типы» Х. Раункиера [Raunkiaer, 1905]

и «жизненные формы» И.Г. Серебрякова [Серебряков, 1962]. Х. Раункиер разработал оригинальную концепцию «биологических типов» растений по расположению почек возобновления относительно поверхности земли как важному приспособительному признаку растений к перенесению неблагоприятных условий жизни (зимних температур в высоких широтах и летней засухи в аридных областях), обосновав 5 известных типов. Ему принадлежит идея «биологических спектров», построенных на количественном соотношении «биологических типов» во флоре конкретных территорий, которые выступают как индикаторы климата. В целом Раункиера интересовали большие природные зоны, относящиеся к разным климатическим поясам, а не отдельные экосистемы или конкретные ценозы [Шорина, 2010].

Огромный вклад в разработку учения о «жизненных формах» внес И.Г. Серебряков, который впервые к их изучению применил системный подход [Шафранова, Гатцук, Шорина, 2009]. Серебряков использовал идеи Раункиера, но объектом его изучения послужили не «биологические типы», а жизненные формы растений, которые он понимал как «габитус, связанный с ритмом развития и приспособленный к современным и прошлым условиям среды» [Серебряков, 1972, с. 86]. «Жизненные формы» (ЖФ) Серебряков воспринимал как явление эволюционное эколого-фитоценотическое, и спектры жизненных форм отдельных ценозов могут отражать экологическую обстановку на конкретном участке [Гатцук, 2010]. В настоящее время в ботанике сформировалась новая дисциплина – биоморфология – учение о жизненных формах. Известны разные классификации жизненных форм травянистых растений в зависимости от целей авторов, мы в данной статье традиционно принимаем во внимание системы подземных органов растений [Серебряков, 1962].

Известно, что наиболее сильное воздействие на видовой состав луговых сообществ оказывают бессистемный сенокос и выпас, которые достаточно полно раскрыты в работах С.П. Смелова [Смелов, 1966], Т.А. Работнова [Работнов, 1984] и др., но информации о влиянии сенокосного и пастбищного режима на жизненные формы травянистых растений недостаточно. Л.М. Морозова, изучая влияние выпаса мелкого рогатого скота на флористический состав степных сообществ Южного Урала в районе Губерлинского мелкосопочника, выявила тенденцию уменьшения участия в травостоях дерновинных злаков и многолетнего разнотравья и увеличение фитоценотической роли однолетников [Морозова, 1991]. И.М. Ермакова и Н.С. Сугоркина, проводя анализ жизненных форм Залидовских лугов, выделили 13 групп жизненных форм средневозрастных растений по особенностям корневой системы,

продолжительности жизни и проследили влияние антропогенных факторов на участие каждой жизненной формы в спектре, на число жизненных форм и их состав [Ермакова, Сугоркина, 2011, 2017]. Но эти данные не обрабатывались методами статистики и имеют описательный характер.

Цель данной работы – выявить влияние разных режимов хозяйственного использования на состав жизненных форм растений Залидовских лугов. Для анализа использованы методы определения индексов среднего количества жизненных форм ($N_{ЖФ}$) и стабильности жизненных форм ($IS_{ЖФ}$).

Материалы и методы

Общая характеристика района исследования

Район исследования – Залидовские луга в пойме р. Угры (приток р. Оки) в Калужской области (54°60′ с. ш., 36°00′ в. д.). В наиболее широком месте пойменные луга имеют протяженность до 8 км. Их общая площадь около 1000 га. В 1990 г. Залидовские луга получили статус особо охраняемой территории местного значения, а в 1997 г. вошли в состав Национального парка «Угра», который с 2002 г. стал особо охраняемой зоной – биосферным резерватом ЮНЕСКО. Луга характеризуются хорошей сохранностью, связанной с умеренным хозяйственным использованием и отдаленностью от жилья. Они насчитывают более 250 видов травянистых растений. На этих лугах И.М. Ермакова и Н.С. Сугоркина в течение 1965–2012 г. провели многолетний мониторинг динамики растительности – уникальный в мировом масштабе по длительности наблюдений естественных ценозов. Его результаты представлены в четырехтомной монографии «Мониторинг растительности Залидовских лугов Калужской области» [Ермакова, Сугоркина, 2016, 2017].

Мониторинг включал ежегодные геоботанические описания на постоянных площадках 100 м^2 с оценкой общего проективного покрытия, видового состава и состава жизненных форм, покрытия и обилия каждого вида по шкале Друде–Уранова [Уранов, 1964]. Описания проводили в период максимального цветения луговых растений (конец июня – начало июля). Общая база данных геоботанических описаний Залидовских лугов была создана в виде набора реляционных таблиц в среде информационной системы «Biosystem-96» [Петросян, 1996].

Согласно эколого-флористической классификации растительность относится к классу Molinio-Arrhenatheretea, порядку Arrhenatheretalia, союзу Festucion pratensis suball. Festucenion pratensis [Миркин, Розенберг, Наумова, 1989].

Материал

Из всех участков мониторинга в качестве модельных объектов выбраны шесть постоянных пробных площадок № 1, 2, 3, 4, 5, 9. Местоположение площадок, общее и среднее количество видов и режим хозяйственного использования за годы мониторинга представлены в табл. 1.

На основе геоботанических описаний и литературных источников [Ермакова, Сугоркина, 2011, 2017] был составлен общий список видов на шести постоянных площадках, содержащий 148 видов и характерных для видов жизненных форм, в целом насчитывавших 96 форм. Каждой жизненной форме был присвоен цифровой код, всего получено 96 кодов, которые затем использовались для анализа данных. Поскольку при расчетах принимались во внимание все известные жизненные формы, характерные для каждого вида (а не конкретные, свойственные видам на исследуемых постоянных площадках), построенные графики отражают теоретические модели динамики состава жизненных форм. Были определены виды и жизненные формы с редким, переменным и постоянным участием в травостое на постоянных площадках, среднемноголетние обилия жизненных форм, видов, а также кормовая значимость видов по Л.Г. Раменскому [Раменский, 1956].

Для сравнительного анализа состава ЖФ в многолетней динамике на площадках использовались два индекса:

1) индекс среднего количества жизненных форм ($N_{ЖФ}$);

2) индекс стабильности жизненных форм ($IS_{ЖФ}$).

Значение индекса среднего количества жизненных форм ($N_{ЖФ}$) за весь период наблюдения для каждой площадки определяли по формуле:

$$N_{ЖФ} = \frac{\sum_{i}^{n}}{n} N_{t\,ЖФ}, \qquad (1)$$

где $N_{t\ ЖФ}$ – количество жизненных форм на конкретной площадке в момент времени t, n – длительность наблюдения в годах.

Индекс стабильности жизненных форм ($IS_{ЖФ}$) определяли по формуле:

$$IS_{ЖФ} = \frac{\sum a_t}{n-m}, \qquad (2)$$

где

$$a_t = N^t_{ЖФ}/N^{t+1}_{ЖФ}, \text{ если } N^t_{ЖФ} \le N^{t+1}_{ЖФ} \text{ или}$$
$$a_t = N^{t+1}_{ЖФ}/N^t_{ЖФ}, \text{ если } N^t_{ЖФ_i} \ge N^{t+1}_{ЖФ}; \qquad (3)$$

$N^t_{ЖФ}$ – количество жизненных форм в момент времени t; $N^{t+1}_{ЖФ}$ – количество жизненных форм в следующий момент $t + 1$; n – общее число лет

ISSN 2500-2961

Таблица 1

Краткая характеристика площадок
[Brief description of the sites]

Номер площадки [Number of sites]	Местоположение [Location]	Общее/среднее количество видов за годы мониторинга [Total/average number of species over the years of monitoring]	Общее/среднее количество жизненных форм за годы мониторинга [Total/average number of life forms over the years of monitoring]	Режим хозяйственного использования [Business Mode]	
				Годы [The years]	Использование [Using]
1	Центральная часть поймы, высокий уровень [Central part of the floodplain, high level]	103/39,5	69/29,9	1969–2012	Сенокос [Hayfield]
2	Центральная часть поймы, высокий уровень [Central part of the floodplain, high level]	89/40	63 / 31.3	1967–1979	Сенокос [Hayfield]
				1980–2001	Сенокосно-пастбищное [Hayfield-pasture]
				2002-2011	Сенокос [Hayfield]
3	Прирусловая часть поймы, высокий уровень [Near-bed part of the floodplain, high level]	108/41,3	71/32	1965–2001	Сенокосно-пастбищное [Hayfield-pasture]
				2002–2011	Сенокос [Hayfield]

4	Прирусловая часть поймы, высокий уровень [Near-bed part of the floodplain, high level]	104/42	67/32,8	1969–2010	Сенокос [Hayfield]
5	Центральная часть поймы, высокий уровень [Central part of the floodplain, high level]	76/40,8	59/32,1	1980–2001	Сенокосно-пастбищное [Hayfield-pasture]
				2002–2010	Сенокос [Hayfield]
9	Прирусловая часть поймы, высокий уровень [Near-bed part of the floodplain, high level]	97/34,7	64/26,6	1980–2001	Пастбище [Pasture]
				2002–2011	Эпизодическое сенокошение [Episodic mowing]

наблюдений на данной площадке (размер выборок); m – общее число моментов t (сравнений жизненных форм и видов в соседние годы), для которых выполняется равенство $N^{t}_{\text{ЖФ}} = N^{t+1}$.

В расчетах, если во временном ряду нет момента времени (одинаковый состав видов и жизненных форм в соседние годы), т.е. выполняется условие $N^{t}_{\text{ЖФ}} = N^{t+1}_{\text{ЖФ}}$, тогда $m = 1$. В противном случае m увеличивается на число таких случаев, а соответствующее a_t в расчете не участвует. Этот индекс можно в простой форме интерпретировать как несмещенное среднее значение отношений числа видов в соседние моменты времени с учетом ограничений (3).

Ошибка индекса стабильности SE оценивается с помощью следующих формул:

$$SE = \frac{\sigma_{IS_{\text{ВБ}}}}{\sqrt{n-m}}, \tag{4}$$

где

$$\sigma_{IS} = \sqrt{\frac{\sum\left(a_t - IS_{\text{ВБ}}\right)^2}{n-m}}, \text{ если } n - m \geq 30;$$

$$\sigma_{IS} = \sqrt{\frac{\sum\left(a_t - IS_{\text{ВБ}}\right)^2}{(n-m)-1}}, \text{ если } n - m < 30.$$

Из формулы (2) с учетом ограничений (3) следует, что индекс стабильности изменяется в пределах от 0 до 1, т.е. ($0 \leq IS_{\text{ЖФ}} \leq 1$). Крайние точки этого интервала интерпретируются следующим образом: если $IS_{\text{ЖФ}} = 0$, то количество ЖФ по времени крайне нестабильно; если $IS_{\text{ЖФ}} = 1$, то количество ЖФ в сообществе максимально стабильно и не изменяется по времени. Обычно этот индекс принимает промежуточное значение.

Для сравнительного анализа индексов жизненных форм на всех площадках использованы методы однофакторного дисперсионного анализа с равными и неравными количествами повторений в ячейках (ANOVA). Кроме того, использован графический метод сравнения средних значений (ANOM Plot) [Петросян, 2014]. Построенная диаграмма показывает результаты проверки нуль-гипотезы, которая состоит в том, что все средние различных уровней фактора не отличаются от генерального среднего. Во всех случаях применяли модели однофакторного дисперсионного анализа типа I, т.е. модели с фиксированным фактором. В качестве фактора с шестью уровнями в разных моделях служили площадки. Если однофакторный дисперсионный анализ с фиксированными эффектами показывал существенное различие уровней факторов, то с помощью методов множественного сравнения мы определяли, какие именно

уровни фактора отличались друг от друга. Если размеры выборок не равны, т.е. имелась несбалансированная модель I-го типа, то для множественного сравнения использовалась процедура Тьюки–Крамера [Zar, 2010]. Для множественного сравнения с неравными дисперсиями по критерию Левена использовался критерий Тьюки–Крамера с модификацией Уелча [Zar, 2010]. Статистический анализ данных был выполнен с помощью интегрированного пакета Biosystem office [Петросян, 2014].

Результаты

Общее и среднее количество жизненных форм за годы мониторинга, а также режим хозяйственного использования представлен в табл. 1. Видно, что сенокосная площадка № 4 занимает 2 место по количеству видов – 104 (см. табл. 1), а по количеству жизненных форм (67) – 3 место, но по средним значениям как видов, так и жизненных форм занимает 1 место – 42 и 32,8 соответственно. Площадка № 9, расположенная в прирусловой части поймы, большую часть времени мониторинга использовалась как пастбище. Выпас начинался в середине мая и продолжался до конца сентября. Стадо насчитывало 200–300 голов молодняка крупного рогатого скота [Ермакова, Сугоркина, 2016]. В период 1980–2001 гг. стадо паслось на сенокосно-пастбищных площадках и нагрузка на площадку № 9 ослабевала, но оставался прогон скота к воде. Таким образом, на площадке преобладал умеренный пастбищный режим. По общему количеству зафиксированных в описаниях видов она занимает 4 место – 97, но по их среднему значению (34,7) уступает всем площадкам. Такая же закономерность наблюдается и в отношении показателя жизненных форм. Сенокосно-пастбищная площадка № 3, расположенная в прирусловой части поймы, характеризуется наибольшим количеством видов и жизненных форм – 108 и 71 соответственно. Но по среднему количеству видов (41,3) она уступает площадке № 4, а по среднему значению жизненных форм (32) занимает 3 место, уступая площадкам № 4 и 5. Сенокосная площадка № 1, расположенная в центральной части поймы, и по количеству видов занимает 3 место – 103, а по количеству жизненных форм 2 место – 69. Но по среднему количеству видов и жизненных форм занимает 5 место – 39,5 и 29,9 соответственно. Сенокосно-пастбищная площадка № 2, расположенная в центральной части поймы, по общему количеству видов и жизненных форм (89 и 63 соответственно) находится на 5 месте, но по среднему количеству видов и жизненных форм (40 и 31,3 соответственно) занимает 4 место. Сенокосно-пастбищная площадка № 5, расположенная в центральной части поймы, по общему количеству видов и жизненных

форм (76 и 59 соответственно) на 6 месте, но по среднему количеству видов (40,8) занимает 4 место, а по среднему количеству жизненных форм (32,1) занимает 2 место.

Таким образом, сенокосные площадки № 3 и 4, расположенные в прирусловой части поймы, отличаются более высоким видовым богатством и большим набором жизненных форм по сравнению с остальными площадками. Но по среднему количеству видов (41,3 и 42 соответственно) и жизненных форм (32 и 32,8 соответственно) существенных отличий от остальных площадок не наблюдается, за исключением площадки № 9 с многолетним пастбищным режимом (среднее количество видов 34,7 и среднее количество ЖФ – 26,6). Большее число видов и жизненных форм на двух упомянутых площадках, возможно, связаны с более рыхлым субстратом почвы [Работнов, 1984] по сравнению с центральной частью поймы. Небольшие различия по средним показателям количества видов и жизненных форм на большинстве пробных площадках объясняется однотипным многолетним режимом их хозяйственного использования.

Значения индексов среднего количества жизненных форм ($N_{ЖФ}$) и стабильности жизненных форм ($IS_{ЖФ}$) для площадок № 1–5, 9 представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения индексов среднего количества жизненных форм и стабильности жизненных форм на исследованных площадках [The values of the indices of the average number of life forms and the stability of life forms on sites]

Номер площадки [Number of sites]	Значения $N_{ЖФ}$ (± стандартная ошибка) для площадок [Values N_{LF} (± standard error) for sites]	Значения $IS_{ЖФ}$ (± стандартная ошибка) для площадок [Values IS_{LF} (± standard error) for sites]
1	29 ± 0,74	0,870 ± 0,015
2	31 ± 0,7	0,875 ± 0,014
3	32 ± 0,7	0,897 ± 0,014
4	32,8 ± 0,75	0,884 ± 0,015
5	32,1 ± 0,81	0,876 ± 0,016
9	26,6 ± 0,87	0,875 ± 0,017

На рис. 1 представлены значения индекса среднего количества жизненных форм $N_{ЖФ}$ на исследованных площадках со значением стандартной ошибки. Значения индекса на этих площадках за все годы мониторинга изменялись в пределах от 26,6 до 32,8 соответственно. На площадке № 4 значение индекса достигло максимума, а на площадке № 9 – минимума.

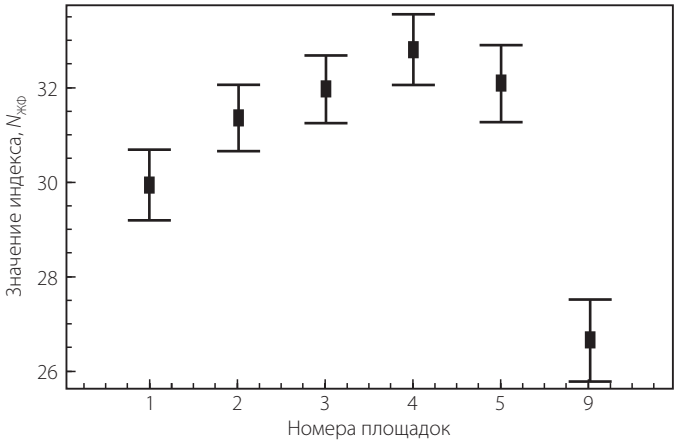

Рис 1. Значения индекса среднего количества жизненных форм $N_{ЖФ}$ со значением стандартной ошибки ($F = 7{,}32$; $P \ll 0{,}0001$)

Fig. 1. Index values of the average number of life forms N_{LF} with the standard error value ($F = 7.32$; $P \ll 0.0001$)

На рис. 2 представлены значения индекса $N_{ЖФ}$ на всех исследованных площадках с генеральным средним значением и с критическими средними значениями за все годы наблюдений. Любое среднее значение, которое выходит за границы критических значений, означает, что соответствующий уровень фактора значимо отличается от генерального среднего. Видно, что значения индекса среднего количества ЖФ на площадках №№ 1–5, 9 за все годы мониторинга составили от 26,6 до 32,8 соответственно (см. рис. 2). На площадке № 4 значение $N_{ЖФ}$ максимальное, а на площадке № 9 наблюдалось минимальное его значение, которое находится за нижней границей критического $N_{ЖФ}$. На верхней границе критического значения $N_{ЖФ}$ находится площадка № 4.

Таким образом, на основании сравнения значений $N_{ЖФ}$ всех участков с генеральным средним значением, площадка № 9 и 4 статистически значимо отличаются от всех остальных площадок.

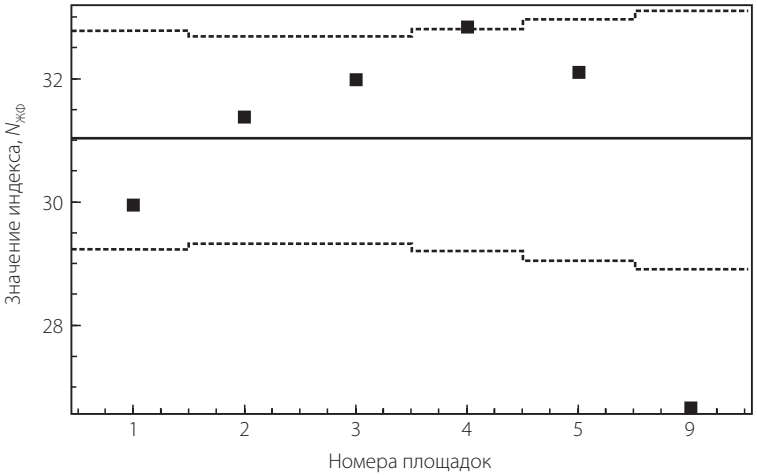

Рис. 2. Графическое изображение значений индекса среднего количества жизненных форм $N_{ЖФ}$ ($F = 7{,}32$; $P \ll 0{,}0001$)

Сплошная линия – генеральное среднее значение индексов для всех площадок; ломаные линии – верхняя и нижняя границы критических средних значений индексов для каждой площадки по отношению к генеральному среднему

Fig. 2. Graphic representation of the values of the index of the average number of life forms N_{LF} ($F = 7.32$; $P \ll 0.0001$)

The solid line is the general average value of the indices for all sites; broken lines are the upper and lower boundaries of the critical average indices for each site in relation to the general average

На рис. 3 показаны значения индексов стабильности на всех площадках. Видно, что средние значения индекса на пробных площадках составили от 0,870 до 0,897 (см. табл. 2) соответственно. На площадке № 3 индекс имеет максимальное значение, а на площадке № 1 наблюдается минимальное его значение. Множественное сравнение индексов стабильности ЖФ с помощью ANOVA показало, что не существует статистически значимых различий между всеми площадками ($F = 0{,}49$; $P = 0{,}78$).

Обсуждение

Поскольку статистически значимые результаты получены в отношении площадок № 4 и № 9 (см. рис. 2), проанализируем постоянно встречающиеся жизненные формы (ЖФ) на этих площадках в период 1980–2010 гг. (табл. 4). Напомним, что площадка № 4 все годы мониторинга имела сенокосное использование, а № 9 – пастбищное.

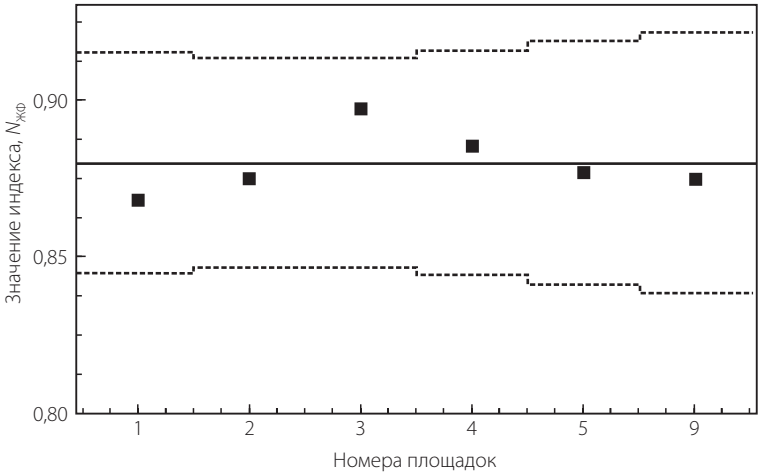

Рис. 3. Графическое сравнение индексов стабильности жизненных форм на площадках (F = 0,49; P = 0,79)

Сплошная линия – генеральное среднее значение индексов для всех площадок; ломаные линии – верхняя и нижняя границы критических средних значений индексов для каждой площадки по отношению к генеральному среднему

Fig. 3. Graphic comparison of the stability indices of life form on sites (F = 0,49; P = 0,79)

The solid line is the general average value of the indices for all sites; broken lines are the upper and lower boundaries of the critical average indices for each site in relation to the general average

На площадке № 4 постоянно встречаются 15 жизненных форм. Первые 8 – те же, что и на площадке № 9, из остальных пяти – преимущественно стержнекорневые, а также факультативно-корнеотпрысковая, короткокорневищнная, длиннокорневищно-кустовая и др. На площадке № 9 постоянно встречаются 11 жизненных форм, из них две относятся преимущественно к длиннокорневищным. Также присутствуют наземноползучая, рыхлокустовая, стержнекорневые, монокарпики и др. Наличие данных жизненных форм на выпасаемой площадке объясняется их устойчивостью к длительному пастбищному режиму, который продолжался в течение 21 года наблюдений (см. табл. 1). Участие меньшего количества стержнекорневых жизненных форм на выпасаемой площадке № 9 связано с неблагоприятными факторами для их произрастания, например, вытаптывание и уплотнение почвы. С другой стороны, постоянное участие на площадке № 9 двулетних монокарпиков, стержнекорневых,

ISSN 2500-2961

Таблица 3

Постоянно встречающиеся жизненные формы и виды с оценкой их обилия и кормового достоинства на площадках № 9 и 4
[Constantly occurring life forms and species with an assessment of their abundance and feeding dignity at sites № 9 and 4]

Постоянные жизненные формы на площадке № 4, средне-многолетнее обилие видов данной жизненной формы [Permanent life form at site № 4 and the medium-long-term abundance of species of this life form]	Виды и их среднемноголетнее обилие на площадке № 4 [Species and their mean annual abundance at site № 4]	Кормовое достоинство для крупнорогатого скота [Aft dignity for cattle]	Постоянные жизненные формы на площадке № 9 и средне-многолетнее обилие видов данной жизненной формы [Permanent life form at site № 9 and the mean annual abundance of species of this life form]	Виды и их среднемноголетнее обилие на площадке № 9 [Species and their mean annual abundance at site № 9]	Кормовое достоинство для крупнорогатого скота [Aft dignity for cattle]
Длиннокорневищная, плотнодерновинная [Longroot duster, dense core] – 6,2	*Poa angustifolia* L.– 6,2	Высокое [High]	Длиннокорневищная, плотнодерновинная [Longroot duster, dense core] – 7	*Poa angustifolia* L.– 7	Высокое [High]
Рыхлокустовая [Loosestem] – 4,4	*Festuca pratensis* Huds. – 6 *Dactylis glomerata* L. – 5,1 *Phleum pratense* L. – 3,5 *Helictotrichon pubescens* (Huds) Pilger – 4,6 *Agrostis diluta* Kurcz.– 2,8	Высокое [High] Высокое [High] Высокое [High] Среднее [Average] Высокое [High]	Рыхлокустовая [Loosestem] – 5,3	*Festuca pratensis* Huds. – 6.6 *Dactylis glomerata* L.– 4,6 *Phleum pratense* L. – 4,8	Высокое [High] Высокое [High] Высокое [High]

Наземноползучая [Graundcreeping] – 3,6	*Glechoma hederacea* L. – 3,8 *Trifolium repens* L. – 3,4	Не поедается [Not eaten] Высокое [High]	Наземноползучая [Graundcreeping] – 3,9	*Trifolium repens* L. – 5,1 *Glechoma hederacea* L. – 2,7	Высокое [High] Не поедается [Not eaten]
Длиннокорневищная [Longrootrhizomatous] – 3,3	*Achillea millefolium* L. – 3,5 *Veronica chamaedrys* L. – 3,5 *Elytrigia repens* (L.) Nevski. – 3,9 *Galium boreale* L. – 3,1 *Equisetum arvense* L. – 2,4	Среднее [Average] Низкое [Low] Среднее [Average] Низкое [Low] Низкое [Low]	Длиннокорневищная [Longrootrhizomatous] – 3,8	*Achillea millefolium* L. – 5,1 *Veronica chamaedrys* L. – 2,5 *Elytrigia repens* (L.) Nevski. – 3,8	Среднее [Average] Низкое [Low] Среднее, высокое до колошения [Average, high before earing]
Короткокорневищно-кистекорневая [Shortrooted – root brush] – 2,7	*Centaurea jacea* L. – 2,8 *Geranium pratense* L.– 3,6 *Ranunculus acris* L. – 2 *Plantago major* L. – 2,8 *Ranunculus auricomus* L. – 2,3 *Leucanthemum vulgare* Lam. – 2,5	Низкое [Low] Низкое [Low] Низкое [Low] Низкое [Low] Низкое [Low] Низкое [Low]	Короткокорневищно-кистекорневая [Shortrooted – root brush] – 2,8	*Centaurea jacea* L. – 3 *Geranium pratense* L. – 2,4 *Plantago major* L. – 3 *Ranunculus acris* L. – 2 *Leontodon autumnalis* L. – 3 *Alchemilla vulgaris* L. emend. Frohner – 2 *Leucanthemum vulgare* Lam. – 3	Низкое [Low] Низкое [Low] Не поедается [Not eaten] Не поедается [Not eaten] Среднее [Average] Среднее [Average] Не поедается [Not eaten]

ISSN 2500-2961

Продолжение табл. 3

Постоянные жизненные формы на площадке № 4, средне-многолетнее обилие видов данной жизненной формы [Permanent life form at site № 4 and the medium-long-term abundance of species of this life form]	**Виды и их среднемноголетнее обилие на площадке № 4 [Species and their mean annual abundance at site № 4]**	**Кормовое достоинство для крупнорогатого скота [Aft dignity for cattle]**	**Постоянные жизненные формы на площадке № 9 и средне-многолетнее обилие видов данной жизненной формы [Permanent life form at site № 9 and the mean annual abundance of species of this life form]**	**Виды и их среднемноголетнее обилие на площадке № 9 [Species and their mean annual abundance at site № 9]**	**Кормовое достоинство для крупнорогатого скота [Aft dignity for cattle]**
Длиннокорневищная – стержнекорневая [Longroot – rotroot] – 3,2	*Galium mollugo* L. – 3,5 *Galium verum* L. – 2,9	Низкое [Low] Низкое [Low]	Длиннокорневищная – стержнекорневая [Longroot – rotroot] – 2,45	*Galium mollugo* L. – 2,4 *Galium verum* L. – 2,5	Низкое [Low] Низкое [Low]
Монокарпики, двулетники, многолетники стержнекорневые; клубнекорневые [Monocarpics, biennials; stemroot, tuberroot] – 3,5	*Seseli libanotis* (L.) W.D.J.Koch. – 5,8 *Chaerophyllum prescottii* DC. – 2,1	Низкое [Low] Низкое [Low]	Монокарпики, двулетники, стержнекорневые; лубнекорневые [Monocarpics, biennials; stemroot, tuberroot] – 2,5	*Seseli libanotis* (L.) W.D.J.Koch.– 2,8 *Chaerophyllum prescottii* DC. – 2,2	Низкое [Low] Низкое [Low]
Стержнекорневая; факультативно-стержнекорне-отпрысковая [Stemroot; optional – stem thrower] – 4,6	*Taraxacum officinale* Wigg – 4,6	Среднее [Average]	Стержнекорневая; факультативно-стержнекорне-отпрысковая [Stemroot; optional stem thrower] – 6	*Taraxacum officinale* Wigg. – 6	Среднее [Average]

Стержнекорневая [Stemroot] – 2,4	*Rumex thyrsiflorus* Fingerh. – 2,5 *Polygala comosa* Schkuhr. – 2,2	Низкое [Low] Низкое [Low]	Монокарпики; одно-, двулетники, стержнекорневые [Monocarpics; one-, two-year-olds, stemroots] – 4,5	*Carum carvi* L. – 4,5	Высокое [High]
Стержнекорневая с каудексом, двулетник, многолетник [Rodroot with caudex, two-, perennial] – 3,5	*Heracleum sibiricum* L. – 3,5	Среднее [Average]	Длинно-стержнекорневая с каудексом, факультативно корнеотпрысковая, стержнекорневая, корнеотпрысковая [Longroot with caudex, optionally root sprout, stemroot, root sprinkle] – 2,7	*Centaurea scabiosa* L. – 2,7	Низкое [Low]
Стержнекорневая с вертикальным корневищем; короткостержнекорневая с многоглавым каудексом; факультативно-корнеотпрысковая; короткокорневищная [Rod root with a vertical rhizome; short root with many-headed caudex; optional short-root; short-root] – 2,7	*Campanula glomerata* L. – 2,7	Низкое [Low]	Корневищно-рыхлокустовая; длиннокорневищная, длиннокорневищно-кустовая [Rhizoma-loose root; long root, long root rot] – 5,1	*Festuca rubra* L. – 5,1	Высокое [High]

ISSN 2500-2961

Окончание табл. 3

Постоянные жизненные формы на площадке № 4, средне-многолетнее обилие видов данной жизненной формы [Permanent life form at site № 4 and the medium-long-term abundance of species of this life form]	**Виды и их среднемноголетнее обилие на площадке № 4 [Species and their mean annual abundance at site № 4]**	**Кормовое достоинство для крупнорогатого скота [Aft dignity for cattle]**	**Постоянные жизненные формы на площадке № 9 и средне-многолетнее обилие видов данной жизненной формы [Permanent life form at site № 9 and the mean annual abundance of species of this life form]**	**Виды и их среднемноголетнее обилие на площадке № 9 [Species and their mean annual abundance at site № 9]**	**Кормовое достоинство для крупнорогатого скота [Aft dignity for cattle]**
Факультативно-корнеотпрысковая; стержнекорневая с каудексом [Optional cortex shoot; rootedroot with caudex] – 5,1	*Bunias orientalis* L. – 5,1	Среднее [Average]			
Длиннокорневищная; лиана [Longrootrhizomatous; liana] – 2,4	*Vicia sepium* L. – 2,8 *Lathyrus pratensis* L. – 2	Среднее [Average] Среднее [Average]			
Длиннокорневищно-кустовая [Longrootrhizomatous-shrub] – 5,1	*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub. – 5,1	Высокое [High]			
Длиннокорневищно-стержнекорневая; лиана [Longrootrhizomatous rooted; liana] – 3	*Vicia cracca* L. – 3	Высокое [High]			

* Латинские названия приведены по П.Ф. Маевскому [Маевский, 2014].

** Кормовое достоинство видов приведено по Л.Г. Раменскому [Раменский, 1956].

клубнекорневых и др. можно объяснить разреженностью травостоя и наличием свободных мест для развития растений этих жизненных форм. Постоянное участие стержнекорневой факультативно-корнеотпрысковой и стержнекорневой жизненных форм объясняется способностью этих растений формировать прикорневые розеточные побеги, устойчивые к вытаптыванию, а также формировать многочисленные корневые отпрыски при повреждении их корневых систем [Раменский, 1984].

Среднее многолетнее обилие жизненных форм, имеющих высокое кормовое достоинство для крупнорогатого скота, выше на площадке № 9. Например, длиннокорневищный мятлик *Poa angustifolia* L. на площадке № 9 среднее многолетнее обилие имеет 7, а на площадке № 4 – 6,2. Рыхлокустовая жизненная форма, имеющая высокое кормовое достоинство, на площадках № 9 и 4 представлена 4 видами: *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pretense* и *Agrostis diluta*. Среднее многолетнее обилие *Festuca pratensis* на площадке № 9 составило 6,6, а на площадке № 4 – 6; эти показатели у *Phleum pratense* на площадке № 9 составил 4,8, а на площадке № 4 – 3,5 соответственно. В целом рыхлокустовая жизненная форма на площадке № 9 имеет значение 5,3, а на площадке № 4 – 4,4.

Наоборот, среднее многолетнее обилие жизненных форм, имеющих низкие кормовые достоинства, выше на площадке № 4. Например, длиннокорневищная стержнекорневая жизненная форма на площадках № 4 и 9 представлена двумя видами: *Galium mollugo* и *G. verum*. Эти виды имеют низкое кормовое достоинство. Среднее многолетнее обилие *G. mollugo* на площадке № 4 составило 3,5, а на площадке № 9 – 2,4; *G. verum* на площадке № 4 – 2,9, а на площадке № 9 – 2,4. Более высокие значения обилия жизненных форм и видов с высокими кормовыми достоинствами на площадке № 9 по сравнению с площадкой № 4 можно объяснить тем, что при частичном их поедании стимулируются ростовые процессы, направленные на восстановление утраченных частей. Происходит усиленное формирование новых побегов возобновления, что позволяет этим видам занимать большие площади.

Более высокое обилие видов растений и жизненных форм, имеющих низкое кормовое достоинство, на площадке № 4 объясняется отсутствием вытаптывания и стравливания травостоя. С этим связано увеличение видового разнообразия и жизненных форм на этой площадке.

Заключение

1. Наши данные показали, что характер хозяйственного использования оказывает существенное влияние на состав и разнообразие жизненных форм. Наибольшее разнообразие жизненных форм отмечено

на сенокосной площадке № 4, наименьшее – на пастбищной площадке № 9, на сенокосно-пастбищных площадках выявлено промежуточное число жизненных форм.

2. На сенокосной площадке № 4 высокое значение приобретает количество постоянных стержнекорневых жизненных форм, а на пастбищной площадке № 9 – длиннокорневищных.

3. Выявлен относительно стабильный состав жизненных форм на площадках № 1, 2, 3, 5, который объясняется длительным однообразным и умеренным режимом хозяйственного использования в течение 20 наблюдаемых лет.

4. В роли регулятора состава жизненных форм растений на сенокосных площадках № 1 и 4 выступал человек, а на пастбищной площадке № 9 – крупный рогатый скот. На сенокосно-пастбищных площадках № 1, 2, 3 и 5 регулирование состава осуществлялось совместно человеком и крупным рогатым скотом.

5. Обилие видов растений, имеющих хорошее кормовое достоинство, выше на пастбищной площадке № 9 по сравнению с сенокосной площадкой № 4, что объясняется большей интенсивностью отрастания растений этих жизненных форм.

6. Рациональное хозяйственное использование лугов должно заключаться в чередовании сенокосного и пастбищного режимов. Пастбищный режим позволяет снизить количество растений, имеющих низкое кормовое достоинство, а сенокосный способствует получить более разнообразный видовой состав сена, что важно для корма крупного рогатого скота, особенно в зимний период.

7. В целом исследование показало, что индексы среднего количества жизненных форм и стабильности жизненных форм применимы для оценки состава жизненных форм лугового сообщества в зависимости от антропогенного воздействия.

Библиографический список / References

Анализ структуры жизненных форм растительных сообществ на нарушенных промышленностью землях Среднего Урала / Чибрик Т.С., Лукина Н.В., Глазырина М.А., Филимонова Е.И. // Биоморфологические исследования в современной ботанике: Материалы международной конференции. Владивосток, 2007. С. 456–459. [Chibrik T.S., Lukina N.V., Glazyrina M.A., Filimonova E.I. Analysis of the structure of the life forms of plant communities on the industrial lands of the Middle Urals. *Biomorfologicheskiye issledovaniya v sovremennoy botanike*. Vladivostok, 2007. Pp. 456–459.]

Андреева М.В. Разногодичная динамика биоморфологического состава пойменных лугов р. Оки // Принципы и способы сохранения биоразнообразия:

Материалы IV Всероссийской научной конференции с международным участием. Йошкар-Ола, 2010. С. 55–56. [Andreeva M.V. Multi-year dynamics of the biomorphological composition of floodplain meadows of the Oka River. *Printsypy i sposoby sokhraneniya biorasnoobraziya*. *Materialy IV Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. *Yoshkar-Ola*, 2010. Pp. 55–56.]

Безделев А.Б. Исследование жизненных форм как необходимый элемент изучения внутривидового разнообразия и биоразнообразия фитоценозов // Фитоценология и систематика высших растений: Труды международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.А. Уранова. М., 2001. С. 21–22. [Bezdelev A.B. The study of life forms as a necessary element of the study of intraspecific diversity and biodiversity of phytosenoses. *Fitotsenologiya i sistematika vysshikh rastenii*. *Trudy Mezhdunarodnoi konferentsii*, *posvyashchonnoi 100-letiyu so dnya rozhdeniya A.A*. *Uranova*. Moscow, 2001. Pp. 21–23.]

Гатцук Л.Е. Опыт применения спектров жизненных форм к характеристике сообществ // Биоморфологические чтения к 150-летию со дня рождения Х. Раункиера: Материалы Всероссийской научной конференции. Киров, 2010. С. 55–66. [Gatsuk L.E. Experience of using life form spectra to characterize communities. *Biomorfologichestiye chteniya k 150-letiyu so dnya rozhdeniya Kh*. *Rankiyera*. *Materialy Vserosiiskoi nauchnoi konferencii*. Kirov, 2010. Pp. 55–66.]

Голубев В.Н. О принципах статистического анализа состава экобиоморф растительных сообществ для целей фитоценологии и фитоиндикации // Количественные методы анализа растительности: Материалы Всесоюзного совещания. Уфа, 1974. С. 13–15. [Golubev V.N. On the principles of statistical analysis of the composition of ecobiomorph plant communities for the purposes of phytocenology and phytoindication. *Kolichestvennye metody analiza rastitel'nosti*. *Materialy Vsesoyusnogo soveshchaniya*. Ufa, 1974. Pp. 13–15.]

Динамика таксономического разнообразия луговых сообществ национального парка «Угра» при разных условиях антропогенного воздействия / Маслов Ф.А., Курченко Е.И., Ермакова И.М. и др. // Ботанический журнал. 2017. Т. 102 (11). С. 1504–1519. [Maslov F.A., Kurchenko E.I., Ermakova I.M., Sugorkina N.S., Petrosyan V.G. Dynamiks specific and general taxonomical variety meadow communities of national park «Ugra» under different conditions of anthropogenic influence in the basis of data of long-term monitoring. *Botanichiskii zhurnal*. 2017. T. 102 (11). Pp. 1504–1519.]

Егорова В.Н. Динамика видового состава и спектров жизненных форм флоры поймы реки Оки в ходе естественных и антропогенных сукцессий // Ботанический журнал. 2004. Т. 89 (6). С. 957–973. [Egorova V.N. Dinamics of species composition and spectra of life forms of the Oka river floodplain flora during natural and man-made successions. *Botanicheskii Zhurnal*. 2004. T. 89 (6). Pp. 957–973.]

Ермакова И.М., Сугоркина Н.С. Динамика спектра жизненных форм луговых растений пойменного ландшафта в национальном парке «Угра» // Экологические проблемы сохранения исторического и культурного наследия: Материалы IX Всерос. научной конференции. Бородино. М., 2005. С. 405–425. [Ermakova I.M., Sugorkina N.S. Dinamics of the spectra of the life forms of the meadow plants in floodplain landscape in the national park «Ugra». *Ekologicheskye problemy sokhraneniya istoricheskogo i cul'turnogo naslediya*. *Materialy IX Vserosiiskoi nauchnoi konferencii*. *Borodino*. Moscow, 2005. Pp. 405–425.]

Ермакова И.М., Сугоркина Н.С. Жизненные формы растений Залидовских лугов Калужской области // Ботанический журнал. 2011. Т. 96 (3). С. 316–341.

[Ermakova I.M., Sugorkina N.S. Life forms of the plants from Zalidovskii meadows in Kaluga region. *Botanichiskii Zhurnal*. 2011. T. 96 (3). Pp. 316–341.]

Ермакова И.М., Сугоркина Н.С. Мониторинг растительности Залидовских лугов Калужской области. М., 2016. Т. 1. [Ermakova I.M., Sugorkina N.S. Monitoring rastitelnosti Zalidovskih lugov Kaluzhskoy oblasti [Monitoring vegetation of Zalidovskiy meadows of the Kaluga region]. Moscow, 2016. T. 1.]

Ермакова И.М., Сугоркина Н.С. Мониторинг растительности Залидовских лугов Калужской области. М., 2017. Т. 4. [Ermakova I.M., Sugorkina N.S. Monitoring rastitelnosti Zalidovskih lugov Kaluzhskoy oblasti [Monitoring vegetation of Zalidovskiy meadows of the Kaluga region]. Moscow, 2017. T. 4.]

Использование индексов таксономического своеобразия и разнообразия для количественной характеристики динамики таксонов растительных сообществ по данным многолетнего мониторинга (на примере Залидовских лугов Калужской области) / Маслов Ф.А., Курченко Е.И., Ермакова И.М. и др. // Труды Карельского центра РАН. Петрозаводск, 2017. № 4. С. 81–92. [Maslov F.A., Kurchenko E.I., Ermakova I.M., Sugorkina N.S., Petrosyan V.G. Use of indexes of a taxonomical originality and a variety for the quantitative characteristic of dynamics of taxons vegetable community according to long-term monitoring (on the example of Zalidovskie meadows in Kaluga region). *Trudy Karel'skogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*. Petrozavodsk, 2017. № 4. Pp. 81–92.]

Кашкаров Д.Н. Основы экологии животных. М.; Л., 1938. [Kashkarov D.N. Osnovy ekologii zhivotnyh [Basics of animal ecology]. Moscow; Leningrad, 1938.]

Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М., 2014. [Mayevskii P.F. Flora sredney polosy evropeyskoy chasti Rossii [Flora of a midland of the European part of Russia]. 11nd ed. Moscow, 2014.]

Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М., 1989. [Mirkin B.M., Rozenberg G.S., Naumova L.G. Slovar ponyatiy i terminov sovremennoy fitotsenologii [Dictionary of concepts and terms of modern phytocenology]. Moscow, 1989.]

Морозова Л.М. Изменение степной флоры южного Урала под воздействием выпаса // Рациональное использование и охрана растительного мира Урала: Материалы Всесоюзной конференции. Свердловск, 1991. С. 51–65. [Morozova L.M. Change of the steppe flora of the Southern Urals under the influence of grazing. *Ratsional'noe ispol'zovanie i okhrana rastitel'nogo mira Urala*. *Materiali Vsesoyusnoi konferencii*. Sverdlovsk, 1991. Pp. 51–65.]

Мэгарран Э.М. Экологическое разнообразие и его измерение. М., 1992. [Megarran E. Ekologicheskoe raznoobrazie i ee izmerenie [Environmental variety and her measurement]. Moscow, 1992.]

Петросян В.Г. Принципы и методы оценки разнообразия биологических систем на разных уровнях иерархии с применением Biosystem-96 // Изучение и охрана разнообразия фауны, флоры и основных экосистем Евразии. М., 2000. С. 244–256. [Petrosyan V.G. The principles and methods of assessment of a variety of biological systems at the different levels of hierarchy with application of Biosystem-96. *Izuchenie i okhrana raznoobraziya fauny*, *flory i osnovnykh Ekosistem Evrazii*. M., 2000. Pp. 244–256.]

Петросян В.Г., Марин Ю.Ф. Интерактивная информационная система BIOSYSTEM 1.0 для изучения биоразнообразия и биоресурсов заповедников России // Проблемы заповедного дела. Екатеринбург, 1996. С. 211–215. [Petrosyan V.G., Marin U.F. Interactive information system BIOSYSTEM 1.0

for studying of a biodiversity and bioresources of reserves of Russia. *Problemy zapovednogo dela*. Ekaterinburg, 1996. Pp. 211–215.]

Полозова Т.Г. Состав биоморф и некоторые особенности структуры реликтовых степных сообществ Западной Чукотки // Ботанический журнал. 1983. Т. 68 (11). С. 1503–1512. [Composition of biomorphs and some features of the structure of relic steppe communities of Western Chukotka. *Botanichiskii Zhurnal*. 1983. T. 68 (11). Pp. 1503–1512.]

Работнов Т.А. Луговедение. Учебник. 2-е изд. М., 1984. [Rabotnov T.A. Lugovedenie [Meadowing]. Textbook. 2 ed. Moscow, 1984.]

Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. М., 1964. [Serebryakov I.G. Ekologicheskaya morfologiya rasteniy [Ecological morphology of plants]. Moscow, 1964.]

Серебрякова Т.И. Учение о жизненных формах растений на современном этапе // Ботаника – ВИНИТИ. М., 1972. Т. 1. С. 84–169. [Serebryakova T.I. Doctrine of plant life forms at the present stage. *Botanika – VINITI*. T. 1. Moscow, 1972. Pp. 84–169.]

Смелов С.П. Теоретические основы луговодства. М., 1966. [Smelov S.P. Teoreticheskie osnovy lugovodstva [Theoretical foundations of grassland]. Moscow, 1966.]

Тишлер В. Сельскохозяйственная экология. М., 1971. [Tishler V. Selskokhozyaystvennaya ekologiya [Agricultural ecology]. Moscow, 1971.]

Убушаев Б.С., Скиданов Д.С., Бадмаев В.С. Видовое разнообразие сенокосов и пастбищ Республики Калмыкия // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. Т. 13. № 1 (4). С. 922–925. [Specific variety of haymakings and pastures of the Republic Kalmykia. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2011. T. 13. № 1 (4). Pp. 922–925.]

Уранов А.А. Наблюдения на летней практике. Пособие для студентов. М., 1964. [Nablyudeniya na letney praktike [Observations in summer practice]. Study guide for students. Moscow, 1964.]

Шафранова Л.М., Гатцук Л.Е., Шорина Н.И. Биоморфология растений и ее влияние на развитие экологии. М., 2009. [Shafranova L.M., Gatsuk L.E., Shorina N.I. Biomorfologiya rasteniy i ee vliyanie na razvitie ekologii [Plant biomorphology and its influence on the development of ecology]. Moscow, 2009.]

Шорина Н.И., Фёдорова Л.В. Биологические типы растений Х. Раункиера (по работе 1905 года) // Биоморфологические чтения к 150-летию со дня рождения Х. Ранкиера: Материалы Всероссийской научной конференции. Киров, 2010. С. 19–31. [Shorina N.I., Fyodorova L.V. Plant biomorphology and its influence on the development of ecology. *Biomorfologichestiye chtenita k 150-letiyu so dnya rozhdeniya Kh. Rankiyera*. Kirov, 2010. Pp. 55–66.]

Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Раменский Л.Г., Цацеткин И.А., Чижиков О.Н. и др. М., 1956. [Ramenskii L.G., Tsatsenkin I.A., Chizhikov O.N. et al. Ekologicheskaya otsenka kormovyh ugodiy po rastitelnomu pokrovu [Ecological evaluation of the forage grounds by vegetation cover]. Moscow, 1956.]

Biosystem office. Интегрированная система управления базами данных и статистического анализа биологических данных. Федеральная служба по интеллектуальной собственности России. Свид. 2014663194 / Петросян В.Г. 18.12.2014. [Biosystem office. The integrated database management system and statistic analysis

of the biological data. Rospatent. Federal Service for Intellectual Property of Russia. Registration certificate RU 2014663194 / Petrosyan V.G. 18.12.2014.]

Raunkiaer C. Tyhes biologiques pour la geographie botanique. *Oversigt over Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger*. 1905. № 5. S. 345–347.

Zar J.H. Biostatistical Analysis. 5th ed. Prentice Hall, New Jersey, 2010.

Статья поступила в редакцию 26.03.2019, принята к публикации 18.04.2019
The article was received on 26.03.2019, accepted for publication 18.04.2019

Сведения об авторах / About the authors

Маслов Федор Александрович – учитель биологии, средняя общеобразовательная школа № 1501, г. Москва

Fedor A. Maslov – biology teacher, Secondary school 1501, Moscow

E-mail: fyodormaslov@yandex.ru

Курченко Елена Ивановна – доктор биологических наук; заведующий сектором ботаники Учебно-научного центра экологии и биоразнообразия, Московский педагогический государственный университет

Elena I. Kurchenko – Dr. Biol. Hab.; Head at the Botany Sector of Research and Education Centre Ecology and Biodiversity, Moscow Pedagogical State University

E-mail: kurchenko@inbox.ru

Ермакова Инна Михайловна – кандидат биологических наук; старший научный сотрудник Учебно-научного центра экологии и биоразнообразия, Московский педагогический государственный университет

Inna M. Ermakova – PhD in Biology; Senior researcher at the Research and Education Centre Ecology and Biodiversity, Moscow Pedagogical State University

E-mail:

Сугоркина Надежда Сергеевна – кандидат биологических наук; старший научный сотрудник Учебно-научного центра экологии и биоразнообразия, Московский педагогический государственный университет

Nadezhda S. Sugorkina – PhD in Biology; Senior researcher at the Research and Education Centre Ecology and Biodiversity, Moscow Pedagogical State University

E-mail:

Петросян Варос Гарегинович – доктор биологических наук; заведующий отделом биоинформатики и моделирования биологических процессов, Институт проблем эволюции и экологии им. А.Н. Северцова РАН

Varos G. Petrosyan – Dr. Biol. Hab.; Head at the Department of Bioinformatics and Biological Modeling, Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences

E-mail: petrosyn@sevin.ru

Заявленный вклад авторов

Ф.А. Маслов – разработка принципов классификации жизненных форм растений для математической обработки, анализ и интерпретация результатов математической обработки данных мониторинга, подготовка текста статьи и иллюстраций

Е.И. Курченко – участие в подготовке текста статьи, интерпретация результатов математического анализа

И.М. Ермакова – использование опубликованных ранее данных мониторинга растительности на пробных постоянных площадках; консультации при написании статьи

Н.С. Сугоркина – использование опубликованных ранее данных мониторинга растительности на пробных постоянных площадках; консультации при написании статьи

В.Г. Петросян – общее руководство направлением исследования, математическая обработка данных мониторинга методами статистики, участие в подготовке текста статьи

Contribution of the authors

F.A. Maslov – development of principles for classifying plant life forms for mathematical processing, analysis and interpretation of the results of mathematical processing of monitoring data, preparation of the text of the article and illustrations

E.I. Kurchenko – participation in the preparation of the text of the article, interpretation of the results of mathematical analysis

I.M. Ermakova – the use of previously published vegetation monitoring data at trial permanent sites; advice on writing the article

N.S. Sugorkina – the use of previously published vegetation monitoring data at trial permanent sites; advice on writing the article

V.G. Petrosyan – general direction of research, mathematical processing of monitoring data by statistical methods, participation in the preparation of the text of the article

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи
All authors have read and approved the final manuscript